



УТВЕРЖДАЮ

Директор ВШТЭ

Л.В.Луканин

2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.03.02

(индекс дисциплины)

Автономные энергетические установки малой мощности при производстве электрической и тепловой энергии

(Наименование дисциплины)

Кафедра

21

Код

Теплосиловых установок и тепловых двигателей

(Наименование кафедры)

Направление подготовки:

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Профиль подготовки:

Технология производства электрической и тепловой энергии

Уровень образования:

Магистратура

План учебного процесса

Составляющие учебного плана		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	72		72
	Аудиторные занятия	28		12
	Лекции	0		0
	Лабораторные занятия	0		0
	Практические занятия	28		12
	Самостоятельная работа	44		56
	Промежуточная аттестация	0		4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачёт	2		2
	Контрольная работа			2
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		2		2
Семестр		2		2

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования

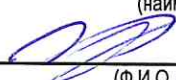
по направлению подготовки 13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

На основании учебных планов № м130401-1, zm 130401

Кафедра-разработчик: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Коновалов П.Н.

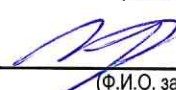
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Теплосиловых установок и тепловых двигателей

(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой:



Коновалов П.Н.

(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел:



Смирнова В.Г.

(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области теплоэнергетики и теплотехники, связанной с разработкой проектных решений по модернизации, улучшению эксплуатационных характеристик автономных энергетических установок малой мощности (АЭУ ММ); с техническими расчетами по оценке эффективности принятых проектных решений, по определению, с использованием прикладного программного обеспечения, параметров автономных энергетических установок малой мощности с целью выбора серийных и для создания новых установок.

1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть мероприятия по улучшению эксплуатационных характеристик АЭУ ММ.
- Раскрыть принципы формирования основных направлений разработки проектных решений по модернизации АЭУ ММ.
- Продемонстрировать особенности теплового расчета АЭУ ММ, с использованием прикладного программного обеспечения, для определения её параметров, выбора серийной установки и разработки новой.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новые знания и умения.

1.4. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и планируемые результаты обучения по дисциплине

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-2	Способность к проведению технических расчетов по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектных решений, с использованием прикладного программного обеспечения для расчета параметров и выбора серийного и разработки нового теплоэнергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования.	1

Планируемые результаты обучения

Знать:

- 1) алгоритм теплового расчета по определению технико-экономических показателей АЭУ ММ;
- 2) методику выбора серийного оборудования АЭУ ММ по параметрам, рассчитанным с использованием прикладного программного обеспечения.

Уметь:

- 1) использовать программное обеспечение для разработки новых АЭУ ММ;
- 2) выбирать оптимальные пути решения эксплуатации АЭУ ММ.

Владеть:

- 1) современными проблемами развития источников тепловой и электрической энергии.

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4.:

Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Выделяемое время (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Принципиальные схемы и термодинамические параметры АЭУ ММ.			
Тема 1. Принципиальные схемы и термодинамические параметры дизельных и газопоршневых генераторных АЭУ ММ. Место АЭУ ММ в стационарной энергетике. Классификация. Основное и вспомогательное оборудование АЭУ ММ. Принципиальные схемы АЭУ ММ на базе дизельных и газопоршневых генераторных установок (Д и ГПГУ). Термодинамический расчет дизельного и газопоршневого двигателя.	10		10
Тема 2. Принципиальные схемы и термодинамические параметры газо- и паротурбинных АЭУ ММ. Принципиальные схемы АЭУ ММ на базе газотурбинных и паротурбинных установок. Тепловые схемы паротурбинных АЭУ ММ на низкокипящих теплоносителях. Термодинамические параметры газотурбинного двигателя и паровой турбины.	8		8
Тема 3. Принципиальные схемы и термодинамические параметры АЭУ ММ использующих ВЭР. Классификация ВЭР. Принципиальные схемы АЭУ ММ на базе теплонасосных установок. Горючие отходы. Термодинамика утилизационных установок ВЭР.	8		8
Тема 4. Принципиальные схемы и термодинамические параметры АЭУ ММ на возобновляемых источниках энергии. Принципиальные схемы АЭУ ММ на базе возобновляемых источников энергии. Использование энергии малых рек. Ветроэнергетика. Использование тепла Земли и энергии Солнца. Термодинамика процессов.	8		8
Текущий контроль 1. опрос	2		-
Учебный модуль 2. Конструкции автономных энергетических установок малой мощности АЭУ ММ.			
Тема 5. Конструкции контейнерных энергоблоков АЭУ ММ. Основные принципы конструирования. Конструкции современных контейнерных Д и ГПГУ. Конструкции контейнерных газовых турбин для АЭУ ММ. Техничко-экономическое обоснование установки контейнерных АЭУ ММ.	15		15
Тема 6. Конструкции возимых энергоблоков АЭУ ММ. Принципиальные схемы и особенности конструкции главного и вспомогательного оборудования возимых АЭУ ММ.	15		15
Текущий контроль 2. опрос	2		-
Текущий контроль 2. контрольная работа	-		4
Промежуточная аттестация по дисциплине зачет	4		4
ВСЕГО:	72		72

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Не предусмотрено

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Принципиальные схемы и термодинамические параметры дизельных и газопоршневых генераторных АЭУ ММ	2	4			2	2
2	Принципиальные схемы и термодинамические параметры газо- и паротурбинных АЭУ ММ.	2	4			2	2
3	Принципиальные схемы и термодинамические	2	4			2	2

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	параметры АЭУ ММ использующих ВЭР						
4	Принципиальные схемы и термодинамические параметры АЭУ ММ на возобновляемых источниках энергии	2	4			2	2
5	Конструкции контейнерных энергоблоков АЭУ ММ	2	6			2	2
6	Конструкции возимых энергоблоков АЭУ ММ	2	6			2	2
ВСЕГО:			28				12

3.3. Лабораторные занятия.

Не предусмотрено

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2	опрос	2	2			2	-
1, 2	Контрольная работа	2	-			2	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	2	15			2	22
Подготовка к практическим занятиям	2	25			2	30
Выполнение контрольной работы	2	-			2	4
Подготовка к зачету	2	4			2	4
ВСЕГО:		44				60

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых активных и интерактивных форм занятий

Не предусмотрено

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Лебедев В.М. Источники и системы теплоснабжения предприятий [Электронный ресурс]: учебник/ В.М. Лебедев.— Электрон. текстовые данные.— М.: Изд.УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2013. – 384 с.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173418>. — ЭБС «КнигаФонд».
2. Лебедев В.М. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учебник/ В.М. Лебедев и др.— Электрон. текстовые данные.— М.: Изд. УМЦ ЖДТ (Маршрут), 2013 – 375 с.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/173419>. — ЭБС «КнигаФонд».

б) дополнительная учебная литература

3. Горелов С.В. Энергоснабжение стационарных и мобильных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 3 ч., ч. 1. Водный транспорт / С.И. Горелов и др.— Электрон. текстовые данные.— М.: Изд. Директ Медиа, 2015. – 239 с.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/185110>. — ЭБС «КнигаФонд».
4. Горелов С.В. Энергоснабжение стационарных и мобильных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 3 ч., ч. 2. Водный транспорт / С.И. Горелов и др.— Электрон. текстовые данные. — М.: Изд. Директ Медиа, 2015. – 362 с.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/182070>. — ЭБС «КнигаФонд».
5. Горелов С.В. Энергоснабжение стационарных и мобильных объектов [Электронный ресурс]: учебное пособие: в 3 ч., ч. 3. Водный транспорт / С.И. Горелов и др.— Электрон. текстовые данные. — М.: Изд. Директ Медиа, 2015. – 239 с.— Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/183233>. — ЭБС «КнигаФонд».
6. Санцевич В.И. Блочно-модульная водогрейная котельная [Электронный ресурс]: практическое пособие/ Санцевич В.И.— Электрон. текстовые данные. — Минск: ТетраСистемс, 2013 .— 64 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28055>.— ЭБС «IPRbooks».

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Не предусмотрено

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Издательский дом МЭИ [Электронный ресурс] URL: publish@mpei.ru, publish@mpei-publishers.ru.
2. Электронная библиотека «КнигаФонд» [Электронный ресурс] URL: www.knigafund.ru.
3. Электронная библиотека «IPRbooks» [Электронный ресурс] URL: <http://www.iprbookshop.ru>.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1.
2. Microsoft Office Professional 2013.
3. PTC Mathcad 15.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Стандартно оборудованная аудитория.
2. Компьютерный класс с мультимедийным комплексом и выходом в интернет.
3. Видеопроектор с экраном.
4. Учебная лаборатория тепловых двигателей.
5. Макеты элементов турбин и компрессоров.
6. Натурные образцы элементов проточных частей турбин.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

1. Демонстрационные, раздаточные материалы.
2. Каталоги энергетического оборудования.
3. Комплект плакатов.
4. Наборы слайдов на электронном носителе.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося*
Практические занятия	Работа с теоретическими положениями курса, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по темам расчетно-графических работ, анализ заданий на расчетно-графические работы, решение задач по алгоритмам указанных работ, анализ полученных результатов, формулировка выводов и др.

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося*
Самостоятельная работа	Расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на практических занятиях путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации. При подготовке к опросам и зачету необходимо ознакомиться с перечнем вопросов, проработать конспекты по практическим занятиям, рекомендуемую литературу, каталоги энергетического оборудования, составить алгоритмы ответов на вопросы по зачету, продумать ответы на возможные вопросы преподавателя, получить консультацию у преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-2 (1)	1. Демонстрирует знание алгоритмов теплового расчета по определению технико-экономических показателей АЭУ ММ, методику выбора серийного оборудования АЭУ ММ по параметрам, рассчитанным с использованием прикладного программного обеспечения. 2. Определяет оптимальные пути эксплуатации АЭУ ММ, алгоритм использовать программное обеспечение для разработки новых АЭУ ММ. 3. Выбирает приемы анализа современных проблем развития источников тепловой и электрической энергии.	1. Устное собеседование 2. Типовое практическое задание	1. Перечень вопросов к зачету (24 вопроса) 2. Перечень практических заданий (10 задач)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание принципиальных схем и термодинамических параметров АЭУ ММ, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной учебной и нормативной литературой, программными средствами, используемыми при проектировании, проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала. Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания принципиальных схем и термодинамических параметров АЭУ ММ; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Приведите классификацию АЭУ ММ в стационарной энергетике.	1
2	Назовите основное и вспомогательное оборудование АЭУ ММ на базе дизельных и газопоршневых генераторных установок (Д и ГПГУ).	1
3	Алгоритм теплового расчета дизельного и газопоршневого двигателя.	1
4	Определите оптимальные пути эксплуатации и порядок выбора исходных данных для теплового расчета дизельного и газопоршневого двигателя.	1
5	Принципиальные схемы и термодинамические параметры газо- и паротурбинных АЭУ ММ.	2
6	Тепловые схемы паротурбинных АЭУ ММ на низкокипящих теплоносителях.	2
7	Приведите анализ современных проблем развития газо- и паротурбинных АЭУ ММ.	2
8	Определить оптимальные пути эксплуатации газо- и паротурбинных АЭУ ММ.	2
9	Классификация и достигнутые показатели установок ВЭР для объектов малой энергетике.	3
10	Приведите анализ современных проблем развития теплонасосных установок.	3
11	Приведите анализ современных проблем развития утилизационных установок ВЭР для малой энергетике.	3
12	Назовите оптимальные пути эксплуатации систем утилизации горючих отходов промышленных производств.	3
13	Приведите принципиальные схемы и достигнутые параметры АЭУ ММ на базе солнечной энергии.	4
14	Принципиальные схемы и достигнутые параметры АЭУ ММ на базе использования энергии малых рек.	4
15	Принципиальные схемы и достигнутые параметры АЭУ ММ на базе использования энергии тепла Земли.	4
16	Принципиальные схемы и достигнутые параметры АЭУ ММ на базе использования энергии энергии Солнца.	4
17	Назовите основные принципы конструирования контейнерных энергоблоков АЭУ ММ.	5
18	Приведите анализ современных проблем развития контейнерных энергоблоков АЭУ ММ.	5
19	Принципиальные схемы контейнерных дизельных и газопоршневых генераторных установок.	5
20	Принципиальные схемы контейнерных газотурбинных генераторных установок.	5
21	Цель разработки технико-экономическое обоснование установки контейнерных АЭУ ММ.	5
22	Приведите анализ современных проблем развития возимых энергоблоков АЭУ ММ.	6
23	Назовите особенности конструкции главного и вспомогательного оборудования возимых АЭУ ММ	6
24	Методика определения технико-экономических показателей возимых АЭУ ММ.	6

10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий	Ответ
1	Рассчитать мощность гирляндной ГЭС, состоящей из n поперечных турбин диаметром d . Общая длина гирлянды (активная часть) L , скорость течения водного потока v . Выбрать тип генератора гирляндной ГЭС. С учетом данных первой задачи (потребное количество энергии) рассчитать количество	<p>Обоснование: 1. Мощность гирлянды:</p> $P_{гир} = d \cdot L \cdot v^3 \cdot \eta_T = 0,4 \cdot 0,9 \cdot 4 \cdot 2,5^3 \cdot 0,46 = 10,35 \text{ кВт}$ <p>v – скорость течения водного потока, м/с, η_T – коэффициент, учитывающий потери энергии в турбине (для поперечных турбин $\eta_T = 0,45 - 0,47$). Длина активной части гирлянды L определяется произведением длины одной турбины l на их количество в гирлянде n.</p> <p>2. Линейная скорость вращения троса гирлянды:</p> $n_T = \frac{60 \cdot v}{R} = \frac{60 \cdot 2,5}{0,2} = 750 \text{ об/мин}$ <p>где R – радиус турбины, м.</p> <p>3. Мощность генератора:</p>

	<p>потребителей, которые могут быть обеспечены электроэнергией от микроГЭС.</p> <p><u>Дано:</u> Скорость водного потока $v=2,5$ м/с; Диаметр турбины $d=0,4$ м; Длина турбины $l=0,9$ м; Количество турбин $n=4$.</p>	<p>$P_{ген} = P_{гир} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{ген} = 10,35 \cdot 0,7 \cdot 0,75 = 5,43$ кВт где $\eta_{ред}$ – К.П.Д. редуктора, учитывающий потери в передаче ($\eta_{ред}=0,7-0,9$); $\eta_{ген}$ – К.П.Д. генератора ($\eta_{ген}=0,75-0,9$).</p> <p>4. По полученному значению мощности выбираем тип генератора: ВС –24/2 $P_{ген} = 6,5$ кВт, $n = 750$ об/мин.</p> <p>5. Выработка электроэнергии гирляндой ГЭС за летний период: $W_T = P_{ген} \cdot 24 \cdot (N_6 + N_7 + N_8) = 6,5 \cdot 24 \cdot (30 + 31 + 31) = 14,4$ МВт · ч где N – количество дней в соответствующем месяце.</p> <p>6. Расчет количества потребителей, которые могут быть обеспечены электроэнергией от микроГЭС: $n = \frac{W_T}{W_{тр}} = \frac{14,4}{0,4} = 36$</p> <p><u>Вывод:</u> мощность гирляндной ГЭС, состоящей из 4 поперечных турбин, диаметром $d=0,4$ м составляет 10,35 кВт. Тип генератора гирляндной ГЭС: ВС-24/2, $P_{ген} = 6,5$ кВт, $n = 750$ об/мин. При условии непрерывной работы гирляндной ГЭС в летний период, она сможет обеспечить электроэнергией 36 частных домов.</p>
2	<p>Определить характеристики солнечного модуля (СМ) типа PSM4-150 на кремниевых монокристаллических солнечных элементах и рассчитать его К.П.Д. в зависимости от мощности. Рассчитать выработку электроэнергии солнечной батареей, состоящей из m модулей на площадке, расположенной под углом β к горизонту в заданный период времени для условий Южного Урала. Определить процент валового потенциала солнечной радиации, используемого солнечным модулем на 1 м² этого модуля. Сделать выводы о целесообразности использования СМ для получения электрической энергии в условиях Южного Урала.</p> <p><u>Дано:</u> Расчетный месяц: август, сентябрь; Температура окружающей среды, $T = +10^{\circ}\text{C}$; Угол наклона солнечной батареи к горизонту, $\beta = 90^{\circ}$ Количество модулей, $m = 3$. Валовый удельный приход солнечной радиации на поверхность солнечного модуля для августа и сентября: $\mathcal{E}_{вал\ 8} = 80,3 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2\cdot\text{мес}}$; $\mathcal{E}_{вал\ 9} = 106,3 \frac{\text{кВт}\cdot\text{ч}}{\text{м}^2\cdot\text{мес}}$.</p>	<p><u>Обоснование:</u> 1. Разбиваем вольт-амперную характеристику (ВАХ) на несколько точек, включая точки холостого хода (х.х.) и короткого замыкания (к.з.). Для каждой точки по значению тока определяем соответствующее значение напряжения. Данные заносим в таблицу. По этим данным определяем мощность солнечного модуля: $P=U \cdot I$</p> <p>2. Площадь солнечного модуля: $F_{см} = F_{сэ} \cdot n \cdot K_{зап} = 0,0156 \cdot 72 \cdot 0,97 = 1,09$ м² где $F_{сэ}$ – площадь одного солнечного элемента, м²; n – количество солнечных элементов в модуле; $K_{зап}$ – коэффициент заполнения солнечными элементами площади солнечного модуля.</p> <p>3. Полезная мощность: $P_{пол} = R \cdot F_{см} = 800 \cdot 1,09 = 872$ Вт где R – уровень освещенности, Вт/м².</p> <p>4. КПД солнечного модуля: $\eta = \frac{P}{P_{пол}}$ где P – мощность, определяемая по ВАХ солнечного модуля.</p> <p>5. По данным таблицы 1 строим зависимость $\eta = f(P)$ и определяем максимальное значение коэффициента полезного действия. Для нашего случая он равен 11,0%.</p> <p>6. Градиент α изменения КПД СЭ от изменения температуры: $\alpha = \frac{\eta_k}{120} = \frac{11}{120} = 0,092$ где η_k – К.П.Д. солнечного элемента для расчетных условий.</p> <p>7. Коэффициент, учитывающий влияние температуры СМ на его КПД: $K_t = 1 - [\alpha \cdot (T - T_0)] = 1 - [0,092 \cdot (283 - 298)] = 2,38$ где T – температура окружающей среды для заданного месяца, °К; $T = 25^{\circ}\text{C}$ – стандартная температура солнечного элемента; α – градиент изменения К.П.Д. СЭ от изменения температуры.</p> <p>8. Выработка электрической энергии солнечной батареей: $\mathcal{E}_8 = \mathcal{E}_{вал8} \cdot F_{см} \cdot m \cdot \eta_k \cdot K_t \cdot \eta_{\Delta P}^m \cdot \eta_{\Delta \mathcal{E}}^m =$ $= 80,3 \cdot 1,09 \cdot 3 \cdot 0,11 \cdot 2,38 \cdot 0,97 \cdot 0,9 = 60$ кВт · ч. $\mathcal{E}_9 = \mathcal{E}_{вал9} \cdot F_{см} \cdot m \cdot \eta_k \cdot K_t \cdot \eta_{\Delta P}^m \cdot \eta_{\Delta \mathcal{E}}^m =$ $= 106,3 \cdot 1,09 \cdot 3 \cdot 0,11 \cdot 2,38 \cdot 0,97 \cdot 0,9 = 79,4$ кВт · ч. где $\mathcal{E}_{вал}$ – валовой удельный приход солнечной радиации на рассматриваемую площадку, кВт ч/м²; m – количество модулей в солнечной батарее; η_k – К.П.Д. кремниевого солнечного элемента, K_t – коэффициент, учитывающий влияние температуры солнечного модуля на его К.П.Д.; $\eta_{\Delta P}^m$, $\eta_{\Delta \mathcal{E}}^m$ – соответственно потери мощности, определяемые последовательным соединением элементов и передач энергии до потребителя.</p>

		<p>9. Использование валового потенциала на 1м^2 модуля для августа и сентября составляет:</p> $I_8 = \frac{Э_8}{Э_{\text{вал8}}} \cdot 100 = \frac{60}{80,3} \cdot 100 = 75 \%$ $I_9 = \frac{Э_9}{Э_{\text{вал9}}} \cdot 100 = \frac{79,4}{106,3} \cdot 100 = 75 \%$ <p><u>Вывод:</u> Выработка электроэнергии солнечной батареей в августе составляет 60 кВт·ч, в сентябре – 79,4 кВт·ч; эффективность использования энергии солнца для получения электрической энергии с помощью солнечных батарей из трех модулей в августе и в сентябре составит 75%.</p>
--	--	--

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Возможность пользоваться учебной, нормативной литературой, калькулятором;
- Время на подготовку ответа на зачете 20 минут.