INNOPOLIS UNIVERSITY
ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

# Тепловые электрические станции

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника Профиль. Промышленная теплоэнергетика.**
**Бакалавр. 5 курс.**

Бушуев Антон Николаевич
Доцент кафедры электроэнергетики и электротехники
Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС»

# Место дисциплины в структуре образовательной программы

INNOPOLIS UNIVERSITY ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

5 курс бакалавриата, 9 семестр

## Пререквизиты изучаемой дисциплины:

Вторичные энергоресурсы промышленных предприятий;
Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки;
Конструкции и тепловая работа промышленных печей;
Котельные установки и парогенераторы;
Котлы-утилизаторы;
Тепломассообменное оборудование предприятий;
Технологические энергоносители предприятий;
Электроснабжение и оборудование промышленных предприятий;
Энергоаудит на промышленных предприятиях и в коммунальном хозяйстве;
Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологии;
Автоматизация тепловых процессов;
Источники и системы теплоснабжения;
Нагнетатели и тепловые двигатели;
Топливо и топливосжигающие устройства;
Физико-химические основы водоподготовки.

## Постреквизиты изучаемой дисциплины:

Альтернативная энергетика;
Безопасность жизнедеятельности;
Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии;
Теплоэнергетические системы промышленных предприятий;
Государственная итоговая аттестация;
Курсовая научно-исследовательская работа;
Преддипломная практика.

# Объем дисциплины (модуля)

| Вид занятий | Количество часов | Актуализировано часов |
|---|---|---|
| Лекции | 12 | 4 |
| Лабораторные / практические занятия | 12 | 4 |
| Самостоятельная работа | 120 | 24 |
| Всего часов | 144 | 32 |

# Актуальность выпускника на рынке труда

Теплоэнергетика как и все сферы производства ведет курс на цифровизацию.

Выпускники данной специальности могут работать, занимая должности инженеров-энергетиков, инженеров-теплотехников, диспетчеров энергосистем, на различных теплоэнергетических и теплоснабжающих объектах – электростанциях, ТЭЦ, в нефтегазовой отрасли, где необходимы знания цифровых технологий.

Мир меняется постоянно, технологии совершенствуются год от года, поэтому цифровая грамотность требует от выпускников специальности в сфере производства теплотехнического оборудования и разработки соответствующих технологий и систем развиваться в течение всей жизни и улучшать свои навыки в процессе постоянного обучения как в промышленной сфере, так и в сфере цифровой грамотности и искусственного интеллекта.

# Результаты обучения

## Компетенция ПК-1: проектно-конструкторская (в области теплоэнергетики и теплотехники)

### Знать:

- ✔ Тепловые схемы ТЭС, ПТУ, ГТУ, ПГУ.
- ✔ Режимы работы и оптимальные параметры энергооборудования на ТЭС.
- ✔ Специализированное программное обеспечение управления основным оборудованием ТЭС.

### Уметь:

- ✔ Вести расчеты по выбору силового оборудования тепловых электростанций.
- ✔ Применять современное программное обеспечение проектирования силового оборудования ТЭС, ГТУ, ПГУ, ПТУ.

### Владеть:

- ✔ Методикой проектирования и эксплуатации силового энергооборудования тепловых электростанций
- ✔ Современным программным обеспечением проектирования силового оборудования

# Результаты обучения

## Компетенция ПК-3: производственно-технологическая (в области теплоэнергетики и теплотехники)

### Знать:

- ✔ Источники научно-технической информации по вопросам, связанным с разработкой и исследо-ванием тепловых электри-ческих станций
- ✔ Специализированное программное обеспечение, используемое при проекти-ровании оборудования ТЭС (Matlab, Mathcad,

### Уметь:

- ✔ Оформлять технологическую и конструкторскую документацию в соответствии с нормативно-технической документацией

### Владеть:

- ✔ Методиками технико-экономического обоснования проектных и производственных разработок ТЭС, ПТУ, ГТУ и ПГУ.

# Результаты обучения

## Компетенция УК-1: фундаментальные знания

### Знать:

- ✔ Современные тенденции развития энергетики
- ✔ Основные принципы производства электрической и тепловой энергии
- ✔ Программные технологии, используемые в сфере цифровизации энергетики (Matlab, Mathcad, Classic и т.п.).

### Уметь:

- ✔ Применять методы сопоставления эффективности использования разных энергоносителей

### Владеть:

- ✔ Навыками применения полученной информации по разработкам и исследованиям тепловых электрический станций
- ✔ Навыками применения современных программных технологий в энергетике (Matlab, Mathcad, Classic, VisSim и т.п.).

# Программные продукты, применяемые в отрасли, изучение которых формирует цифровые компетенции выпускника

В процессе изучения дисциплины «Тепловые электрические станции» применяются программные продукты:

- LMS Canvas;
- Компас-3D;
- Matlab;
- ОС3.Интерактивная доска;
- Mathcad;
- СПО Динамика;
- Classic;
- SimInTech;
- Яндекс.Диск;
- Microsoft Excel;
- Google Jamboard;
- Google Sheets;

# Лекционный блок

(4 часов )

Указаны только актуализированные темы с учетом цифровых технологий

- Введение в теплоэнергетику (0,5 часа)

  **Цифровые технологии, применяемые на тепловых электрических станциях (Компас-3D, Classic, Matlab, Microsoft Excel, СПО Динамика)**

- Тепловые схемы ТЭЦ (1 час)

  **Моделирование паротурбинного цикла (Matlab Simulink)**

- Тепловая часть электростанций (2,5 часов)

  **Пуск энергоблока из холодного и горячего состояний (Matlab, Classic, Microsoft Excel).**

# Лабораторные / практические занятия

(4 часов )

Указаны только актуализированные темы с учетом цифровых технологий

- Введение в теплоэнергетику (0 часов)

- Тепловые схемы ТЭЦ (2 часа)

**Разработка модели паротурбинного цикла ТЭЦ в Matlab Simulink**

- Тепловая часть электростанций (2 часа)

**Расчет парового котла по нормативному методу в Microsoft Excel**

# Самостоятельная работа

(24 часов )

Указаны только актуализированные темы с учетом цифровых технологий

- Введение в теплоэнергетику (6 часов)

  **Цифровая энергетика и применение технологии больших данных (Big Data) в теплоэнергетике**

- Тепловые схемы ТЭЦ (10 часов)

  **Сбор данных с теплосилового оборудования с мобильной передачей в пункт управления и технологического контроля**

  **Искусственный интеллект в обработке показателей сенсорных и тепловых датчиков паровых турбин**

- Тепловая часть электростанций (6 часов)

  **Искусственный интеллект в управлении процессом горения газового топлива в паровом котле сверхкритического давления**

# Учебно-методическое и информационное обеспечение

INNOPOLIS UNIVERSITY ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

## Основная литература


1. Цифровая энергетика: новая парадигма функционирования и развития под ред. Н.Д. Рогалева. – М.: Издательство МЭИ, 2019. – 300 с.


## Дополнительная литература


1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».
2. Текслер А.Л. Цифровизация энергетики: от автоматизации процессов к цифровой трансформации отрасли / А.Л. Текслер // Энергетическая политика, 2018. №5. С.3-6.
3. Массель Л.В. Методы и интеллектуальные технологии научного обоснования стратегических решений по цифровой трансформации энергетики / Л.В. Массель // Энергетическая политика, 2018. №5. С.30-42.
4. Веселов Ф.В. Интеллектуальная энергосистема России как новый этап развития электроэнергетики в условиях цифровой экономики / Ф.В. Веселов, В.В. Дорофеев // Энергетическая политика, 2018. №5.


## Интернет-ресурсы

1. https://www.youtube.com/watch?v=5njHfwTCeNg
2. https://www.youtube.com/watch?v=Y3xIjtAgQno
3. https://www.youtube.com/watch?v=g3YReujTYxg

# Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

## Вспомогательные программы, используемые в обучении студентов

Google Jamboard

Padlet

Яндекс.Диск

myQuiz

EdApp

Telegram

Облако Mail.ru

# Фонд оценочных средств

## Тестовые вопросы

- ✔ Вопрос 1: Назовите программный продукт, наиболее часто применяемый для сбора и обработки данных с последующим перерасчетом парового котла на ТЭС
  1. Matlab
  2. Mathcad
  3. Microsoft Excel
- ✔ Вопрос 2: Укажите программный продукт, используемый для расчетов и проектирования электрических узлов ТЭС
  1. ETAP
  2. Classic
  3. Microsoft Excel
- ✔ Вопрос 3: В какой программе удобнее смоделировать синтезированную систему автоматического регулирования котла с непрерывным и цифровым регуляторами?
  1. Matlab Simulink
  2. Mathcad

## Экзаменационные вопросы

- ✔ Иерархическая структура современных автоматизированных систем управления технологическим процессом на ТЭС.
- ✔ Программный продукт ETAP, используемый при проектировании и расчете электрических узлов ТЭС.
- ✔ Непосредственное цифровое управление технологическим процессом, как отдельный тип АСУТП

## Кейс или проектное задание

Разработка цифрового двойника парового котла сверхкритического давления.

# Фонд оценочных средств

INNOPOLIS UNIVERSITY ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

## Тестовые вопросы

✔ Вопрос 4: Что представляет собой непосредственное цифровое управление технологическим процессом, как отдельный тип АСУТП?

1. поддержание технологического процесса вблизи оптимальной рабочей точки путем оперативного воздействия на него
2. регуляторы полностью исключаются из системы, и сигналы, используемые для приведения в действие управляющих органов, поступают непосредственно из АСУТП.
3. ЭВМ в составе АСУТП работает в ритме технологического процесса в разомкнутом контуре, т.е. выходы АСУТП не связаны с управляющими органами

## Экзаменационные вопросы

✔ Основные примеры применения программ Matlab и Matcad при расчетах и проектировании тепловых схем ТЭС.

✔ Уровни программно-технического комплекса автоматизации технологических процессов ТЭС.

✔ Основные стадии работы в сквозной технологии создания АСУТП на тепловых электростанциях.

## Кейс или проектное задание

Разработка цифрового двойника парового конденсатора паровой турбины К-300-240

# Фонд оценочных средств

## Тестовые вопросы

✔ Вопрос 5: Что обычно подразумевает средний уровень программно-технического комплекса автоматизации технологических процессов ТЭС?

1. коммутаторы ЛВС, маршрутизаторы и сетевые экраны, включая коммуникационные контроллеры, осуществляющие сопряжение объекта автоматизации с центрами управления
2. терминалы управления присоединением, интегрируемые микропроцессорные терминалы, контроллеры ЩПТ и ЩСН, приборы ККЭ и другие интеллектуальные устройства и подсистемы
3. терминалы управления присоединением, интегрируемые микропроцессорные терминалы, контроллеры ЩПТ и ЩСН,

## Экзаменационные вопросы

✔ Продукт Microsoft Excel, как программа для математических расчетов режима работы парового котла

✔ Matlab Simulink при моделировании синтезированной системы автоматического регулирования котла с непрерывным и цифровым регуляторами

✔ Основные стадии теплового расчета паровой турбины в Microsoft Excel

## Кейс или проектное задание

Краткое описание кейса

# Фонд оценочных средств

INNOPOLIS UNIVERSITY ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

## Тестовые вопросы

- ✔ Вопрос 6: С помощью какого программного комплекса удобнее производить моделирование эксплуатационных характеристик паровых турбин и дутьевых вентиляторов?
  1. FlowVision
  2. Mathcad
  3. Mathematica
- ✔ Вопрос 7: Что относится к начальной стадии работы в сквозной технологии создания АСУТП на тепловых электростанциях?
  1. разработка общесистемных решений по АСУТП
  2. формирование концепции АСУТП с выбором базового программно-технического комплекса
  3. разработка модели ТОУ реального времени и информационной совместимости с программно-техническим комплексом

## Экзаменационные вопросы

- ✔ Выполнение теплового расчета парового котла в Microsoft Excel по нормативному методу
- ✔ Программный продукт FlowVision при моделировании паровой турбины на ТЭС
- ✔ Основные стадии расчета конденсатора в Mathcad или Mathematica.

## Кейс или проектное задание

# Фонд оценочных средств

INNOPOLIS UNIVERSITY ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

## Тестовые вопросы

✔ Вопрос 8: Что обычно подразумевает верхний уровень программно-технического комплекса автоматизации технологических процессов ТЭС?

1. коммутаторы ЛВС, маршрутизаторы и сетевые экраны, включая коммуникационные контроллеры, осуществляющие сопряжение объекта автоматизации с центрами управления
2. интегрируемые микропроцессорные терминалы, контроллеры ЩПТ и ЩСН, приборы ККЭ и КИП и другие интеллектуальные устройства и подсистемы, включая ЭВМ
3. серверы АСУТП, автоматизиро-ванные рабочие места и специали-зированное программное обеспе-чение предоставления, обработки, хранения и анализа информации, информационного

## Экзаменационные вопросы

## Кейс или проектное задание

# Фонд оценочных средств

INNOPOLIS UNIVERSITY ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

## Тестовые вопросы

✔ Вопрос 9: Укажите программный продукт, чаще используемый при тепловом расчете парового котла по нормативному методу?

1. Mathematica
2. Mathcad
3. Microsoft Excel

✔ Вопрос 2: Что подразумевает под собой нижний уровень иерархической структуры современных автоматизированных систем управления технологическим процессом на ТЭС

1. программируемые микропро-цессорные контроллеры, выполня-ющие сбор и обработку информации для базы данных системы и реали-зующие управляющие функции
2. УВМ с функциями реализации дистанционного управления ИМ, изменения задания режимов работы систем регулирования отдельных процессов
3. УВМ с функциями представления

## Экзаменационные вопросы

## Кейс или проектное задание

# Обратная связь по программе повышения квалификации

INNOPOLIS UNIVERSITY
ОПОРНЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

# Спасибо за внимание!

Бушуев Антон Николаевич
Доцент кафедры электроэнергетики и электротехники
Новотроицкий филиал НИТУ «МИСиС»