

Рабочая программа учебной дисциплины

Производство электроэнергии

(Наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль)

«Электроснабжение»

(Направление подготовки / Профиль)

Бакалавр

(Квалификация)

Кафедра разработчик

Естественных наук и профессиональных коммуникаций

Год набора

2027

Вид учебной деятельности	Трудоемкость (объем) дисциплины
	Очная форма
	д
Зачетные единицы	4
Общее количество часов	144
Аудиторные часы контактной работы обучающегося с преподавателями:	32
– Лекционные (Л)	16
– Практические (ПЗ)	16
– Лабораторные (ЛЗ)	
– Семинарские (СЗ)	
Самостоятельная работа обучающихся (СРО)	58
К (Р-Г) Р (П) (+;-)	
Тестирование (+;-)	
ДКР (+;-)	
Зачет (+;-)	
Зачет с оценкой (+;- (Кол-во часов))	
Экзамен (+;- (Кол-во часов))	+ (54)

Волгоград 2026

Содержание

Раздел 1. Организационно-методический раздел	3
Раздел 2. Тематический план.....	5
Раздел 3. Содержание дисциплины.....	6
Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся	8
Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся.....	9
Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами).....	13
Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
Раздел 8. Материально-техническая база и информационные технологии.....	15
Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	16

Раздел 1. Организационно-методический раздел

1.1. Цели освоения дисциплины

Дисциплина «Производство электроэнергии» входит в «обязательную часть дисциплин» подготовки обучающихся по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**.

Целью дисциплины является формирование **компетенций** (в соответствии с ФГОС ВО и требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО)):

ОПК-4. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Дескрипторы универсальной компетенции:

ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач

ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении

Перечисленные компетенции формируются в процессе достижения индикаторов компетенций:

Обобщенная трудовая функция/ трудовая функция	Код и наименование дескриптора компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенций (из ПС)
Профессиональный стандарт Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов и управлению режимами работы муниципальных электрических сетей, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 329н от 25.04.2023	ОПК-4.1 Использует методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) и применяет полученные знания при решении профессиональных задач ОПК-4.2 Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств и их элементов и использует методы анализа и моделирования при их изучении	Знает: ИД 1 ОПК-4.1 Методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 2 ОПК-4.2 Принципы действия электронных устройств и их элементов (без привязки к профессиональному стандарту). Умеет: ИД 3 ОПК-4.1 Применять методы анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 4 ОПК-4.2 Применять

		принципы действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту). Имеет навыки: ИД 5 ОПК-4.1 Использования методов анализа, расчета и моделирования электрических цепей при изучении разделов теоретических основ электротехники (линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов, цепей с распределенными параметрами, магнитных цепей) (без привязки к профессиональному стандарту); ИД 6 ОПК-4.2 Использования принципов действия электронных устройств и их элементов при решении профессиональных задач (без привязки к профессиональному стандарту).
--	--	--

**1.2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО
направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность
(профиль) «Электроснабжение»**

№	Предшествующие дисциплины (дисциплины, изучаемые параллельно)	Последующие дисциплины
1	2	3
1.	Электроэнергетические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения
2.	Теоретические основы электротехники	Эксплуатация передвижных электроустановок
3.	Электрические и электронные аппараты	

1.3. Нормативная документация

Рабочая программа учебной дисциплины составлена на основе:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»**;
- Учебного плана направления подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроснабжение»** 2027 года набора;
- Образца рабочей программы учебной дисциплины (приказ № 113-О от 01.09.2021 г.).

Раздел 2. Тематический план

Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема дисциплины	Трудоемкость				
		Все го	Аудиторные занятия		СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
			Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Термодинамические основы работы тепловых электростанций	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Паротурбинные установки (ПТУ) и их основное оборудование	10	2	2	6	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Котельные установки и сжигание органического топлива	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Атомные электрические станции (АЭС)	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Гидроэлектростанции (ГЭС) и возобновляемые источники энергии	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Охлаждение конденсаторов и водоподготовка на ТЭС	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
8	Тема 8. Энергетические показатели и экологические аспекты работы электростанций	12	2	2	8	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
Вид промежуточной аттестации(Экзамен)		54				
Итого		144	16	16	58	

Раздел 3. Содержание дисциплины

3.1. Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы

Дисциплина «Производство электроэнергии» является фундаментальной для понимания процессов преобразования первичной энергии в электрическую. В рамках темы рассматриваются основные понятия: электроэнергетическая система (ЭЭС), электростанция, энергосистема. Подробно анализируется структура тепловой электростанции (ТЭС) как наиболее распространенного типа, изучаются ее основные технологические узлы — котельный и турбинный цехи, паровая турбина как основной двигатель, и электрогенератор, преобразующий механическую энергию вращения в электрический ток.

Тема 2. Термодинамические основы работы тепловых электростанций Эффективность производства электроэнергии на тепловых станциях базируется на законах термодинамики. В этой теме детально рассматривается идеальный цикл Карно и его практическая реализация в виде цикла Ренкина, лежащего в основе работы паротурбинных установок. Изучаются процессы подвода и отвода теплоты, влияние начальных и конечных параметров пара (давления и температуры) на термический коэффициент полезного действия (КПД) цикла, а также пути его повышения.

Тема 3. Паротурбинные установки (ПТУ) и их основное оборудование Центральным элементом тепловой электростанции является паротурбинная установка. Тема посвящена изучению устройства и принципа действия паровой турбины, преобразующей энергию пара в механическую работу вращения ротора. Рассматриваются типы турбин (активные, реактивные), их конструктивные элементы: ротор, статор, лопаточный аппарат. Также изучается вспомогательное оборудование ПТУ: конденсаторы, питательные насосы, подогреватели высокого и низкого давления.

Тема 4. Котельные установки и сжигание органического топлива Для получения рабочего тела (пара) высокого давления и температуры используется котельная установка. В данной теме рассматриваются технологические схемы паровых котлов (барабанных и прямоточных), процессы горения топлива в топочной камере. Анализируются различные виды органического топлива (уголь, газ, мазут), их характеристики и методы сжигания. Особое внимание уделяется вопросам эффективного использования топлива и снижению вредных выбросов в атмосферу.

Тема 5. Атомные электрические станции (АЭС) Производство электроэнергии с использованием ядерной энергии является важнейшим направлением современной энергетики. Тема охватывает физические основы ядерной энергетики — цепную реакцию деления ядер урана. Изучаются устройство и классификация ядерных реакторов (на примере реакторов типа ВВЭР или РБМК), а также принципиальные схемы одно-, двух- и трехконтурных АЭС. Обсуждаются преимущества атомной энергетики и проблемы обеспечения радиационной безопасности.

Тема 6. Гидроэлектростанции (ГЭС) и возобновляемые источники энергии Использование возобновляемых источников энергии позволяет получать экологически чистую электроэнергию. Рассматривается принцип работы гидроэлектростанций, где энергия падающей воды преобразуется в механическую, а затем в электрическую с помощью гидротурбины и генератора. Изучаются плотинные и деривационные схемы ГЭС. Кроме того, дается обзор других видов станций на возобновляемых источниках: солнечных (фотоэлектрических и термодинамических) и ветровых.

Тема 7. Охлаждение конденсаторов и водоподготовка на ТЭС Значительная часть тепловой энергии в цикле Ренкина теряется с уходящим теплом в конденсаторе. Тема посвящена изучению систем технического водоснабжения ТЭС (прямоточных и оборотных), включая башенные градирни и брызгальные бассейны. Также рассматриваются основы водоподготовки — комплекса процессов очистки и химического кондиционирования воды для предотвращения накипеобразования и коррозии в котле и турбине.

Тема 8. Энергетические показатели и экологические аспекты работы электростанций Завершающая тема посвящена оценке эффективности и влияния электростанций на окружающую среду. Рассчитываются ключевые показатели: абсолютный и удельный расходы топлива, КПД станции по выработке электроэнергии и тепла (для ТЭЦ). Подробно анализируются экологические

последствия: выбросы парниковых газов (CO₂), оксидов серы (SO_x) и азота (NO_x) от сжигания топлива, а также тепловое загрязнение водоемов-охладителей. Обсуждаются современные методы защиты окружающей среды.

3.2. Содержание практического блока дисциплины Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема практического (семинарского, лабораторного) занятия
1	2
ПЗ 1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы
ПЗ 2	Тема 2. Термодинамические основы работы тепловых электростанций
ПЗ 3, 4	Тема 3. Паротурбинные установки (ПТУ) и их основное оборудование
ПЗ 5	Тема 4. Котельные установки и сжигание органического топлива
ПЗ 6, 7	Тема 5. Атомные электрические станции (АЭС)
ПЗ 8	Тема 6. Гидроэлектростанции (ГЭС) и возобновляемые источники энергии

3.3. Образовательные технологии Очная форма обучения (полный срок)

№	Тема занятия	Вид учебного занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	% учебного времени
1	2	3	4	5
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы	ПЗ	Метод кейсов	75
2	Тема 2. Термодинамические основы работы тепловых электростанций	Л	Лекция-ситуация	25
3	Тема 3. Паротурбинные установки (ПТУ) и их основное оборудование	ПЗ	Метод кейсов	75
4	Тема 4. Котельные установки и сжигание органического топлива	ПЗ	Мозговой штурм	25
5	Тема 5. Атомные электрические станции (АЭС)	Л	Мозговой штурм	50
6	Тема 6. Гидроэлектростанции (ГЭС) и возобновляемые источники энергии	ПЗ	Метод кейсов	75
7	Тема 7. Охлаждение конденсаторов и водоподготовка на ТЭС	ПЗ	Метод кейсов	75
8	Тема 8. Энергетические показатели и экологические аспекты работы электростанций	ПЗ	Деловая игра	75
Итого				29,68%

Раздел 4. Организация самостоятельной работы обучающихся

4.1. Организация самостоятельной работы обучающихся

№	Тема дисциплины	№ вопросов	№ рекомендуемой литературы
1	2	3	4
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы	1, 2	1, 3, 5
2	Тема 2. Термодинамические основы работы тепловых электростанций	3, 4, 5, 6	1, 3, 5
3	Тема 3. Паротурбинные установки (ПТУ) и их основное оборудование	7, 8, 9	3, 4, 5
4	Тема 4. Котельные установки и сжигание органического топлива	10, 11, 12, 13	2, 3, 4, 5
5	Тема 5. Атомные электрические станции (АЭС)	14, 15, 16	3, 4, 5
6	Тема 6. Гидроэлектростанции (ГЭС) и возобновляемые источники энергии	17, 18	2, 3, 5
7	Тема 7. Охлаждение конденсаторов и водоподготовка на ТЭС	19-25	1, 3, 5
8	Тема 8. Энергетические показатели и экологические аспекты работы электростанций	26, 27, 28	2, 3, 5, 6

Перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу обучающихся

1. Как устроены приливные электростанции?
2. Опишите работу гидроаккумулирующей станции.
3. Какими способами можно использовать энергию морских волн?
4. Гидроэнергетика и водное хозяйство.
5. Гидравлические электрические станции.
6. Аккумулирующие электрические станции.
7. Приливные электрические станции.
8. Геотермальные электростанции.
9. Какие преимущества имеет водородное топливо?
10. Перечислите виды биотоплива.
11. Как работает солнечная опреснительная установка?
12. Поясните принцип действия закрытой системы горячего водоснабжения.
13. Поясните принцип действия открытой системы горячего водоснабжения.
14. Что служит в городах источниками тепла?
15. Для чего используются теплофикационные турбины (серии Т или)?
16. Турбины. Виды турбин. Их назначение.
17. Конденсаторы. Их устройство и назначение.
18. Тепловой баланс конденсационной электрической станции.
19. Паровые турбины.
20. Чем отличается активная турбина от реактивной?
21. Показатели тепловой экономичности ТЭС и АЭС.
22. Пути повышения тепловой экономичности ТЭС.
23. Регенеративный подогрев питательной воды.
24. Промежуточный перегрев пара.
25. Теплофикация.
26. Гидроэнергоресурсы и их классификация.
27. Характеристики речного стока.
28. Классы и системы современных гидротурбин.
29. Активные и реактивные гидротурбины.

4.2. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся обеспечивается следующими учебно-методическими материалами:

1. Указаниями в рабочей программе по дисциплине (п.4.1.)
2. Лекционные материалы в составе УМК по дисциплине
3. Заданиями и методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы обучающихся в составе УМК по дисциплине.
4. Глоссарием по дисциплине в составе УМК по дисциплине.

Раздел 5. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся

Фонд оценочных средств по дисциплине представляет собой совокупность контролирующих материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимися установленных результатов образовательной программы. ФОС по дисциплине используется при проведении оперативного контроля и промежуточной аттестации обучающихся. Требования к структуре и содержанию ФОС дисциплины регламентируются Положением о фонде оценочных материалов по программам высшего образования – программам бакалавриата, магистратуры.

5.1. Паспорт фонда оценочных средств Очная форма обучения (полный срок)

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочные средства			
		Л	ПЗ (ЛЗ, СЗ)	СРО	Код индикатора и дескриптора достижения компетенций
1	2	3	4	5	6
1	Тема 1. Введение. Структура и основные компоненты электроэнергетической системы	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
2	Тема 2. Термодинамические основы работы тепловых электростанций	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
3	Тема 3. Паротурбинные установки (ПТУ) и их основное оборудование	ЛС	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
4	Тема 4. Котельные установки и сжигание органического топлива	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
5	Тема 5. Атомные электрические станции (АЭС)	УО	МШ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
6	Тема 6. Гидроэлектростанции (ГЭС) и возобновляемые источники энергии	УО		ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1

					ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
7	Тема 7. Охлаждение конденсаторов и водоподготовка на ТЭС	УО	КМ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2
8	Тема 8. Энергетические показатели и экологические аспекты работы электростанций	УО	ДИ	ПРВ	ИД 1 ОПК-4.1 ИД 2 ОПК-4.2 ИД 3 ОПК-4.1 ИД 4 ОПК-4.2 ИД 5 ОПК-4.1 ИД 6 ОПК-4.2

Условные обозначения оценочных средств (Столбцы 3, 4, 5):

УО – устный (фронтальный, индивидуальный, комбинированный) опрос;

ПРВ – проверка рефератов, отчетов, рецензий, аннотаций, конспектов, графического материала, эссе, переводов, решений заданий, выполненных заданий в электронном виде и т.д.;

МШ – Метод мозгового штурма;

КМ – Кейс-метод;

ДИ – Деловая игра;

ЛС – Лекция-ситуация.

5.2. Оценочные средства текущего контроля

Перечень практических (семинарских) заданий

1. Расчет термического КПД цикла Ренкина.

Задание: Для паротурбинной установки с начальными параметрами пара $P_1 = 13$ МПа, $t_1 = 540$ °С и давлением в конденсаторе $P_2 = 0.004$ МПа рассчитать идеальный (термический) КПД цикла Ренкина. Построить процесс на $h-s$ (энтальпия-энтропия) диаграмме.

2. Определение расхода топлива на ТЭС.

Задание: Рассчитать годовой расход натурального топлива (природного газа) для КЭС мощностью 1000 МВт, работающей с КПД 38%. Низшая теплота сгорания газа составляет 34 МДж/м³. Годовое число часов использования установленной мощности принять равным 6500 ч.

3. Тепловой баланс котельного агрегата.

Задание: Составить упрощенный тепловой баланс парового котла, работающего на природном газе. Заданы: паропроизводительность, параметры пара, КПД котла брутто. Определить процентное соотношение приходных и расходных статей баланса (полезно использованная теплота, потери с уходящими газами, потери от химической неполноты сгорания и т.д.).

4. Расчет процесса расширения пара в турбине.

Задание: Определить использованный теплоперепад и конечное состояние пара при его адиабатном расширении в турбине от начальных параметров $P_1 = 12$ МПа, $t_1 = 500$ °С до конечного давления $P_2 = 0.1$ МПа.

5. Выбор и расчет системы охлаждения конденсатора.

Задание: Для конденсационной установки паровой турбины мощностью 200 МВт рассчитать необходимый расход циркуляционной (охлаждающей) воды, если вода в конденсаторе нагревается на 10 °С. Удельный расход пара на турбину принять равным 3 кг/(кВт·ч).

6. Анализ тепловой схемы ТЭЦ.

Задание: Сравнить две схемы теплофикации: с турбиной типа «Т» (противодавленческой) и с турбиной типа «ПТ» (с производственным и теплофикационным отборами). Проанализировать их преимущества, недостатки и области применения.

7. Расчет выбросов загрязняющих веществ от ТЭС.

Задание: Рассчитать годовой выброс оксидов серы (SO_2) в атмосферу от угольной ТЭС мощностью 500 МВт. Станция работает на угле с содержанием серы 1%. Удельный расход топлива на один выработанный кВт·ч электроэнергии составляет 350 г у.т./кВт·ч.

8. Расчет энергетической эффективности АЭС.

Задание: Для двухконтурной АЭС с реактором ВВЭР-1000 определить, какая доля от общей тепловой мощности реактора (3000 МВт) преобразуется в электрическую мощность турбогенератора (1000 МВт). Объяснить, куда уходит неиспользованная теплота.

9. Определение установленной мощности ГЭС.

Задание: Рассчитать установленную мощность гидроагрегата ГЭС при напоре $H = 50$ м и расходе воды через турбину $Q = 200$ м³/с. Общий КПД гидроагрегата принять равным 0.9.

10. Расчет суточного графика нагрузки электростанции.

Задание: Построить суточный график нагрузки для базовой электростанции (например, АЭС или крупной КЭС) и для пиковой (например, ГТУ). Проанализировать, какую роль каждый тип станции играет в покрытии графика нагрузки энергосистемы.

11. Оценка влияния промежуточного перегрева пара.

Задание: Объяснить и проиллюстрировать на h - s диаграмме, как введение промежуточного перегрева пара влияет на термический КПД цикла и на конечную влажность пара в последних ступенях турбины.

12. Расчет потерь энергии при транспортировке.

Задание: Определить потери мощности при передаче 500 МВт электроэнергии по линии электропередачи напряжением 220 кВ на расстояние 200 км. Активное сопротивление линии составляет 0.1 Ом/км.

13. Проектирование системы водоподготовки для ТЭС.

Задание: Обосновать необходимость применения многоступенчатой системы водоподготовки (например, схема Na-катионирования) для питания паровых котлов высокого давления.

14. Сравнение экологических показателей различных типов станций.

Задание: Провести сравнительный анализ воздействия на окружающую среду тепловой станции на угле, газовой станции и атомной станции по ключевым показателям: выбросы CO_2 , золы, оксидов серы и азота.

15. Анализ работы теплофикационного отбора турбины.

Задание: Рассчитать количество теплоты, которое можно получить из теплофикационного отбора турбины для нужд отопления города, если из отбора уходит 25% пара от его расхода на входе в турбину, а энтальпия пара в отборе составляет 2800 кДж/кг.

5.3. Тематика письменных работ обучающихся

Рефераты по выбранным темам выполняются в письменной форме обучающимися всех форм обучения. Учебно-методические материалы, необходимые для выполнения работ, а также примерная тематика рефератов содержатся в УМК по дисциплине.

1. История развития и современное состояние мировой электроэнергетики.
2. Парогазовые установки (ПГУ): принцип действия, преимущества и область применения.
3. Перспективы развития угольной энергетики: от традиционных ТЭС к «чистому углю».
4. Малые гидроэлектростанции (МГЭС) и их роль в энергоснабжении удаленных районов.
5. Ветроэнергетика: современные технологии и проблемы интеграции в энергосистему.
6. Солнечная фотоэнергетика: материалы, технологии и пути повышения эффективности.

7. Атомная энергетика: физические основы, типы реакторов и обеспечение безопасности.
8. Геотермальная энергетика: использование тепла Земли для производства электроэнергии.
9. Теплофикация: принципы работы ТЭЦ и эффективность когенерации.
 - *Ключевые аспект:* Сравнение эффективности раздельной выработки энергии и комбинированной (на ТЭЦ), схемы отпуска тепла и электричества.
10. Цифровизация электроэнергетики: концепция «Умных сетей» (*Smart Grid*) и цифровые подстанции.
11. Экологические проблемы производства электроэнергии и методы их решения.
12. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) как инструмент для регулирования графика нагрузки.
13. Перспективные технологии: водородная энергетика как способ хранения избыточной энергии.
14. Децентрализация производства электроэнергии: распределенная генерация и микрогриды.
15. Сравнительный анализ жизненного цикла различных типов электростанций (ТЭС, АЭС, ГАЭС).

5.4. Перечень вопросов промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Каково содержание понятий энергетики и энергии?
2. Какие виды и формы энергии вам известны?
3. Охарактеризуйте общие ресурсы энергии и их иерархию.
4. Назовите методы и устройства преобразования энергии.
5. Как осуществляется аккумулярование энергии?
6. Перечислите топливные эры и технологические уклады.
7. В чем состоят единство и противоположность энергетики и экологии?
8. Назовите особенности энергетической инфраструктуры транспорта.
9. Состав и основные характеристики твердого топлива. Теплота сгорания топлива.
10. Состав и основные характеристики жидкого топлива. Теплота сгорания топлива.
11. Состав и основные характеристики газообразного топлива. Теплота сгорания топлива.
12. Современные способы получения электрической энергии.
13. Тепловые электрические станции. Типы электростанций и энергоустановок, область их применения и тепловые схемы ТЭС.
14. Тепловые электрические станции. Назначение и характеристика основного технологического оборудования. Техно-экономические показатели.
15. Тепловые конденсационные электрические станции.
16. Теплоэлектроцентрали.
17. Термодинамический цикл паротурбинных электростанций.
18. Принципиальная технологическая схема ТЭЦ.
19. Принципиальная технологическая схема КЭС.
20. Производство пара на электрической станции
21. Перспективы развития АЭС.
22. Надежность АЭС.
23. Поясните принцип действия одноконтурной схемы электростанции с использованием реакторов типа РБМК.
24. Поясните принцип действия схемы энергетического блока с реактором ВВЭР.
25. Поясните принцип действия схемы энергетического блока с реактором БН-600.
26. Приведите формулу ядерной реакции в реакторах на быстрых нейтронах.
27. Назовите типы атомных электростанций.
28. В каких регионах России имеет перспективу строительство крупных ГАЭС?

Раздел 6. Оценочные средства промежуточной аттестации (с ключами)

Прочитайте вопрос и выберите один правильный ответ.

Вопрос 1.1 Какое устройство на тепловой электростанции (ТЭС) преобразует механическую энергию вращения вала турбины в электрическую энергию? а) Электродвигатель; б) **Электрогенератор**; в) Силовой трансформатор; г) Компрессор.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.2 Какой термодинамический цикл является идеальным циклом для паротурбинной установки (ПТУ), работающей на ТЭС? а) Цикл Отто; б) Цикл Брайтона; в) **Цикл Ренкина**; г) Цикл Стирлинга.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.3 Какое основное преимущество дает применение промежуточного перегрева пара в цикле ТЭС? а) Увеличивает давление пара на входе в турбину; б) **Повышает термический КПД цикла и снижает влажность пара на выходе из турбины**; в) Уменьшает габариты конденсатора; г) Снижает температуру питательной воды.

Правильный ответ: б)

Вопрос 1.4 Как называется процесс, при котором теплофикационная турбина вырабатывает одновременно и электрическую, и тепловую энергию? а) Регенерация; б) Конденсация; в) **Когенерация**; г) Рекуперация.

Правильный ответ: в)

Вопрос 1.5 Какое явление используется для преобразования энергии солнечного излучения непосредственно в электрическую энергию на фотоэлектрических станциях? а) Термоэлектрический эффект; б) **Фотоэффект (фотоэлектрический эффект)**; в) Электромагнитная индукция; г) Трибоэлектрический эффект.

Правильный ответ: б)

Прочитайте вопрос и выберите два правильных ответа.

Вопрос 2.1 Выберите два основных преимущества атомных электростанций (АЭС) по сравнению с тепловыми электростанциями, работающими на органическом топливе. а) Низкая стоимость строительства; б) **Отсутствие выбросов парниковых газов (CO₂) при работе**; в) **Высокая энергоемкость ядерного топлива**; г) Полное отсутствие радиоактивных отходов.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.2 Укажите два основных фактора, которые определяют экономическую эффективность работы тепловой электростанции. а) Количество сотрудников на станции; б) **Удельный расход условного топлива на выработку одного кВт·ч электроэнергии**; в) **Коэффициент полезного действия (КПД) станции**; г) Цвет окраски главного корпуса.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.3 Какие два вида потерь энергии являются основными для паротурбинной установки? а) Потери на трение в подшипниках генератора; б) **Потери тепла в конденсаторе с уходящей охлаждающей водой**; в) **Потери тепла с уходящими газами в дымовой трубе**; г) Потери на освещение территории станции.

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.4 Выберите два основных компонента, которые входят в состав главного корпуса тепловой электростанции. а) Градирня; б) **Котельный агрегат (котельная установка)**; в) **Паровая турбина с генератором**; г) Открытое распределительное устройство (ОРУ).

Правильный ответ: б), в)

Вопрос 2.5 Для повышения эффективности цикла ТЭС используются два основных метода. Какие? а) Снижение температуры охлаждающей воды в конденсаторе; б) **Повышение начальных параметров пара (давления и температуры)**; в) **Регенеративный подогрев питательной воды**; г) Увеличение диаметра паропроводов.

Правильный ответ: б), в)

Установите соответствие между типом электростанции и ее первичным источником энергии.

А) Тепловая электростанция (ТЭС)	1) Энергия падающей воды
Б) Гидроэлектростанция (ГЭС)	2) Химическая энергия органического топлива
В) Атомная электростанция (АЭС)	3) Энергия ядерного деления

Г) Ветроэлектростанция (ВЭС)	4) Кинетическая энергия ветра
-------------------------------------	--------------------------------------

Правильный ответ: А – 2, Б – 1, В – 3, Г – 4

4) На установление последовательности (1 вопрос)

Укажите правильную последовательность преобразования энергии на тепловой электростанции (ТЭС). 1\$ Механическая энергия вращения ротора турбины. 2\$ Тепловая энергия пара высокого давления. 3\$ Химическая энергия органического топлива. 4\$ Электрическая энергия.

Правильный ответ: 3-2-1-4

Раздел 7. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

7.1. Основная литература

1. Бирюлин, В. И. Мониторинг качества электроэнергии: монография / В. И. Бирюлин, Д. В. Куделина. — Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. — 144 с. — ISBN 978-5- 9729-1247-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/133050.html>

2. Барочкин, Е. В. Общая энергетика : учебное пособие / Е. В. Барочкин, М. Ю. Зорин, А. Е. Барочкин ; под редакцией Е. В. Барочкина. — 4-е изд. — Москва, Вологда : ИнфраИнженерия, 2025. — 312 с. — ISBN 978-5-9729-2215-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154755.html>

7.2. Дополнительная литература

3. Гордеев-Бургвиц, М. А. Общая электротехника и электроснабжение : учебное пособие / М. А. Гордеев-Бургвиц. — Москва : МИСИ-МГСУ, Ай Пи Ар Медиа, ЭБС АСВ, 2024. — 470 с. — ISBN 978-5-7264-3475-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140492.html>

4. Рогов, И. Е. Электрические и электронные управляющие системы и комплексы: учебное пособие / И. Е. Рогов. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2023. — 186 с. — ISBN 978-5-7890-2093-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/130468.html>

7.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Электронно-библиотечная система -Цифровой образовательный ресурс IPR SMART – электронная библиотека по всем отраслям знаний [Электронный ресурс]. – URL:
2. <http://www.iprbookshop.ru>
3. Справочник математических формул <http://www.pm298.ru/>
4. Каталог ГОСТов - <https://snip.ruscable.ru/>
5. <http://www.consultant.ru/>— Консультант Плюс
6. <http://www.garant.ru/>— Гарант
7. Программное обеспечение для организации конференции.

Раздел 8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

8.1. Учебные аудитории для проведения лекционных и практических занятий (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся всех направлений подготовки).

Оборудование:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Пробковая доска
- Моноблок для преподавателя с выходом в интернет
- ЖК панель
- Компьютеры для обучающихся с выходом в интернет
- Виртуальный лабораторный стенд «Электрические цепи» на 20 рабочих мест;
- Виртуальный лабораторный стенд «Электротехника и основы электроники» ТС-ЭТиОЭ2-ЛС на 16 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого реле» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Автоматика на основе программируемого контроллера» на 20 рабочих мест
- Виртуальный лабораторный стенд «Цифровая и микропроцессорная техника» на 20 рабочих мест
- Набор учебно-методических материалов к разделу «Электротехника и электроника» (плакаты, презентации).

8.2. Помещение для самостоятельной работы обучающихся (помещение общего пользования с подключением к системам телекоммуникации и с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (доступ в сеть Интернет, Wi-Fi, глобальные поисковые системы, электронная почта и т.д.)

Специализированная мебель и технические средства обучения:

- Стол для преподавателя
- Стул для преподавателя
- Столы для обучающихся
- Стулья для обучающихся
- Компьютеры для преподавателя с выходом в интернет
- Компьютеры для обучающихся выходом в интернет
- ПО: MS Office, Яндекс браузер
- Цифровой образовательный ресурс IPR SMART
- доступ в ЭИОС.

Раздел 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины «**Производство электроэнергии**» можно построить в соответствии со списком вопросов для подготовки к экзамену. Для эффективного изучения курса Безопасности жизнедеятельности рекомендуется следующий порядок:

Сначала изучаются теоретические вопросы по соответствующей теме с проработкой как конспектов лекций, так и учебников. **Лекции** дают систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, концентрируют внимание на наиболее сложных узловых вопросах. Особое внимание следует обратить на **понимание смысла** основных понятий, определений. Затем нужно самостоятельно **подробно разобрать типовые примеры**, выясняя в деталях **практическое значение выученного теоретического материала**.

Добросовестное изучение всего материала, заключённого в лекциях, практических занятиях и домашних заданиях, гарантирует каждому обучающемуся успешные результаты на экзаменах. Для подготовки к экзамену необходимо, прежде всего, по лекциям и учебникам повторить и систематизировать весь теоретический материал, изученный в семестре.

При ответе на теоретические вопросы на экзамене следует привести необходимые определения, формулировку и примеры. Решение задач (если они есть в билете) следует излагать подробно и аккуратно, объясняя и мотивируя все действия по ходу решения.

Во время экзамена требуется иметь калькулятор для выполнения расчетных заданий.

Не забудьте обратить внимание на применение рассматриваемых вопросов и задач в будущей профессиональной деятельности. Понимание необходимости и возможности такого применения оценивается на экзамене очень высоко.

Учебно-методическое издание

Рабочая программа учебной дисциплины

Производство электроэнергии

*(Наименование дисциплины в соответствии с учебным
планом)*

Беликова Екатерина Владимировна

(Фамилия, Имя, Отчество составителя)