

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

7 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВ»

Направление подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) образовательной программы – Автоматизация технологических процессов и производств в энергетике

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 4 Семестр 7

Зачет 7 сем

Общая трудоемкость дисциплины 108.0 (академ. час), 3.00 (з.е)

Составитель Н.С. Безруков, Доцент, канд. техн. наук

Энергетический факультет

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 09.08.21 № 730

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники

01.02.2024 г. , протокол № 7

Заведующий кафедрой Скрипко О.В. Скрипко

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

7 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

7 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Скрипко О.В. Скрипко

7 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

7 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

дать основные знания о структуре и технологических процессах современного производства энергии, и методах анализа технологического процесса как объекта автоматизации и управления.

Задачи дисциплины:

- изучение структуры энергетического производства; номенклатуры, основных характеристик и области использования основного оборудования при производстве энергии; способы получения энергии; сущность, содержание, технологические схемы, состав средств технологического оснащения, технологические возможности и области применения технологических процессов;
- изучение содержания основных этапов технологической подготовки производства; структуры нормативного обеспечения производства (стандартизация, сертификация и др.); тенденции развития и последние достижения в энергетике (новые высокоэффективные технологические процессы, организационно-технические решения и др.);
- оценивание по укрупнённым или качественным показателям технико-экономической эффективности, а также экологическим, энерго - и ресурсозатратным и другим характеристикам существующих и предполагаемых для внедрения технологических процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Технологические процессы автоматизированных производств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

Изучение курса базируется в основном на учебном материале следующих дисциплин: «Вышая математика» (линейная алгебра, дифференциальное и интегральное исчисления, дифференциальные уравнения), «Физика» (термодинамика и электродинамика), «Электротехника и электроника», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Средства автоматизации и управления». Знания и умения, полученные в результате изучения дисциплины, будут использованы при выполнении ВКР и в практической деятельности выпускника.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-4 Способен участвовать в изготовлении, монтаже, наладке, испытаниях, сдаче в эксплуатацию автоматизированных систем управления технологическими процессами	ИД-1ПК-4 Использует знания принципов действия и технико-экономических характеристик оборудования и средств автоматизации.
	ИД-2ПК-4 Готов участвовать в испытаниях оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами.
	ИД-3ПК-4 Может выполнять монтаж и наладку средств

	автоматизации, контроля и диагностики технологических процессов в энергетике. ИД-4ПК-4 Пользуется инструментом, оборудованием и приборами для наладки средств и систем автоматизации.
ПК-5 Способен проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов с использованием необходимых методов и средств анализа	ИД-1ПК-5 Демонстрирует умение определять и учитывать эксплуатационные особенности оборудования, методы и способы безопасного выполнения работ при обслуживании средств автоматизации. ИД-2ПК-5 Пользуется контрольно-измерительным оборудованием, приборами и инструментами для определения параметров работы средств и систем автоматизации.

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.00 зачетных единицы, 108.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Схемы паротурбинных энергетических установок электростанций	7	2		2		2						6	Контрольная точка и тестирование №1, зачет
2	Цикл Ренкина на перегретом	7	2		2		2						6	Сдача лабораторны

4	Энергетическое топливо и его характеристики	Виды топлива и его состав. Теплота сгорания топлива и приведённые характеристики. Технические характеристики твёрдых топлив. Технические характеристики мазута и природных топлив
5	Балансы пара и воды на тепловой электростанции	Балансы пара и воды на КЭС. Добавочная вода и требования к ней. Химическая и термическая подготовка добавочной воды. Одноступенчатые и двухступенчатые испарительные установки. Схемы баланса пара и воды на ТЭЦ с отпуском пара из отборов турбины и химической подготовкой добавочной воды. Продувка котлов и её использование.
6	Отпуск тепла с электростанции тепловому потребителю	Отпуск тепла промышленным предприятиям на технологические нужды. Схема включения паропреобразователей. Отпуск тепла на отопление, вентиляцию и бытовые нужды. Схемы подогрева сетевой воды на установках с двумя теплофикационными отборами и теплофикационным пучком в конденсаторе турбины и на установках с одним теплофикационным отбором. График тепловых нагрузок. Типичные температурный и расходный графики сетевой воды.
7	Энергетические показатели тепловой электростанции	Основной энергетический показатель электростанции. Основные составляющие абсолютного КПД электростанции. Процесс работы пара в конденсационной турбине в h,S -диаграмме. Цикл водяного пара в T,S -диаграмме.
8	Основное тепловое оборудование электростанции	Регенеративные подогреватели. Схемы включения поверхностных подогревателей в систему регенеративного подогрева с дренажными насосами у каждого подогревателя, с каскадным отводом конденсата и со смешанным отводом конденсата Схемы поверхностных регенеративных подогревателей. Схемы подогрева питательной воды в подогревателях с охладителями и дренажа. Деаэраторы. Схемы включения деаэратора. Схемы деаэрационной установки избыточного давления и вакуумная. Колонка струйного и струйно-барботажного деаэраторов. Колонка деаэратора повышенного давления. Барботажное устройство в колонке деаэратора повышенного давления. Питательные насосы. Схемы включения питательных насосов. Одноподъёмная и двухподъёмная схемы включения питательных насосов. Схемы включения приводных турбин питательных насосов.

5.2. Практические занятия

Наименование темы	Содержание темы
-------------------	-----------------

Принципиальные тепловые схемы электростанций	Типичные тепловые схемы паротурбинных конденсационных установок на органическом топливе без промежуточного перегрева пара и с промежуточным перегревом. Тепловые схемы ТЭЦ на органическом топливе с турбиной с противодавлением и с турбиной с регулируемыми отборами. Схемы теплоэлектроцентралей. Структура тепловой схемы ТЭС.
Расчёт идеального цикла Ренкина по h_s -диаграмме.	Структура h_s - диаграммы. Описание и способы использования h_s - диаграммы теплофизических свойств воды и водяного пара. Обозначения, принятые в расчётах цикла Ренкина. Определение расхода пара и термического КПД паротурбинной электростанции.
Расчёт идеального цикла Ренкина по h_s -диаграмме.	Способы сжигания твёрдого топлива. Системы пылеприготовления. Пылесистема с замкнутой схемой сушки топлива и прямым вдуванием пыли в топочную камеру. Пылесистема с замкнутой схемой сушки топлива и промежуточным бункером пыли. Пылеприготовление с разомкнутой схемой сушки. Характеристика угольной пыли. Оптимальная степень разлома. Затраты энергии на размол пыли. Поверхность пыли. Влажность пыли. Взрываемость пыли. Оптимальная степень размола. Оборудование систем пылеприготовления. Подготовка к сжиганию мазута и природного газа
Отпуск тепла с электростанции тепловому потребителю.	Присоединение отопительных линий к магистралям тепловой сети. Схемы со струйным насосом (элеватором), зависимая схема с центробежным насосом и независимая схема с центробежным насосом. Подвод тепла на отопление, вентиляцию и бытовые нужды для открытой схемы горячего водоснабжения при независимом распределении сетевой воды (несвязанное регулирование), зависимом распределении воды (связанное регулирование); зависимой и независимой схемах регулирования отопительной нагрузки по температуре воздуха отапливаемых помещений.
Энергетические показатели тепловой электростанции	Расходы пара, теплоты и топлива. Процессы работы пара в конденсационной турбине с промежуточным перегревом пара и без него в h_s -диаграмме.
Основное тепловое оборудование электростанции	Конструкция регенеративного подогревателя с коллекторной системой и схема движения воды в трубной системе. Конструкция и расположение греющих элементов регенеративного подогревателя высокого давления турбины К-500-240. Горизонтальная колонка струйно- барботажного деаэрата повышенного давления. Барботажное деаэрационное устройство в баке-аккумуляторе. Деаэрационные колонки с устройствами плёночного типа с неупорядоченной насадкой и с упорядоченной насадкой. Струйно-барботажный деаэрат для деаэрации воды

	тепловых сетей. Барботажное деаэрационное устройство в конденсатосборнике. Сравнение тепловой экономичности установок с турбинами и электрическим приводом.
Энергетические показатели тепловой электростанции	Расходы пара, теплоты и топлива. Процессы работы пара в конденсационной турбине с промежуточным перегревом пара и без него в h,S -диаграмме.
Основное тепловое оборудование электростанции	Схема регенеративного подогрева с вынесенным охладителем дренажа. Регенеративный подогреватель с трубной доской. Регенеративный подогреватель низкого давления с охладителями пара и дренажа – подогреватель ПН-1000-32-7.

5.3. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Лабораторные работы в САПР SXTU.PRO: Знакомство с программой и разработкой принципиальных тепловых схем тепловых электростанций	Схемы паротурбинных энергетических установок электростанций.
Создание тепловой схемы идеального цикла Ренкина	Обозначения, принятые в расчётах цикла Ренкина
Исследование влияния начальных параметров пара на КПД идеального цикла Ренкина	Расчёт идеального цикла Ренкина по hs -диаграмме
Знакомство с программой и разработкой принципиальных тепловых схем тепловых электростанций	Общее описание технологического процесса производства тепла и электроэнергии на пылеугольной станции
Создание тепловой схемы тепловой электростанции с регенеративным подогревом питательной воды и теплофикацией	Технологическая схема Благовещенской ТЭЦ
Отпуск тепла с электростанции тепловому потребителю	Конструкция и расположение греющих элементов регенеративного подогревателя высокого давления турбины К-500-240.
Исследование влияния регенеративного подогрева питательной воды и теплофикации на КПД электростанции	Основные составляющие абсолютного КПД электростанции
Построение энергетических характеристик ТЭС.	Основной энергетический показатель электростанции. Основные составляющие абсолютного КПД электростанции

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в
-------	-----------------------------	---------------------------	----------------

			академических часах
1	Схемы паротурбинных энергетических установок электростанций	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	6
2	Цикл Ренкина на перегретом паре	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	6
3	Технологическая схема производства пара	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	6
4	Энергетическое топливо и его характеристики	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	6
5	Балансы пара и воды на тепловой электростанции	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	6
6	Отпуск тепла с электростанции тепловому потребителю	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	10
7	Энергетические показатели тепловой электростанции	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	10
8	Основное тепловое оборудование электростанции	Подготовка к лабораторной работе и выполнение отчета по ней	7.8

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Технологические процессы автоматизированных производств» используются традиционные и современные образовательные технологии.

Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии, технологии активных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой, технологии проблемного обучения.

1. Активные инновационные методы обучения: игровые имитационные методы – проектирование (лабораторных принципиальных схем тепловых электростанций).
2. Технологии обучения: синхронное обучение (индивидуальный лабораторный практикум с использованием САПР).
3. Информационные технологии: мультимедийное обучение (презентационный лекционный курс и практический курсы), примеры решения теплотехнических задач в программных средах и серверах интернет с показом на видеопроекторе.
- 4 Информационные системы: электронная база учебно- методических ресурсов на основе сайта app.vrsoft.ru.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы к зачёту, 7 семестр.

1. Технологическая схема пылеугольной электростанции (КЭС или ТЭС). Объяснить работу технологической схемы.
2. Тепловая схема паротурбинных установок с промежуточным перегревом. Изобразить схему и пояснить работу установки.

3. Тепловая схема паротурбинных установок без промежуточного перегрева. Изобразить схему и пояснить работу установки.
4. Тепловые схемы теплоэлектроцентралей: тепловая схема ТЭЦ с турбиной с противодавлением.
5. Тепловая схема ТЭЦ с турбиной с регулируемым отбором. Изобразить схему и пояснить работу установки.
6. Структура тепловой схемы ТЭС. Изобразить структуры, пояснить их, указать достоинства и недостатки каждой из них.
7. Цикл Ренкина на перегретом паре. Изобразить схему и цикл Ренкина (TS-диаграмму) и указать перечень процессов.
8. Эффективность идеального цикла Ренкина. Чем оценивается термический КПД цикла, изобразить цикл Ренкина в HS-диаграмме.
9. Эффективность работы реальной паротурбинной установки. Изобразить цикл Ренкина в HS- диаграмме. Понятия: внутренняя мощность, относительный и абсолютный внутренний КПД установки, удельный расход теплоты и пара на турбоустановку.
10. Технологическая схема производства пара: классификация паровых котлов. Изобразить схемы котлов и пояснить их работу.
11. Технологическая схема производства пара. По схеме пояснить технологию производства пара.
12. Схема барабанного котла с естественной циркуляцией. По схеме пояснить работу установки.
13. Схемы газовоздушного тракта котлов. Изобразить схемы газовоздушных трактов котлов: с уравнивающей тягой, с надувом. Понятие воздушный тракт, по схеме пояснить распределения давления в газовоздушном тракте.
14. Основные характеристики паровых котлов. Термин паропроизводительность котлов, характеристики котлов и коэффициент блочности.
15. Виды органического топлива и его состав.
16. Теплота сгорания топлива. Понятия высшая и низшая теплота сгорания топлива.
17. Технические характеристики твердых топлив. Термины зольность и влажность.
18. Технические характеристики мазута и природного газа. Термины: вязкость, температура застывания, температура вспышки, плотность, взрываемость, сернистость.
19. Балансы пара и воды на КЭС. Изобразить простейшую схему КЭС с потерей пара и воды. Термины: паровой баланс турбины, баланс питательной воды.
20. Химическая и термическая подготовка добавочной воды. Суть водоподготовки.
21. Способы сжигания твердого топлива. Изобразить схему сжигания топлива и указать достоинства и недостатки.
22. Схемы пылеприготовления. По схеме пояснить работу пылеприготовления с прямым вдуванием в топочную камеру. Формула расчета производительности одной мельницы.
23. Оборудование систем пылеприготовления. По схемам пояснить работу установки.
24. Подготовка к сжиганию мазута. По схеме объяснить принцип работы установки.
25. Отпуск тепла промышленным предприятиям на технологические нужды.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Схиртладзе, А. Г. Автоматизация технологических процессов и производств: учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — Саратов: Вузовское образование, 2015. — 459 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: [https:// www.iprbookshop.ru/37830.html](https://www.iprbookshop.ru/37830.html) (дата обращения: 05.06.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Александров А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара: Справочник. Рек. Гос. Службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98 – М.: Издательство МЭИ. 2003 – 168 с.
3. Волчкевич, Леонид Иванович. Автоматизация производственных процессов [Текст] : учеб.пособие: доп. УМО / Л. И. Волчкевич. - 2-е изд., стер. - М. : Машиностроение, 2007. - 380 с.
4. Технологические процессы автоматизированных производств[Электронный ресурс] : сб. учеб.- метод. материалов для направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств/ АмГУ, ЭФ; сост. О.В.Скрипко, Н.С.Безруков - Благовещенск: Изд- во Амур.гос.ун- та,2017.- 102с.- Режим доступа: http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/8257.pdf

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014.
2	LibreOffice	Бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/
3	Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition» РУСБ.10015-01	Лицензионный договор № РБТ-14/1607-01- ВУЗ на предоставление права использования программы для ЭВМ.
4	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
2	http:// www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
3	http://new.fips.ru/	Федеральный институт промышленной собственности
4	https://scholar.google.ru/	Google Scholar - поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов дисциплин
5	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – российский информационно- аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
6	https://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал MathNet.Ru
7	https://gissee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энерго сбережения

8	https:// www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
---	--	--

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Технологические процессы автоматизированных производств» проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы: учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, проекционный экран, ноутбук.

Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечным системам и к электронной информационно-образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

На занятиях применяется следующее техническое оборудование: ПЭВМ на базе процессора Intel Pentium, проектор.