

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Смоленский государственный университет»

Кафедра физики и технических дисциплин

«Утверждаю»
Проректор по учебно-
методической работе
Устименко Ю.А.
«23» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.07.05 Физические принципы энергосберегающих технологий

Направление подготовки: **08.03.01 Строительство**

Направленность (профиль): **Промышленное и гражданское строительство**

Форма обучения: очно-заочная

Курс – 3

Семестр – 5

Всего зачетных единиц – 4, часов - 144

Форма отчетности: зачет – 5 семестр

Программу разработал

кандидат технических наук, доцент Аршиненко И. А.

Одобрена на заседании кафедры

«16» июня 2022 г., протокол №12

Заведующий кафедрой

Дюндин А.В.

Смоленск
2022

1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Физические основы энергосберегающих технологий» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, раздела «Дисциплины (модули)» учебного плана направления подготовки 08.03.01 Строительство (профиль «Промышленное и гражданское строительство»). Дисциплина изучается в 5 семестре и является основой для изучения курсов «Теплогазоснабжение с основами теплотехники», «Основы архитектуры и строительных конструкций», «Инженерные сети». Для успешного изучения дисциплины нужны компетенции, сформированные в процессе изучения дисциплин «Физика», «Механика жидкости и газа». Изучение этого курса сочетает основные классические и современные представления о физических явлениях и законах. Оно необходимо для формирования у студентов основ современного естественнонаучного мировоззрения, применяемых в практической профессиональной деятельности при решении прикладных задач в области строительства. Эта дисциплина позволяет заложить фундамент для понимания студентами:

- формирования теплового климата и микроклимата;
- традиционных и альтернативных источников и способов получения электроэнергии;
- преобразования электроэнергии в тепловую;
- основ процесса инсоляции промышленных и гражданских помещений, проектирования солнцезащиты;
- санитарно-гигиенических требований к нормированию тепловой среды;
- основ энергосберегающих технологий;
- основ взаимосвязи экологии и человеческой деятельности.

2 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<p>ПК-2. Способен разрабатывать проект производства работ</p>	<p>Знать: технические условия, строительные нормы и правила и другие нормативные документы по проектированию, технологии, организации строительного производства; основные положения по организации и управлению строительством; единую систему технологической подготовки производства; технические условия и другие нормативные материалы по разработке и оформлению технологической документации; состав проекта организации строительства и проекта производства работ; конструктивные схемы зданий и последовательность их возведения, методы расчета конструкций зданий и сооружений.</p> <p>Уметь: разрабатывать проектно-технологическую документацию; пользоваться компьютером с применением специализированного программного обеспечения.</p> <p>Владеть: навыками подготовки исходных данных для разработки проекта производства работ; разработки проекта производства работ в соответствии с требованиями строительных норм и правил в составе проекта организации строительства; выполнения привязки инвентарных временных зданий; разработка мероприятий по удешевлению строительства;; разработки нормативов</p>

	на отдельные виды работ, не включенные в действующие справочники для оперативно-го планирования строительного производства.
--	---

3. Содержание дисциплины

Общие сведения. Основные направления энергосбережения

Основные термины, определения, понятия. Энергосбережение, его причины и последствия. Источники энергии, и их виды. Природные источники энергии. Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Вторичные источники энергии. Производители и пользователи топливно-энергетических ресурсов.

Влияние ограждающих конструкций на тепловой режим зданий

Природно-климатические факторы. Тепловой и влажностный климат помещений. Термическое сопротивление ограждающих конструкций. Коэффициент теплопередачи. Значения нормативного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций. Формула Некрасова. Закон Фурье.

Пассивный дом

Формирование теплового микроклимата помещений. Источники и утечки тепла в доме. Энергосберегаемость. Энергоемкость здания. Пассивный дом. Требования, выдвигаемые к тепловому сопротивлению ограждающих конструкций пассивного дома.

Эффективные теплоизоляционные материалы

Теплоизоляционные материалы и теплоизоляционные изделия их виды и назначение. Классификация теплоизоляционных материалов. Основные технические характеристики теплоизоляционных материалов: теплопроводность, сжимаемость, водопоглощение, сорбционная влажность, морозостойкость, паропроницаемость, воздухопроницаемость, коэффициент температуропроводности, огнестойкость.

Энергоэффективное заполнение световых проемов здания

Современное состояние оконных заполнений. Требования к оконным заполнениям. Классификация окон. Достоинства и недостатки ПВХ профиля. Современные стеклопакеты строительного назначения. Устройство стеклопакета. Функции стеклопакетов. Низкоэмиссионные стекла.

Энергосбережение при освещении

Затраты на освещение в различных отраслях народного хозяйства России. Пути сокращения расхода электроэнергии на освещение. Типы осветительных ламп и их характеристики. Достоинства и недостатки различных видов осветительных ламп.

Энергосбережение в системах транспорта и распределения тепловой энергии

Расход топлива на цели теплоснабжения в России. Централизованное теплоснабжение. Децентрализация и регулирование теплоснабжения. Теплоснабжение производственных зданий. Возможности снижения расхода энергии системой отопления при использовании газовых систем лучистого отопления.

Нетрадиционные источники энергии

Роль возобновляемых источников энергии в решении глобальных проблем человечества. Солнечная энергия. Ветроэнергетика. Геотермальная энергия. Энергия волн. Энергия приливов. Малая гидроэнергетика.

Мировой опыт энергосбережения

Опыт энергосберегающей политики в США. Энергосбережение в промышленности Японии. Повышение эффективности использования энергии в промышленности Дании.

4. Тематический план

№ п/п	Разделы и темы	Всего часов	Формы занятий		
			Лекции	Практические	Сам. раб.
1	Введение. Общие сведения и основные направления энергосбережения. Влияние ограждающих конструкций на тепловой режим зданий. Пассивный дом.	30	4	2	24
2	Эффективные теплоизоляционные материалы. Энергоэффективное заполнение световых проемов здания. Энергосбережение при освещении.	30	2	4	24
3	Энергосбережение в системах транспорта и распределения тепловой энергии.	30	2	4	24
4	Нетрадиционные источники энергии	28	2	2	24
5	Мировой опыт энергосбережения	22	2	0	20
	<i>Контроль</i>	4	-	-	4
	Итого	144	12	12	116+4

5. Виды образовательной деятельности

Занятия лекционного типа

1. Общие сведения. Основные направления энергосбережения. Влияние ограждающих конструкций на тепловой режим зданий. Пассивный дом
2. Эффективные теплоизоляционные материалы. Энергоэффективное заполнение световых проемов здания
3. Энергосбережение при освещении
4. Энергосбережение в системах транспорта и распределения тепловой энергии
5. Нетрадиционные источники энергии
6. Мировой опыт энергосбережения

Практические занятия

Занятие 1. Теплофизические характеристики строительных материалов

Задача 1

Кубический образец каменного материала размером $a=10$ см имеет в воздушно-сухом состоянии массу 2,2 кг. Вычислить ориентировочно коэффициент теплопроводности и определить возможное наименование этого материала.

Задача 2.

Определить среднюю плотность и коэффициент теплопроводности, установить примерное название материала, если образец из него имеет форму куба с ребром 3 см и массу 32,4 г.

Задача 3.

Образец каменного материала в форме куба со стороной 10 см имеет массу в сухом состоянии 1,7 кг. Вычислить ориентировочно коэффициент теплопроводности и возможное наименование этого материала.

Задача 4.

Через наружную стену из кирпича площадью $A=25,5 \text{ м}^2$ проходит за 24 ч $Q=76000 \text{ кДж}$ теплоты. Толщина стены 51 см. Температура внутренней (теплой) поверхности стены $t_1=15^\circ\text{C}$, наружной (холодной) $t_2=-12^\circ\text{C}$. Рассчитать теплопроводность кирпичной кладки.

Задача 5.

Наружная поверхность стены из газобетона толщиной 300 мм имеет температуру -12°C , а внутренняя $+18^\circ\text{C}$. Через стену площадью 18 м^2 проходит в течение 6 ч 7000 кДж тепла. Вычислить коэффициент теплопроводности газобетона.

Задача 6.

Через наружную стену из кирпича площадью $A=25,5 \text{ м}^2$ проходит за 24 ч $Q=76000 \text{ кДж}$ теплоты. Толщина стены 51 см. Температура внутренней поверхности стены $+18^\circ\text{C}$, наружной -12°C . Рассчитать теплопроводность кирпичной кладки.

Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Образец каменного материала в форме куба со стороной 10 см имеет массу в сухом состоянии 1,5 кг. Определить ориентировочно коэффициент теплопроводности и возможное наименование этого материала.

Задача 2. Воспользовавшись формулой В.П. Некрасова, вычислить ориентировочно теплопроводность следующих строительных материалов со средней плотностью:

- гранита $\rho=2500 \text{ кг/м}^3$;
- песчаника $\rho=1800 \text{ кг/м}^3$;
- известняка-ракушечника $\rho=1100 \text{ кг/м}^3$;
- туфа $\rho=800 \text{ кг/м}^3$;
- газосиликата $\rho=360 \text{ кг/м}^3$;
- газостекла $\rho=200 \text{ кг/м}^3$;

Занятие 2. Зависимость коэффициента теплопроводности строительных материалов от температуры, плотности и влажности

Задача 1.

Теплопроводность фибролита со средней плотностью 400 кг/м^3 в сухом состоянии при 25°C составляет $0,1 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$. Вычислить расчетное значение теплопроводности λ :

а) при $t=0^\circ\text{C}$;

б) при $t=25^\circ\text{C}$ и влажности по массе $W_m=20\%$.

Задача 2

Теплопроводность газосиликата со средней плотностью 360 кг/м^3 в сухом состоянии при 25°C составляет $0,085 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$. Вычислить расчетное значение теплопроводности:

а) при 0°C ;

б) при 25°C и влажности по массе $W_m=20\%$.

Задача 3

Вычислить среднюю плотность керамзитобетона при теплопроводности 0,14; 0,2; 0,25;

0,35 $\text{Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$, воспользовавшись формулой: $\lambda = \frac{0,43 \cdot \rho}{1000} - 0,14$.

Задача 4

Блок из теплоизоляционной пластмассы (пенополистирола ПСБ-С) имеет длину 1000 мм, ширину 500 мм, высоту 300 мм и массу 3 кг. При хранении его на открытом воздухе в течение 28 суток гигроскопическая влажность по массе составила 85%. Вычислить теплопроводность влажного пенополистирола, если теплопроводность его в сухом состоянии $0,043 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$.

Задача для самостоятельного решения

Вспученный вермикулит, перлитовые ГОСТ 10832-91 и совелитовые изделия при 0°C имеют одинаковую величину коэффициента теплопроводности $0,043 \text{ Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$. Какое значение теплопроводности будут иметь эти материалы при 500°C , если значения коэффициента β для них в зависимости $\lambda_t = \lambda_0(1 + \beta t)$, (где λ_0 – коэффициент теплопроводности

при 0°C) будут соответственно 0,00027, 0,00019 и 0,00015 Вт/(м $^{\circ}\text{C}$)? Охарактеризуйте возможности использования этих теплоизоляционных материалов.

Занятие 3. Расчет толщины слоя эквивалентной теплоизоляции

Задача 1.

Необходимо заменить существующую теплоизоляцию из пенобетонных плит со средней плотностью 500 кг/м 3 и толщиной 100 мм на теплоизоляцию из каменной ваты марки D100. Температура изолируемой поверхности 300°C , а температура поверхности изоляции 25°C . Вычислить толщину нового теплоизоляционного слоя из каменной ваты.

Задача 2

Обычный керамзитобетон на кварцевом песке имеет среднюю плотность 1100 кг/м 3 , а поризованный (пенокерамзитобетон) – 450 кг/м 3 . Какой толщины следует изготовить стеновые блоки из пенокерамзитобетона, если равноценные по термическому сопротивлению блоки из обычного керамзитобетона имеют толщину 500 мм?

Задача для самостоятельного решения

Требуется заменить теплоизоляцию трубопровода наружным диаметром 57 мм состоящую из двух слоев вулканитовых полуцилиндров толщиной 50 мм каждый с коэффициентом теплопроводности 0,081 Вт/(м $^{\circ}\text{C}$) на аналогичные изделия из пенополиуретана с коэффициентом теплопроводности 0,041 Вт/(м $^{\circ}\text{C}$). Какой потребуются дополнительный слой мастики из севелита с коэффициентом теплопроводности 0,12 Вт/(м $^{\circ}\text{C}$), чтобы не изменилось общее термическое сопротивление теплоизоляционного слоя?

Занятие 4. Теплоемкость ограждающих конструкций и тепловая инерция зданий

Наряду с теплоизоляцией существенным для микроклимата помещений является способность к аккумуляции тепла. Теплоемкость материалов является важной характеристикой в тех случаях, когда необходимо учитывать аккумуляцию тепла, например, при расчете и проектировании теплоустойчивости ограждений (стен, перекрытий, и т.д) с целью сохранения температуры в помещении без резких колебаний при изменении теплового режима

Задача 1.

Какое количество теплоты потребуется, чтобы нагреть от 10°C до 30°C стену из ячеистого бетона плотностью 550 кг/м 3 , площадью 20 м 2 и толщиной 25 см и такую же стену из древесины такой же средней плотности?

Задача 2.

Сплошная однослойная стеновая панель размером 6х2,6х0,2 м изготовлена из газобетона со средней плотностью 700 кг/м 3 , а панель размером 7х2,9х0,2 м – из газобетона с плотностью 500 кг/м 3 . Сравнить количество теплоты, необходимое для нагрева панелей от 5°C до 25°C , если удельная теплоемкость газобетона со средней плотностью 500 кг/м 3 равна 0,63 кДж/(кг $^{\circ}\text{C}$), а со средней плотностью 700 кг/м 3 – 1,05 кДж/(кг $^{\circ}\text{C}$).

Занятие 5. Энергосбережение при транспортировке тепловой энергии

Цель занятия: изучить вопросы энергосбережения и методики определения потерь при транспортировке тепловой энергии.

Транспортировка преобразованной энергии в виде энергоносителей проводится в большинстве случаев по трубопроводам, что сопряжено ее потерями на преодоление гидравлического сопротивления. Дополнительная составляющая потеря энергии в виде теплоты присутствует при транспортировке горячих энергоносителей – воды и пара, воздуха и др. Передача теплоты от источника потребителям осуществляется с помощью систем теплоснабжения, которые включают источник, тепловую сеть и потребителей. Наиболее распространенными источниками теплоснабжения являются энергетические установки: ТЭЦ, атомные станции теплоснабжения (АСТ) и котельные. Тепловая сеть включает систему трубопроводов (теплопроводов), по которым теплоноситель (горячая вода или пар) переносит теплоту от источника к потребителям и возвращается обратно к источнику. Потребителями теплоты являются промышленные и коммунально-бытовые предприятия, жилые, общественные и административные здания Отпускаемая теплота расходуется на технологические нужды, отопление, горячее водоснабжение, вентиляцию. Реальные тепло-

вые сети отличаются чрезвычайной разветвленностью и могут включать несколько источников теплоты – ТЭЦ или котельные. Отдельные магистрали таких сетей связаны перемычками и имеют закольцованные участки, что повышает надежность снабжения теплотой. Транспортировка теплоты осуществляется с помощью теплопроводов. Современные теплопроводы изготавливают в заводских условиях и конструктивно включают:

- стальную трубу для транспортировки энергоносителя;
- тепловую изоляцию из пенополиуретана с коэффициентом теплопроводности от 0,02 до 0,027 Вт/(м·К);
- защитный кожух из пластмассы.

Кроме того, теплопроводы оснащены определителем течи, что позволяет точно устанавливать место повреждения и быстро устранять неисправности.



Рис. Схема предварительно изолированного теплопровода

Благодаря пластиковому защитному кожуху и жесткому сцеплению изоляции такие теплопроводы герметичны и выдерживают механические нагрузки со стороны грунта. Данные теплопроводы являются перспективными и прокладываются непосредственно в грунте, что сокращает затраты на их монтаж и эксплуатацию. Они надежны и удобны в обслуживании. Для сведения тепловых потерь к минимуму при монтаже теплопроводов предусмотрена технология герметизации швов на стыках и других элементов – задвижек, переходников. В настоящее время наиболее распространены теплопроводы с прокладкой в непроходных каналах или с надземной прокладкой. Они оснащены теплоизоляцией из минеральной ваты. Коэффициент теплопроводности сухой минеральной ваты в два раза выше, чем пенополиуретана. Из теплопроводов формируется тепловая сеть, связывающая источники энергии с потребителями. Этот фактор учитывается таким параметром, как протяженность теплопроводов.

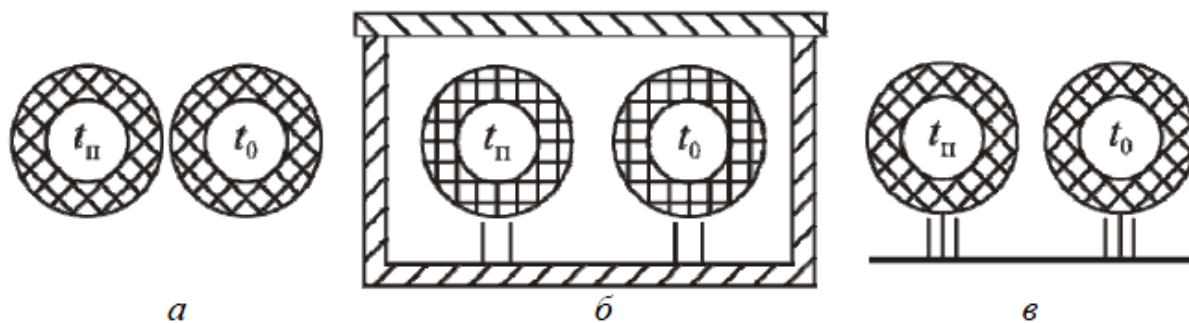


Рис. Схемы прокладки типичных теплопроводов замкнутой системы теплоснабжения: а – подземный предизолированный теплопровод с заводской изоляцией из пенополиуретана; б – подземный теплопровод в непроходном канале с изоляцией из минеральной ваты; в – надземный теплопровод.

При транспортировке теплоты имеются потери в окружающую среду, величина которых зависит как от разности температур теплоносителя и окружающей среды, так и от качества тепловой изоляции теплопроводов. Основной характеристикой теплоизоляционных материалов является коэффициент теплопроводности, который зависит от применяемого материала и его влажности; с ростом влажности материала коэффициент теплопроводности увеличивается. Потери теплоты при транспортировке теплоносителей связаны с их охлаждением, а при использовании пара появляются дополнительные потери, обусловленные конденсацией. В общем случае при транспортировке потери теплоты в окружающую среду можно рассчитать по данным измерений на основе уравнения теплового баланса: $Q = G_{\text{ср}}(t_1 - t_2) + rG_{\text{к}}$,

где G – массовый расход однофазного энергоносителя (пар или жидкость), кг/с;

c_p – удельная теплоемкость теплоносителя при постоянном давлении, Дж/(кг·К);

t_1 и t_2 – температура теплоносителя соответственно на входе и выходе рассматриваемого участка сети;

r – теплота конденсации, Дж/кг;

$G_{\text{к}}$ – расход сконденсировавшегося теплоносителя, кг/с.

Потери тепловой энергии надземным теплопроводом в окружающую среду можно довольно просто оценить на основании уравнения теплопередачи. При этом тепловой поток удобно отнести к длине теплопровода l .

Тогда $Q = q_l l = k_l \Delta t l$,

где q_l – линейная плотность теплового потока, Вт/(м·°С);

k_l – линейный коэффициент теплопередачи, Вт/(м·°С);

$\Delta t \approx t_1 - t_2$ – температурный напор, °С.

Линейный коэффициент теплопередачи через многослойную стенку предизолированного теплопровода определяется по соотношению:

$$k_l = \left(\frac{1}{\alpha_T \pi D_e} + \frac{1}{2\pi\lambda} \ln \frac{D_{\text{н}}}{D_{\text{в}}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{и}}} \ln \frac{D_{\text{н}}}{D_{\text{н}}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{\text{к}}} \ln \frac{D_{\text{к}}}{D_{\text{н}}} + \frac{1}{\alpha_{\text{в}} \pi D_{\text{к}}} \right)^{-1}, \text{ где}$$

$\alpha_{\text{т}}$, $\alpha_{\text{в}}$ – коэффициенты теплоотдачи со стороны теплоносителя и воздуха соответственно, Вт/(м²·°С);

λ , $\lambda_{\text{и}}$, $\lambda_{\text{к}}$ – коэффициенты теплопроводности соответственно трубы, изоляции и защитного кожуха, Вт/(м·°С);

$D_{\text{в}}$, $D_{\text{н}}$, $D_{\text{и}}$, $D_{\text{к}}$ – внутренний и наружный диаметры водопроводной трубы, изоляции и защитного кожуха.

Задача 1

По чугунному теплопроводу диаметром 60×3,5 мм движется пар с температурой $t_{\text{п}} = 325$ °С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе $\alpha_1 = 110$ Вт/(м²·К). Окружающий наруж-

ный воздух имеет температуру $t_b = 20$ °С. Найти удельные тепловые потери, если теплопровод изолирован слоем пеношамота толщиной 70 мм, а коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $\alpha_2 = 15$ Вт/(м² · К). Коэффициент теплопроводности чугуна равен 90 Вт/(м · К), а пеношамота – 0,29 Вт/(м · К).

Задача 2

По пеноуретановому теплопроводу диаметром 50×1,5 мм движется вода с температурой $t_p = 150$ °С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе $\alpha_1 = 50$ Вт/(м² · К). Окружающий наружный воздух имеет температуру 20 $t_b =$ °С.

Найти удельные тепловые потери, если теплопровод изолирован слоем пеношамота толщиной 70 мм, а коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $\alpha_2 = 15$ Вт/(м² · К). Коэффициент теплопроводности стали равен 200 Вт/(м · К), а пеношамота – 0,29 Вт/(м · К).

Задача для самостоятельного решения

По чугунному теплопроводу диаметром 150×5 мм движется пар, температура которого $t_p = 400$ °С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе $\alpha_1 = 110$ Вт/(м² К). Окружающий наружный воздух имеет температуру 5 $t_b =$ –5 °С.

Найти удельные тепловые потери, если теплопровод изолирован слоем пеношамота толщиной 50 мм, а коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $\alpha_2 = 50$ Вт/(м² · К). Коэффициент теплопроводности чугуна равен 90 Вт/(м · К), а пеношамота – 0,29 Вт/(м К).

Занятие 6. Расчет ветровой электрической станции

Цель занятия: изучить методику расчета ветровых электрических станций.

Ветер – движение воздуха относительно земной поверхности, которое характеризуется силой ветра (м/с, км/ч) и его направлением (град).

Ветровая энергия – способность ветра производить работу, оказывая давление на препятствия.

Ветровой режим – ветровые условия в данной местности, характер распределения и изменения скоростей ветра и его направлений, их годовой и суточный ход.

Диапазон скоростей ветра для работы:

2–3 м/с – скорость для начала трогания ветроколеса;

18–20 м/с – максимальная рабочая скорость, 24–28 м/с – это буря. Бурные ветры, как правило, кратковременные и большого влияния на суммарную выработку ЭЭ не оказывают, но по ним рассчитывают механическую прочность всех сооружений ветровой электростанции.

Мощность ветросиловой установки определяют мощностью ветрового потока, вращающего ветроколесо различной конфигурации, или пропеллер (далее – ветроколесо). Мощность ветрового потока зависит от его плотности, скорости и площади поперечного сечения, проходящего через ветродвигатель.

Для ветроколеса это активная площадь поперечного сечения $F = \pi(D^2 - d^2)/4$, где

D - внешний диаметр ветроколеса;

d – внутренний диаметр ветроколеса (расстояние между внутренними концами двух противоположных лопаток).

При больших внешних диаметрах ветроколеса для предварительных расчетов можно пользоваться упрощенной формулой: $F = \pi D^2/4$.

Мощность воздушного потока можно подсчитать, используя уравнение кинетической энергии для тела массой m , движущегося со скоростью v : $E = mv^2/2$.

Если в уравнение в это уравнение вместо массы m подставить значение массы воздушного потока, проходящего через поперечное сечение в одну секунду (единичную массу m_0), то получим выражение мощности воздушного потока: $N = m_0 v^2/2$. Единичная масса может быть выражена через плотность и расход потока: $m_0 = \rho Q = \rho F v$, где ρ – плотность ветрового потока; v – скорость воздушного потока. После подстановки получим: $N = \rho F v^3/2$.

Пример выполнения расчета.

Определение скорости ветра

1. Исходные данные представлены на следующем рисунке.

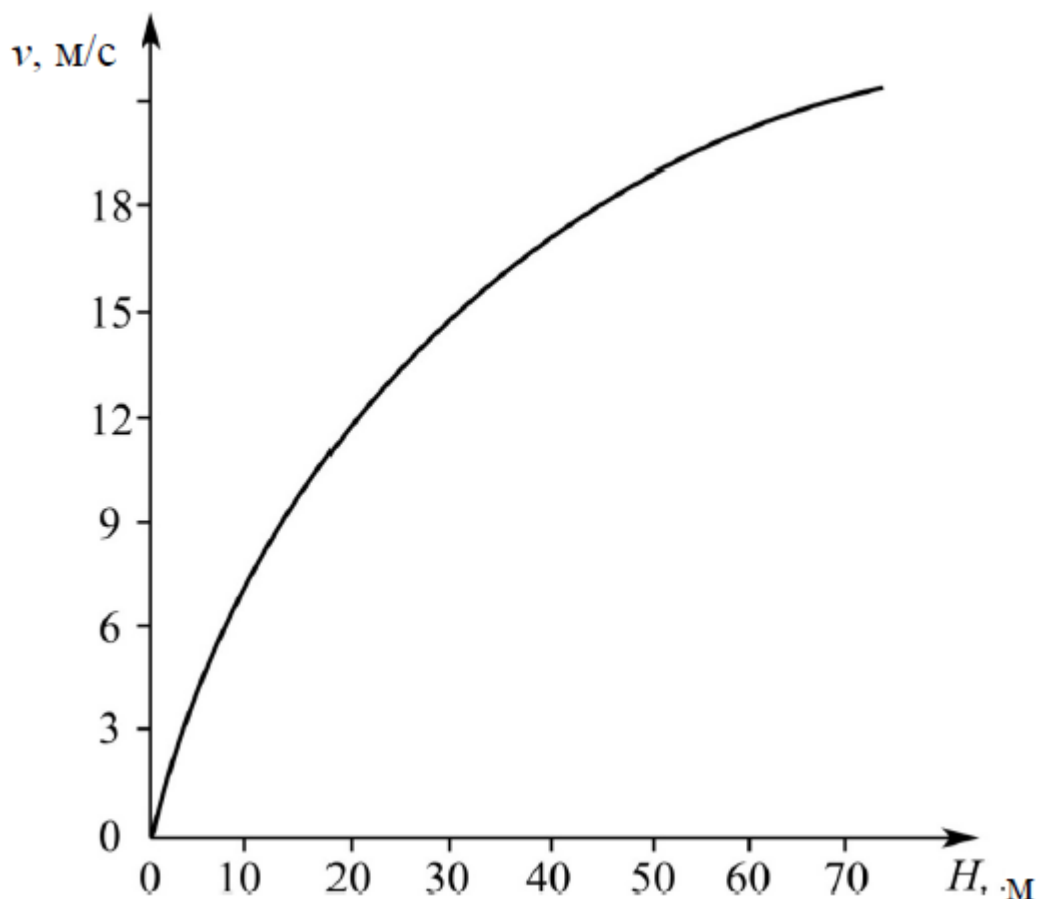


Рис. Изменение скоростей ветра по высоте

2. При выполнении расчетов по рисунку методом кусочно-линейной аппроксимации определяем изменения скоростей ветра по трем характерным участкам и по уравнению прямой находим средние значения скоростей ветра на каждом участке: v_{\min} , v_{cp} , v_{\max} , которые заносим в таблицу. Например,

$v_{\min} = a + bH_{\min}$, где v_{\min} - скорость ветра на участке с минимальными скоростями, м/с; H_{\min} - высота точки измерения ветра на участке с минимальными скоростями, м. Аналогично следует определить параметры двух других участков со средними и максимальными скоростями.

Таблица 1. Средние скорости ветров на участках

Номер рисунка $v=f(H)$	Скорости ветра на участках, м/с											
	a_1	b_1	H_{\min}	v_{\min}	a_2	b_2	H_{cp}	v_{cp}	a_3	b_3	H_{\max}	v_{\max}

3. Значения скорости ветра из таблицы 1 принимаем за 100 % в январе (утренний период) и заносим в ячейку (стр. 3 x стб. 3) в таблицу 2.

4. Находим средние скорости ветра в течение суток и по месяцам.

Таблица 2. Распределение скоростей ветра по месяцам и по характерным интервалам в течение суток

Месяц	Номер строки	Скорость ветра, %				Среднесуточная
		6-9 ч	10-17 ч	18-22 ч	23-5 ч	

1-й	1-я					
2-й	2-я					
3-й	3-я					
4-й	4-я					
...
Среднемесячная	13-я					

5. По данным распределения скоростей ветра в течение суток и по месяцам (см табл.2) определяем расчетные скорости ветра в течение года по месяцам, значения которых заносим в табл.3 (средние значения скоростей ветра по часам суток и по месяцам).

Таблица 3. Значения скоростей ветра по месяцам в течение года

Месяц	Номер строки	Скорость ветра, %				Среднесуточная
		6-9 ч	10-17 ч	18-22 ч	23-5 ч	
1-й	1-я					
2-й	2-я					
3-й	3-я					
4-й	4-я					
...
Среднемесячная	13-я					

6. По определенной скорости ветра и заданному диаметру ветроколеса и по формулам находим выработку мощности в течение года по часам суток и по месяцам. Результаты заносим в таблицу, аналогичную табл.3.

7. Определяем выработку электроэнергии умножением вырабатываемой мощности на продолжительность характерного периода из табл.3. Результаты заносим в таблицу, аналогичную по форме табл.3.

8. Суммируя месячную выработку электроэнергии, находим ее годовую выработку.

9. Повторяем все расчеты для рабочего колеса диаметром в 10 и 30 м.

Задача.

1. Аппроксимировать зависимость скорости ветра от высоты тремя прямыми.

2. Рассчитать среднюю скорость ветра на каждом участке.

3. Рассчитать мощность ветровой электростанции на каждом участке, приняв диаметр рабочего колеса 10 м и плотность воздуха $\rho = 1,3 \text{ кг/м}^3$.

4. Принять рассчитанное значение мощности как мощность первого суточного интервала января месяца.

5. Определить суточную выработку электроэнергии одного дня каждого месяца по процентной выработке характерных временных участков одних суток.

6. Определить выработку ветровой энергии за каждый месяц и за год для минимальных средних и максимальных скоростей ветра и ветровых колес разных диаметров.

7. Результат выбора мощности свести в таблицы.

8. Повторить расчеты для диаметров колеса в 20 и 30 м.

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа выполняется индивидуально каждым студентом в виде выполнения заданий (дополнительно к подготовке к практическим занятиям) по основным темам дисциплины и курса по выбору студента "Физические основы энергосберегающих технологий". Тематика заданий для самостоятельной работы соответствует основным те-

мам курса. Самостоятельная работа состоит в подготовке и написании рефератов – в каждой теме по одному реферату в объёме 5-6 стр.

Такая работа необходима для закрепления знаний, полученных во время лекций, для приобретения навыков работы с учебной литературой и способности самостоятельно решать поставленные задачи.

В случае необходимости преподаватель проводит консультации по учебным вопросам и выполнению заданий для самостоятельной работы. Консультации являются одной из форм руководства самостоятельной работой студентов и оказания им помощи в усвоении учебного материала. Консультации имеют, в основном, индивидуальный характер, но допускают и групповую форму проведения.

Темы рефератов

1. Традиционные теплоизоляционные строительные материалы
2. Теплоизоляционные материалы на основе нанотехнологий
3. Традиционные влагостойкие строительные материалы
4. Гидрофобизаторы
5. Влияние кондиционеров на климат помещений
6. Влияние дефектов на теплоизоляцию и влажность
7. Капитальные затраты и эксплуатационные расходы тепловой сети
8. Влияние климатических условий на строительство зданий и сооружений
9. Климатические зоны России и их основные параметры
10. Основные свойства энергосберегающих люминесцентных и светодиодных ламп
11. Нормы освещённости рабочих зон на предприятиях и в быту
12. Расчёт количества источников искусственного освещения помещений
13. Светопоглощающие и светопропускающие материалы
14. Проблемы современного остекления помещений
15. Альтернативные источники искусственного освещения
16. Принцип работы солнечных батарей
17. Материалы и конструкции для обеспечения солнцезащиты
18. Инсоляция промышленных и гражданских зданий
19. Получение и использование энергии солнца, солнечные станции
20. Получение и использование энергии ветра, ветряные станции
21. Получение и использование энергии воды, гидроэлектростанции
22. Получение и использование тепловой энергии, теплоэлектростанции
23. Получение и использование атомной энергии, атомные электростанции
24. Воздействие электростанций на окружающую среду
25. Проблемы создания управляемого термоядерного синтеза
26. Потери тепловой и электрической энергии при её передаче
27. Альтернативные источники энергии

6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины (модуля)

6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации

Текущая аттестация проводится в форме опроса. Студенту предлагается ответить на два вопроса. Теоретические вопросы для опроса берутся из следующего списка:

1. Перечислите основные постановления и нормативные акты в области энергосбережения РФ.
2. Назовите действующие нормативные Законы Российской Федерации и постановления Правительства Российской Федерации по энергосбережению.
3. Каковы основные принципы энергосберегающей политики России?
4. Назовите основные принципы управления в области энергосбережения.
5. Перечислите основные производственные топливно-энергетические ресурсы.
6. Дайте определение коэффициента полезного использования энергоносителя.
7. Основные задачи энергетического анализа.
8. Интегральные критерии финансово-экономической оценки инвестиций.
9. Климатические характеристики климата.
10. Градостроительные решения с точки зрения энергосбережения.
11. Мероприятия по энергосбережению в градостроительстве для групп населений.
12. Критерии системного подхода к энергосбережению в зданиях.
13. Влияние формы здания на энергоэкономические показатели здания.
14. Влияние конфигурации плана здания на его энергопотребление.
15. Влияние блокировки зданий на тепловые потери.
16. Влияние абсолютных размеров на энергоэкономические показатели.
17. Своевременные теплоизоляционные материалы используемые при строительстве наружных ограждающих конструкций.
18. Пассивные системы утилизации солнечной энергии.
19. Активные системы утилизации солнечной энергии. Первые теоретические разработки в области в России.
20. Основные этапы процесса обоснования энергосбережения в зданиях.
21. Выбор и обоснование оптимальных объемно-планировочных и конструктивных решений. Объемно-планировочные характеристики здания.
22. Показатели и параметры, влияющие на энергопотребление здания. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.
23. Определение технико-экономических и энергетических показателей строительства при различных вариантах энергосбережения в зданиях.
24. Определение энергетических потребностей при возведении и эксплуатации зданий.
25. Оценка эффективности энергосбережения в здании и выбор оптимального проектного варианта ЗЭИЭ.
26. Охарактеризуйте основные тенденции и особенности в области энергосбережения в зарубежных государствах.
27. Какова роль государственного регулирования в области энергосбережения за рубежом?
28. Каковы особенности энергетического менеджмента в промышленности, строительстве, на транспорте в зарубежных странах?
29. Охарактеризуйте механизмы стимулирования внедрения возобновляемых источников энергии за рубежом.
30. Каковы направления реализации политики энергосбережения в США?
31. Каковы направления реализации политики энергосбережения в Японии?
32. Каковы механизмы реализации энергосберегающей политики в Дании?

Критерии оценивания:

Студенту проходит текущую аттестацию в случае, если он отвечает правильно более чем на 50% задания.

6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

Студенту выставляется «зачет», если он выполнил практические работы, владеет программным материалом, знает основные теоретические положения изучаемого курса, обладает достаточными для продолжения обучения и предстоящей профессиональной деятельности, знаниями. При ответах допускает малосущественные погрешности, испытывает незначительные затруднения при решении задач.

Студенту выставляется «незачет», если он не выполнил практические работы, имеет серьезные пробелы в знании учебного материала, в умении решать задачи; его уровень знаний недостаточен для дальнейшей учебы и будущей профессиональной деятельности.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

7.1. Основная литература

1. Архитектурная физика: Учеб. для вузов / В. К. Лицкевич, Л. И. Макриненко, И. В. Мигалина и др.: Под ред И. В. Оболенского. – М.: Стройиздат, 2007. 448 с.
2. Аззамасов В. Б., Волчков А. Н., Головин В. А. и др. Материаловедение и технология конструкционных материалов: учебник для студентов вузов. – М.: Академия, 2009.
3. Горин В. А. Гражданские здания массового строительства: учеб.пособие для студентов вузов по направлению подгот. "Строительство" / В. А. Горин. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2013.
4. Конструкции из дерева и пластмасс: учебник для студентов вузов по спец. "Пром. и гражд. стр-во", "Проектирование зданий" направления "Стр-во"/ Авт. : Э. В. Филимонов, М. М. Гаппоев, И. М. Гуськов и др. - 6-е изд., перераб. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010.
5. Кочерженко, Владимир Васильевич Технология возведения подземных сооружений: учеб. пособие для студентов вузов по строит. специальностям / В. В. Кочерженко. - 2-е изд., доп. и изм. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009.
6. Лахтин Ю. М. Материаловедение: учебник для студентов технических учебных заведений. – М.: Альянс, 2009.
7. Маклакова Т. Г. Конструкции гражданских зданий: учебник для студентов вузов по всем строит. спец. / Т. Г. Маклакова, С. М. Нанасова. - 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2012.
8. Рыбьев И. А., Казенкова Е. П., Кузнецова Л. Г. и др. Материаловедение в строительстве: учебное пособие для студентов по специальности 270102. М.: Академия, 2008.
9. Соловьев А. К. Физика среды: учебник для студентов вузов / А. К. Соловьев. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.
10. Справочник новейших технологий в строительстве и ремонте / Авт.-сост. В. С. Котельников. - Ростов н/Д: Феникс, 2013.
11. Строительные материалы: Материаловедение. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов вузов по строит. спец./ В.Г. Микульский , Г.И. Горчаков, В.В. Козлов и др.; под общ. ред. В.Г. Микульского, Г.П. Сахарова. - 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.
12. Климова, Г. Н. Электрические системы и сети. Энергосбережение : учебное пособие для среднего профессионального образования / Г. Н. Климова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 179 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-10362-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475673>.
13. Ларкин, Д. К. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие для вузов / Д. К. Ларкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 246 с. —

(Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12032-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/446682>.

7.2. Дополнительная литература

1. Гусев Н. М. Основы строительной физики: Учеб. Для вузов. – М.: Стройиздат, 2005. 440 с.
2. Детлаф А. А., Яворский Б. И. Курс физики. – М.: Высшая школа, 1989.
3. Ковригин С. Д. Архитектурно-строительная акустика: Учеб. Для вузов. – М.: Высш. Шк., 1996. 225 с.
4. Лицкевич В. К. Жилище и климат. – М.: Стройиздат, 2004. 288 с.
5. Оболенский Н.В. Архитектура и Солнце. – М.: Стройиздат. 1988. 208 с.
6. Орлова Л.Н. Метод энергетической оценки и регулирования инсоляции на жилых территориях. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – М., МИСИ. 1985. 188 с.
7. Савельев И. В. Курс общей физики. Термодинамика и молекулярная физика. Т.2 – М.: Наука, 2005.
8. Серов Е. Н. Проектирование деревянных конструкций: учеб. пособие для студентов вузов по спец. 270102 "Промышленное и гражданское строительство" / Е. Н. Серов, Ю. Д. Санников, А. Е. Серов; под ред. Е. Н. Серова. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.
9. Строительная климатология: Справ. Пособие к СНиПу. – М.: Стройиздат, 2000. 88 с.
10. Строительство и реконструкция зданий и сооружений городской инфраструктуры: научно- справоч. пособие : В 3-х т/ под общ. ред. В. И . Теличенко. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов: МГСУ, 2009.
11. Фокин К. Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. – М.: Стройиздат, 2003. 287 с.
12. СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника» / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001. 29 с.
13. [СНиП 2.01.01-82](#). Строительные климатология и геофизика.
14. [СНиП 2.07.01-89*](#). Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
15. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение /Минстрой России. – М.: ГП ЦПП, 1995. 35 с.
16. СНиП 23-01-99. Строительная климатология / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. 56 с.
17. МГСН 2.01-99 «Энергосбережение в зданиях»
18. СНиП 31-02-2001 «Дома жилые многоквартирные»
19. [СанПин 2.2.1/2.1.1.1278-03](#). Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
20. СП 23-102-2003 « Естественное освещение жилых и общественных зданий»
21. Шерешевский И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: учеб. пособие для студентов арх., строит., технолог.фак. вузов / И. А. Шерешевский; науч. ред. Л.Л. Шаповалов. - М.: Архитектура - С, 2012.

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- <http://zeleneet.com/> - энергосберегающие технологии в строительстве;
- <http://proekt-sam.ru/proektdoma/passivnyj-dom-principy-i-texnologii-stroitelstva.html> - пассивное энергосбережение;
- http://www.dzbg.ru/production/mirovoj_opyt_primeneniya_energoberezeniya_v_stroitelstve/ - мировой опыт энергосбережения;

- https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=9 – энергосбережение при реконструкции;
- <http://3ys.ru/teplogazosnabzhenie-i-ventilyatsiya/energoberezhnie-v-sistemakh-otopleniya-ventilyatsii-i-konditsionirovaniya-vozdukha.html> - энергосбережение в системах вентиляции и кондиционирования;
- <http://proekt-sam.ru/proektsistem/sistema-umny-dom.html> - система управления «Умный дом».

8. Материально-техническое обеспечение

- Экран, ПК и проектор с комплектами электронных слайдов для проведения лекционных занятий.
- Рисунки и фотографии строительных сооружений и их фрагментов.
- Комплект стационарных экспериментальных установок для проведения лабораторных занятий стационарное лабораторное оборудование.
- ПК и калькуляторы для вычислений в лабораторном практикуме.
- Справочные таблицы физических свойств строительных материалов.

9. Программное обеспечение

Компьютерная программа «Tester» для проведения текущего тестирования.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022