

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования  
«Вятский государственный университет»  
(ФГБОУ ВПО «ВятГУ»)



ПРОГРАММА ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ  
ПО СТУДЕНЧЕСКОМУ ГОРОДКУ

ФГБОУ ВПО «ВятГУ»

на 2011-2015 годы

## **Основание для разработки Программы:**

Федеральный Закон РФ №261-ФЗ от 23.11.2009г. «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ».

## **Цели и задачи программы:**

### *Основная цель Программы:*

обеспечение рационального использования топливно-энергетических ресурсов за счет реализации энергосберегающих мероприятий, повышения энергетической эффективности.

### *Основные задачи Программы:*

внедрение инновационных энергосберегающих технических средств и технологий, снижение удельного потребления топливно-энергетических ресурсов, обеспечение энергетической безопасности.

## **Важнейшие целевые индикаторы и показатели**

Снизить потребление топливно-энергетических ресурсов школы в 2011-2015 годах не менее 3 % ежегодно, не менее 15% за весь период действия программы.

## **Сроки и этапы реализации мероприятий Программы:**

### *Первый этап – 2011-31.12.2012 годы:*

Выполнение первоочередных малозатратных, организационных и технических мероприятий Приложение.

Проведение энергетического обследования (энергоаудита), составление энергетического паспорта.

Установка проборов учета потребляемых энергоресурсов.

### *Второй этап – 2013-2015 годы*

– реализация проектов, обеспечивающих получение наибольшего экономического эффекта.

- проведение капитального ремонта и модернизации зданий и их инженерных систем с учётом результатов энергоаудита.

## **Приоритетные технические направления**

Приоритетные технические направления определены на основании предложений представленных в Приложении.

### *Организационные мероприятия:*

-организация пропаганды энергосбережения;

- инструктаж сотрудников по контролю за расходом электроэнергии и воды, своевременным отключением оборудования, компьютерной и иной техники;

- осуществление контроля за расходом электроэнергии, правильной эксплуатацией электроприборов. Не допускать случаев использования электроэнергии на цели, не предусмотренные деятельностью учреждения;

- осуществление контроля за состоянием технологического оборудования, проведение своевременного ремонта технологического и иного оборудования;

- осуществление своевременной передачи данных показаний приборов учёта в энергоснабжающую организацию.

### *Мероприятия направленные на экономию электрической энергии:*

*Мероприятия направленные на экономию электрической энергии:*

- замена ламп накаливания на энергосберегающие;
- установка во вспомогательных помещениях датчиков присутствия людей, автоматически регулирующих электрическое освещение;
- применение электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА);
- применение частотного регулирования насосов систем водоснабжения.

*Мероприятия направленные на экономию тепловой энергии:*

- регулярное техобслуживание и опрессовка системы отопления;
- установка термостатных вентилей на системе отопления;
- термоизоляция труб;
- автоматизация систем теплоснабжения зданий посредством установки индивидуальных тепловых пунктов (ИТП);
- снятие декоративных ограждений с радиаторов отопления и установка теплоотражателей за радиаторами.

*Мероприятия направленные повышение энергоэффективности зданий и сооружений:*

- покраска стен светлой краской для более эффективного использования естественного и искусственного освещения;
- ремонт и замена окон и дверей в здании.

#### **Финансирование Программы:**

Финансирование целевой Программы энергосбережения осуществляется за счет следующих источников:

- средства, полученные в результате реализации энергосберегающих проектов;
- средства бюджета;
- внебюджетные средства.

#### **Управление и координация работ по Программе:**

Управление и координация осуществляется администрацией университета.

Разработал:

Главный энергетик



М.В.Журавлев

## **Предложения по экономии электрической энергии**

### *Введение*

Вопросу экономии электроэнергии часто не уделяется должного внимания, однако как показывают несложные расчеты затраты на электроэнергию составляют внушительную сумму:

Возьмем для примера лампу 100Вт, служащий находится на работе 9 часов, количество рабочих дней в году 248, стоимость одного киловатта электроэнергии для учебных корпусов 4,76 рубля, условно приняв, что освещение в среднем по году включено в течении 5 часов получаем:

$$0,1*5*248*4,76=590,24 \text{ рубля/год.}$$

Выполним расчет для мест общего пользования (с/у, кухни и т.п) общежитий. Освещение в данных помещениях включено практически круглосуточно в течении всего года. Примем условно, что освещение горит в течении 18 часов, 365 дней в году, стоимость одного киловатта электроэнергии для общежитий 1,69 рублей.

$$0,1*18*365*1,69=1\ 110,33 \text{ рублей/год.}$$

Получили примерную сумму в рублях, которую университет платит в год на оплату электроэнергии необходимую на одну лампу накаливания.

Затраты на электроэнергию для 1 конфорки мощностью 1,5кВт в общежитии университета составляет 2,5 руб/час.

Из всего выше сказанного видно, что вопрос экономии электроэнергии требует постоянного и пристального внимания.

### *Усиление административного контроля*

Как уже сказано выше вопрос экономии электроэнергии требует постоянного и пристального внимания.

В настоящее время часто освещение, включенное в утренние часы, продолжает гореть в дневное время, при достаточном уровне естественного освещения. В местах общего пользования (с/у, коридоры, кухни общежитий), свет остается включенным постоянно.

После исключения автоматики, отключающей электроплиты в ночное время, бывают случаи, когда электроплиты остаются включены в течении всей ночи, до прихода коменданта, эл. монтера, или другого персонала.

Предлагается:

1. Регулярно проводить с сотрудниками и студентами университета разъяснительную и агитационную работу, направленную на экономию электроэнергии.

2. Вменить в обязанности сотрудников службы охраны (работающих в общежитиях в ночное время), производить периодические обходы мест общего пользования, с целью выключения света и электрических плит.

3. Разработать систему мотивации сотрудников, действия которых направлены на энергосбережение (коменданты, сотрудники службы главного энергетика).

#### *Применение энергосберегающих ламп*

В лампах накаливания используются компактные люминесцентные лампы с цоколем E27, являющиеся прямой заменой ламп накаливания. В их цоколь уже встроен пускорегулирующий аппарат, так что эти лампы можно просто вкрутить в патрон вместо ламп накаливания.

Произведем расчет эффективности компактной люминесцентной лампы по сравнению с лампой накаливания.

Возьмем для примера лампу накаливания 75 Вт и компактную люминесцентную лампу 15 Вт. Каждая лампа, к примеру, будет включена 2 часа утром и 4 часа вечером (всего 6 часов в день). Стоимость электроэнергии составляет 4,76 рубля за 1 кВт.

Наименование	Срок службы	Цена	Затраты на электроэнергию (время 8000 часов)
Лампа накаливания 75 Вт	1000 часов или $1000/6=166$ дней	8 рублей	$0,06 \times 8000 \times 4,76 = 2\,284,8$ рублей
Лампа компактная люминесцентная 15 Вт	8000 часов или $8000/6=1333$ дня	75 рублей	$0,011 \times 8000 \times 4,76 = 418,88$ рублей

Так как в году в среднем 248 рабочих дней, то примерно за 5 лет ( $1333/248=5,4$ ) мы используем: 8 ламп накаливания общей стоимостью  $8 \times 8 = 64$  рублей или 1 компактную люминесцентную лампу стоимостью 75 рублей.

Общий расход составит:

- для ламп накаливания –  $2\,284,8 + 64 = 2\,348,8$  рублей за 5,4 года (примерно 434,9 рублей в год);
- для компактных люминесцентных ламп –  $418,88 + 75 = 493,88$  рублей за 5,4 года (примерно 91,45 рубля в год).

Таким образом, применение компактной люминесцентной лампы вместо лампы накаливания принесет ежегодную экономию в  $434,9 - 91,45 = 343,45$  рубля.

В общежитиях университета при замене светильников с лампами накаливания предлагается устанавливать светильники с цоколем G23 и U образными люминесцентными лампами, применение ламп с данным цоколем не возможно в других светильниках, что позволит снизить воровство ламп. При этом стоимость лампы с цоколем G23 составляет 25руб.

Расчет показывает, что применение светодиодных светильников, при существующей цене за светильник, не целесообразно.

*Заключение по разделу предложения по экономии электрической энергии*

Как видно из работы, применение простейших средств и методов, не требующих больших капиталовложений или исключаящих их вовсе, ведет к существенной экономии денежных средств на оплату электроэнергии.

Анализируя рассмотренные методы можно сделать следующие выводы, о необходимости применения следующих мероприятий:

I Усиление административного контроля:

1. Регулярно проводить с сотрудниками и студентами университета разъяснительную и агитационную работу, направленную на экономию электроэнергии.
2. Вменить в обязанности сотрудников службы охраны (работающих в общежитиях в ночное время), производить периодические обходы мест общего пользования, с целью выключения света и электрических плит.
3. Разработать систему мотивации сотрудников, действия которых направлены на энергосбережение (коменданты, сотрудники службы главного энергетика).

II Замена ламп накаливания на энергосберегающие.

III Установка датчиков движения в местах общего пользования.

IV Замена вышедших из строя светильников с лампами накаливания на светильники с цоколем G23.

V При замене светильников с люминесцентными лампами применять светильники с ЭПРА.

*Ожидаемый экономический эффект от указанных выше предложений*

Произведем расчет экономический расчет, приняв, что каждый год будет производиться замена 1000 светильников с люминесцентными лампами, 100 ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы, установка 50 датчиков движения.

Мероприятие	Капиталовложения	Экономический эффект в 1 год эксплуатации	Экономический эффект в последующие годы эксплуатации
Замена существующих светильников на светильники с ЭПРА (1000шт) при выполнении работ специалистами службы главного энергетика (без учета стоимости работ)	$290 \cdot 1\,000 = 290\,000$ руб.	182 200,0руб.	472 200,0руб.
Замена существующих светильников на светильники с ЭПРА	$950 \cdot 1\,000 = 950\,000$	-477 800,0руб.	-5 600,0руб.

### *Применение датчиков движения*

Пассивные инфракрасные датчики движения срабатывают при попадании движущегося объекта, излучающего тепло (например, человека), в зону чувствительности датчика движения, при этом включение освещения не происходит в дневное время (встроенное фото реле). Применение датчиков движения целесообразно в местах кратковременного пребывания людей: с/у, коридоры, лестничные клетки. Данные помещения отличаются, как правило, недостаточным естественным освещением.

Рассмотрим с/у общежитий, в данных помещениях установлено по 2 светильника 2\*40 Вт. (160Вт) Освещение в данных помещениях включено практически круглосуточно в течении всего года. Примем условно, что освещение горит в течение 16 часов, 365 дней в году, стоимость одного киловатта электроэнергии для общежитий 1,69 рублей. Время действительного пребывания людей примем равным 4 часа в сутки.

Получаем необоснованные затраты на электроэнергию:

$$0,16*(16-4)*365*1,69=1\ 184,35 \text{ рублей/год.}$$

Стоимость датчика движения на сегодняшний день составляет 260 рублей. Из всего этого видно, что затраты на установку датчиков окупятся менее чем за год.

Предлагается установить датчики движения в одном из общежитий университета, с целью изучения реакции студентов и уровня вандализма.

### *Применение выключателей с таймером*

Выключатель с таймером предназначен для отключения нагрузки через заданное время. Применяется на лестничных маршах, длинных коридорах в случаях, когда человек находится в зоне освещаемой от данного выключателя непродолжительное время, после чего переходит в другую зону, не возвращаясь к выключателю. Монтируется вместо стандартного выключателя, существенно снижает затраты на электроэнергию и имеет малый срок окупаемости.

### *Замена светильников с дроссельной схемой на светильники с электронным пускорегулирующим аппаратом (ЭПРА).*

В настоящее время искусственное освещение университета осуществляется в основном с использованием светильников с люминисцентными лампами 2\*40 Вт, при этом большая часть светильников имеет старую схему включения с использованием дросселя. При применении данной схемы реальное потребление электроэнергии увеличивается примерно в 2 раза, применение ЭПРА позволяет исключить данные потери.

Приведем расчет для одного светильника с люминисцентными лампами. Служащий находится на работе 9 часов, количество рабочих дней в году 248, стоимость одного киловатта электроэнергии для учебных корпусов 4,76 рубля, условно приняв, что освещение в среднем по году включено в течении 5 часов. Снижение затрат на электроэнергию при применении ЭПРА 80Вт на 1 светильник.

$$0,08*5*248*4,76=472,2 \text{ рубля/год.}$$

Стоимость ЭПРА у разных производителей различна, средняя цена составляет 180 руб. Из расчетов видно, что замена существующих дроссельных схем на ЭПРА окупиться менее чем за год.

Еще одним преимуществом ЭПРА является снижение пульсации, что оказывает благоприятное воздействие на зрение и эмоциональное состояние работников.

Предлагается при плановой замене вышедших из строя светильников устанавливать светильники с ЭПРА. Стоимость светильника с ЭПРА составляет 240-650руб.

#### *Применение светодиодных светильников*

Как уже отмечалось выше, в настоящее время искусственное освещение университета осуществляется в основном с использованием светильников с люминисцентными лампами 2\*40 Вт, при этом большая часть светильников имеет старую схему включения с использованием дросселя. При применении данной схемы реальное потребление электроэнергии увеличивается в 1,7 раза, реальное потребление данного светильника составляет 136Вт. Потребляемая мощность светодиодного светильника, являющегося аналогом существующих светильников по светотехническим характеристикам, составляет 40Вт.

Приведем расчет для одного светильника с люминисцентными лампами. Служащий находится на работе 9 часов, количество рабочих дней в году 248, стоимость одного киловатта электроэнергии для учебных корпусов 4,76 рубля, условно приняв, что освещение в среднем по году включено в течении 5 часов. Снижение затрат на электроэнергию при применении светодиодных светильников составляет 96Вт на 1 светильник.

$$0,096*5*248*4,76=566,6 \text{ рублей/год.}$$

Учитывая, что стоимость светильника составляет 12 000 руб. получаем, что срок окупаемости затрат на приобретение светильников составляет 21,5 лет, что приближается к сроку службы светильника.

(1000шт) при выполнении работ силами подрядных организаций (с учетом стоимости монтажа)			
Замена ламп накаливания на компактные люминесцентные лампы (100шт) при выполнении работ специалистами службы главного энергетика (без учета стоимости работ)	75*100=7 500 руб.	27 914,4руб.	35 414,4 руб.
Установка датчиков движения (50шт) при выполнении работ специалистами службы главного энергетика (без учета стоимости работ)	260*50=13 000руб.	46 217,5 руб.	59 217,5 руб.
Итого: (без учета стоимости работ)	310 500руб.	256 331,9руб.	566 831,9 руб.
Итого: (при замене светильников силами подрядной организации)	970 500 руб	-403 668,1руб.	89 031,9 руб.

Как уже отмечалось выше замену светильников планируется производить по мере выхода из строя существующих светильников (затраты на замену светильников обоснованы заменой светильников).

### **Предложения по экономии тепловой энергии**

#### *Введение*

В условиях России, где в течение десятилетий искусственно поддерживались низкие цены на все виды энергоносителей, возник огромный потенциал энергосбережения (по различным оценкам его потенциал составляет от 25 до 40% от уровня потребляемых топливно-энергетических ресурсов).

В общем расходе энергопотребления на сегодняшний день до 40% приходится на отопление и горячее водоснабжение. Поэтому от состояния и направления эффективного развития теплоснабжения существенно зависит экономия бюджетных средств университета.

Эффективное использование энергоресурсов во многом зависит как от грамотности персонала университета в вопросах расходования ТЭР, так и от рассмотренных ниже технических мероприятий.

#### *Разработка энергосберегающих мероприятий*

В университете по потреблению тепловой энергии можно выделить три группы потребителей тепла: отопление 53%-70%, горячее водоснабжение 16%-30%, вентиляция 10%-25%. По холодной воде в учебных учреждениях выделяются две группы потребителей: общежития 55%-70%, учебные корпуса 45%-30%.

### Организационные мероприятия по энергосбережению

Для начала рассмотрим типовые мероприятия по энергосбережению, которые можно применить для Университета:

- 1) Назначение в бюджетных учреждениях ответственных за контролем расходов энергоносителей и проведения мероприятий по энергосбережению. Повышение квалификации ответственного за энергосбережение.
- 2) Создание специализированных "энергобюро".
- 3) Совершенствование порядка работы организации и оптимизация работы систем отопления, вентиляции, водоснабжения.
- 4) Соблюдение правил эксплуатации и обслуживания систем энергоиспользования и отдельных энергоустановок, введение графиков включения и отключения систем отопления, вентиляции, тепловых завес и т.д. Назначение ответственных за контроль включения-отключения систем.
- 5) Организация работ по своевременному ремонту и замене оконных рам, оклейка окон, ремонт санузлов и т.п.
- 6) Ведение разъяснительной работы с учащимися и сотрудниками по вопросам энергосбережения.
- 7) Проведение периодических энергетических обследований, составление и корректировка энергетических паспортов.
- 8) Постоянный мониторинг энергопотребления
- 9) Ежеквартальная проверка и корректировка договоров на энерго- и ресурсопотребление с энергопоставляющими организациями.
- 10) Агитационная работа, таблички о необходимости экономии энергоресурсов, о выключении света, закрытии окон, входных дверей.
- 11) Разработать и ввести в действие систему поощрения работников Университета за снижение потерь топлива, электрической и тепловой энергии, воды.
- 12) Проведение периодических «рейдов» проверки эффективности потребления энергоресурсов
- 13) Повышение технических знаний в вопросах экономии энергии отдельных категорий рабочих Университета на примере тех организаций, которые добились наивысших показателей экономии энергоресурсов.

Более подробно экономия тепловой энергии в процентном отношении представлена в табл. 1

Таблица 1-Технические мероприятия по энергосбережению

№ п.п.	Наименование мероприятия	Пределы годовой экономии, %
Системы отопления		
1	Установка прибора учета тепловой энергии	До 30% от потребления тепловой энергии
2	Составление руководств по эксплуатации, управлению и обслуживанию систем отопления и периодический контроль со стороны руководства учреждения за их выполнением	5-10 % от потребления тепловой энергии
3	Гидравлическая наладка внутренней системы отопления , установка терморегуляторов перед радиаторами отопления	До 15 %
4	Автоматизация систем теплоснабжения зданий посредством установки индивидуальных тепловых пунктов (ИТП)	20-30 % от потребления тепловой энергии
5	Ежегодная химическая очистка внутренних поверхностей нагрева системы отопления и теплообменных аппаратов	10-15%
6	Снижение тепловых потерь через оконные проемы путем установки третьего стекла и утепление оконных рам	15-30 %

7	Улучшение тепловой изоляции стен, полов и чердаков	15-25 %
8	Снятие декоративных ограждений с радиаторов отопления и установка теплоотражателей за радиаторами	до 15 %
Системы горячего водоснабжения (ГВС)		
1	Составление руководств по эксплуатации, управлению и обслуживанию систем ГВС и периодический контроль со стороны руководства учреждения за их выполнением	5-10 % от потребления горячей воды
2	Автоматизация регулирования системы ГВС	15-30% от потребления тепловой энергии
3	Снижение потребления за счет оптимизации расходов и регулирования температуры	10-20 % от потребления горячей воды
4	Применение экономичной водоразборной арматуры	15-20 %
Системы водоснабжения		
1	Сокращение расходов и потерь воды	до 50 % от объема потребления воды
2	Применение частотного регулирования насосов систем водоснабжения	до 50 % потребляемой электроэнергии
3	Применение экономичной водоразборной арматуры	30-35 %
Системы вентиляции		
1	Замена устаревших вентиляторов с низким КПД на современные с более высоким КПД	20-30 % от потребления ими электроэнергии
2	Отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов и в нерабочее время	10 - 50 %
3	Применение блокировки вентилятора воздушных завес с механизмами открывания дверей	до 70% от потребляемой ими электроэнергии
4	Применение устройств автоматического регулирования и управления вентиляционными установками в зависимости от температуры наружного воздуха	10-15 %

Приведенные в таблице величины экономии энергоносителей являются ориентировочными. При проведении энергетического обследования появится возможность более точно рассчитать экономию энергоносителей от внедрения того или иного энергосберегающего мероприятия.

#### *Мероприятия по сокращению расхода энергоресурсов с показателями экономии*

Неплотность и отсутствие утепления окон и дверей приводит к увеличению расхода теплоты на отопление до 60%.

Установка теплоотражающей плёнки (теплового экрана) в межрамное пространство окна или замена окон на пластиковые позволит экономить до 10% теплоэнергии на отопление здания.

Перевод системы отопления на дежурный режим в нерабочее время, в праздничные и выходные дни позволит сэкономить 10–15% по отношению к теплоснабжению здания.

Внедрение пофасадного регулирования системы отопления позволит сэкономить 2–3% по отношению к теплоснабжению здания.

Снижение внутренней температуры в жилых домах в ночное время позволит сэкономить 2–3% по отношению к теплоснабжению здания.

Удаление отложений (накипи) со стенок теплоагрегатов позволит снизить расход тепла на 30% и более.

Восстановление теплоизоляции на трубопроводах систем отопления и систем ГВС позволит снизить тепловые потери на 7–9% от общего теплопотребления.

Применение регуляторов температуры в системах ГВС позволит сэкономить около 50% тепловой энергии, а при установке регуляторов температуры теплоносителя в системе отопления предполагаемая экономия составит около 15%.

Установка отражателя, представляющего собой теплоизоляционную прокладку с теплоотражающим слоем между отопительным прибором и стеной, позволит сэкономить 2–3% от общего потребления.

Установка эффективной водоразборной арматуры позволит сэкономить до 15–20% горячей воды.

Перевод системы с теплоносителя «пар» на теплоноситель «горячая вода» позволит сэкономить 20–30% тепла.

Наличие инфильтрации холодного воздуха в отапливаемых помещениях приводит к необходимости дополнительного расхода 10–15 ккал на каждый кубометр холодного воздуха.

В системах водо- и теплоснабжения, системах вентиляции и воздуховодах применение регулируемого электропривода экономит энергоносители до 50%.

Установленный регулируемый привод на насосе подкачки экономит электроэнергию на 54%, сокращает расход холодной питьевой воды на 34%, снижает избыточный напор.

*Замена существующих тепловых узлов в учебных корпусах ГУ на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП)*

Ощутимого эффекта экономии тепла в системах теплоснабжения можно достичь за счет автоматизации систем теплопотребления. Вместе с этим автоматизация позволяет существенно улучшить качество теплоснабжения, то есть подать потребителю тепловую энергию в соответствии с его потребностью, обеспечив необходимый комфорт. Наиболее полно и эффективно задачи автоматизации могут быть реализованы с помощью индивидуальных тепловых пунктов зданий (ИТП) с возможностью регулирования теплопотребления по желанию потребителя в зависимости от температуры наружного воздуха, назначения объекта и пр. Экономия при установке таких ИТП достигается за счет компенсации инертности источника тепла (котельной) в моменты изменения температуры наружного воздуха (погодная компенсация), а также за счет возможности автоматического снижения температуры внутри здания в ночное время и в выходные дни (для административных зданий, учебных корпусов и т.п.).

Продолжительность снижения температуры в нерабочее время определяется режимом работы здания. Наиболее целесообразная величина снижения температуры составляет 3–5°C. При более глубоком снижении температуры необходимо учитывать возможности теплоисточника быстро увеличить отпуск тепла при резком снижении температуры наружного воздуха. В любом случае, значение температуры в период снижения расхода тепла в общественных зданиях должно обеспечить отсутствие выпадения конденсата на стенах.

Предлагается автоматизировать тепловые пункты учебных корпусов 2, 7 и Лыжной базы. Пример схемы ИТП приведен на рис. 9.1.

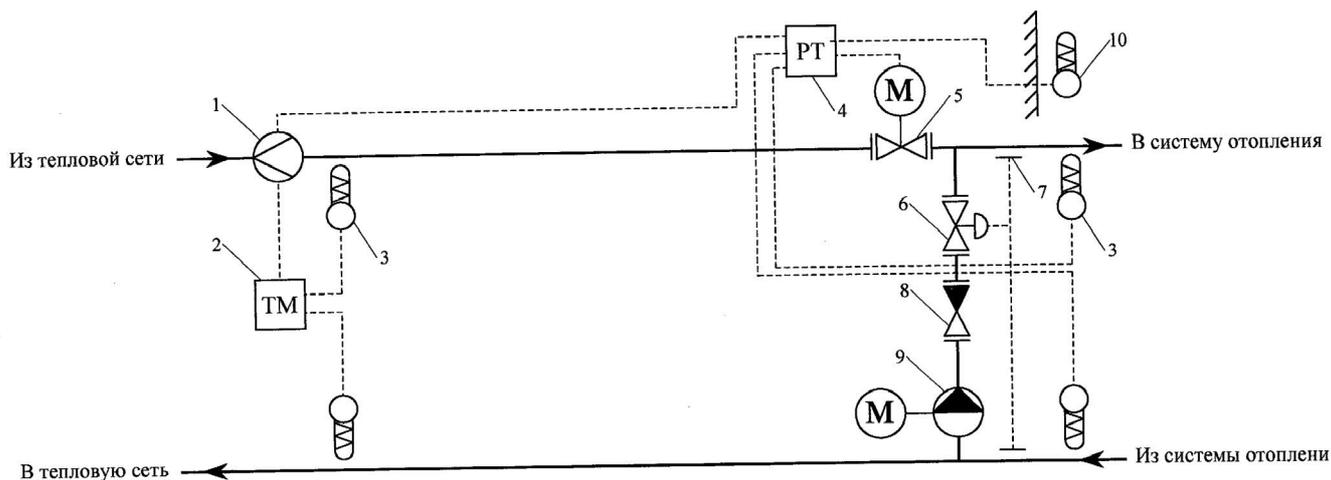


Рис. 9.1. Схема ИТП с зависимым присоединением системы отопления, с автоматическим регулированием расхода теплоты на отопление

1 - датчик расхода воды; 2 - теплосчетчик; 3 - датчик температуры теплоносителя; 4 - электронный регулятор; 5 - регулирующий клапан с электроприводом; 6 - регулятор перепада давлений (прямого действия); 7 - датчик давления воды в трубопроводе; 8 - обратный клапан; 9 - корректирующий подмешивающий насос; 10 - датчик температуры наружного воздуха.

*Расчет экономии тепла при применении электронных регуляторов температуры.*

(при 5-ти дневной рабочей неделе в 1 смену)

Длительность отопительного сезона в центральном регионе России составляет 220 дней или  $24 \times 220 = 5280$  час.

Число рабочих дней в отопительном сезоне:  $(220/7) \times 5 = 157$  дней или  $157 \times 9 = 1413$  час.

Число нерабочих дней  $(220/7) \times 2 = 63$  дня.

Общее число нерабочих часов -  $157 \times 15 + 63 \times 24 = 3867$  часов.

Удельный расход тепла за 1 час отопительного сезона -  $q = Q/5280$ , где Q - общий расход тепла за отопительный сезон.

Применяя регуляторы для поддержания температуры в нерабочее время на уровне 50 % от температуры в рабочее время и считая зависимость температуры от расхода тепла линейной, за отопительный сезон расход тепла составит:

$$Q_1 = (Q/5280) \times 1413 + 0,5 \times (Q/5280) \times 3867 = 0,63Q,$$

т.е. при 5-ти дневной рабочей неделе в одну смену применение регуляторов дает экономию тепла приблизительно 35 %.

Теплопроизводительность регуляторов 0,1...0,97 Гкал/час.

Пропускная способность за сезон:  $(0,1 \dots 0,97) \times 5280 = 528 \dots 5120$  Гкал.

Экономия тепла за сезон при применении регуляторов:  
 $(528 \dots 5120) \times 0,35\% = 185 \dots 1790$  Гкал.

Стоимость 1 Гкал составляет 941,05 руб./Гкал, т.е. экономия за отопительный сезон составит:

$$941,05 \text{ руб./Гкал} \times (185 \dots 1790) = 174\,094 \dots 1\,684\,479,5 \text{ руб.}$$

При этом, в расчетах не учтена экономия тепла за счет снижения избыточного нагрева в осенне-весенний период отопления и экономия за счет нагрева от производственного оборудования, бытовых приборов, солнечного освещения.

*Экономия тепла за счет установки пластиковых окон.*

Рассчитаем экономию тепловой энергии за счет замены окон в деревянных переплетах с двойным остеклением окнами в пластиковых переплетах с тройным остеклением. Площадь остекления и продолжительность отопительного периода перенять повариантно из

№ варианта	Площадь остекления, м <sup>2</sup>	Температура воздуха внутри помещения, °С	Температура наружного воздуха, °С	Продолжительность отопительного периода, ч
13	700	18	-28	5000

Потери теплоты через ограждающие конструкции рассчитываются по формуле :

$$Q_{tr1} = S_i(t_{вн} - t_{но}) \cdot (1 + \beta) / R_i$$

Где  $S_i$  – площадь ограждающей конструкции

$R_i$  – сопротивление теплоотдачи ограждающей конструкции

$\beta = 0,08$  – добавочные потери теплоты

$t_{вн}$  – Температура воздуха внутри помещения, °С

$t_{но}$  – Температура наружного воздуха, °С

$R_1 = 0,44$  м<sup>2</sup>час°С/ккал сопротивление теплоотдачи для двойного остекления

$R_2 = 0,6$  м<sup>2</sup>час°С/ккал сопротивление теплоотдачи для тройного остекления

$$Q_{tr1} = 700(18+28) \cdot (1 + 0,08) / 0,44 = 79036,36 \text{ ккал/ч}$$

$$Q_{tr2} = 700(18+28) \cdot (1 + 0,08) / 0,6 = 57960 \text{ ккал/ч}$$

Среднечасовые потери на нагревание инфильтрующегося воздуха через ограждающиеся конструкции определяется :

$$Q_{инф} = C \cdot G_i \cdot (t_{вн} - t_{но}) \cdot k$$

Где  $G_i$  – расход инфильтрующегося воздуха через ограждающие конструкции

$C = 0,239$  ккал/кг°С – удельная теплоемкость воздуха

$k = 0,8$  коэффициент учета влияния встречного потока в конструкциях;

Расход инфильтрующегося воздуха можно определить

$$G_i = G_{нi} \cdot S_i$$

$S_i$  – площадь ограждающих конструкций

$G_{нi}$  – нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций

$G_{н1} = 6$  кг/м<sup>2</sup>\*ч для дерева

$G_{н2} = 5$  кг/м<sup>2</sup>\*ч для пластика

$$Q_{инф} = 0,239 \cdot 6 \cdot 700(18+28) \cdot 0,8 = 36939,84 \text{ ккал/ч}$$

$$Q_{инф} = 0,239 \cdot 5 \cdot 700(18+28) \cdot 0,8 = 30783,2 \text{ ккал/ч}$$

Годовые потери тепловой энергии для каждого вида остекления:

$$Q_{ri} = (Q_{tr1} + Q_{инф1}) \cdot n_o$$

$n_o$  – продолжительность отопительного периода

$$Q_{r1} = (79036,36 + 36939,84) \cdot 5000 = 579881000$$

$$Q_{r2} = (57960 + 30783,2) \cdot 5000 = 443716000$$

Годовая экономия определяется :

$$\Delta Q = Q_{г.пл.} - Q_{г.дер.}$$

$$\Delta Q = 579881000 - 443716000 = 136165000 \text{ ккал}$$

*Основные параметры мероприятий по энергосбережению*

№ п.п.	Наименование мероприятия	Технические характеристики мероприятия	Стоимость внедрения меропр., тыс. руб	Потенциал экономии (в год)		Срок окупаемости, лет
				абс. ед.	тыс. руб	
1	<b>Замена существующих тепловых узлов в учебных корпусах ВГУ на автоматизированные индивидуальные тепловые пункты (ИТП)</b>					
1.1	Замена существующих тепловых узлов в учебном корпусе №2 на автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (ИТП)	установка автоматизированного ИТП	300	90 Гкал	85	3,52
1.2	Замена существующего теплового узла в учебном корпусе №7 на автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (ИТП)	установка автоматизированного ИТП	300	107 Гкал	100,5	2,99
1.3	Замена существующих тепловых узлов на лыжной базе на автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (ИТП)	установка автоматизированного ИТП	200	116,5 Гкал	116,5	1,72
2	<b>Установка теплоотражающих панелей за радиаторами отопления учебных корпусов ВГУ</b>					
2.1	Установка теплоотражающих панелей за радиаторами отопления в учебном корпусе №1	установка за радиаторами теплоотражающих панелей из алюминиевой фольги	252	108 Гкал	72	3,5
2.2	Установка теплоотражающих панелей за радиаторами отопления в учебном корпусе №2	установка за радиаторами теплоотражающих панелей из алюминиевой фольги	78	33 Гкал	22	3,5
2.3	Установка теплоотражающих панелей за радиаторами отопления в учебном корпусе №3	установка за радиаторами теплоотражающих панелей из алюминиевой фольги	188	80 Гкал	54	3,5
2.4	Установка теплоотражающих панелей за радиаторами отопления в учебном корпусе №4	установка за радиаторами теплоотражающих панелей из алюминиевой фольги	4	1,6 Гкал	1	4
3	<b>Отопление спортзалов ВГУ при помощи электрических установок лучистого инфракрасного обогрева</b>					
3.3	Отопление спортзала учебного корпуса №9 электрическими установками лучистого инфракрасного обогрева	отопление установками лучистого инфракрасного обогрева	269,8	107,3 Гкал	101	2,671