ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Петербургский государственный университет путей сообщения

Императора Александра I»

(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Кафедра «Теплотехника и теплосиловые установки»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

*дисциплины*

«ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ» (Б1.В.ДВ.4.1)

для направления

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

по профилю

«Промышленная теплоэнергетика»

Форма обучения – очная, заочная

Санкт-Петербург

2018

**1. Цели и задачи дисциплины**



Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО, утвержденным «1» октября 2015 г., приказ № 1081 по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», по дисциплине «Основы инженерного проектирования теплотехнических объектов».

Целью изучения дисциплины является формирование компетенций, указанных в разделе 2 рабочей программы.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

- приобретение знаний, указанных в разделе 2 рабочей программы;

- приобретение умений, указанных в разделе 2 рабочей программы;

- приобретение навыков, указанных в разделе 2 рабочей программы.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Планируемыми результатами обучения по дисциплине являются: приобретение знаний, умений, навыков и/или опыта деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**ЗНАТЬ**:

основные положения системного проектирования.

**УМЕТЬ**:

применять уравнения и справочную литературу для определения основных характеристик теплоэнергетических систем.

**ВЛАДЕТЬ**:

Методами анализа и оптимизации проектных параметров.

Приобретенные знания, умения, навыки и/или опыт деятельности, характеризующие формирование компетенций, осваиваемые в данной дисциплине, позволяют решать профессиональные задачи, приведенные в соответствующем перечне по видам профессиональной деятельности в п. 2.4 общей характеристики основной профессиональной образовательной программы (ОПОП).

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих **профессиональных компетенций (ПК)**, соответствующих видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа бакалавриата:

рсчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:

- способность участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией (ПК-1);

- способность проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием (ПК-2);

- способность участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам (ПК-3);

научно-исследовательская деятельность:

- способность к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата (ПК-4);

производственно-технологическая деятельность:

- готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов при использовании типовых методов контроля режимов работы технологического оборудования (ПК-8);

- готовность к участию в работах по освоению и доводке технологических процессов (ПК-10);

монтажно-наладочная деятельность:

- готовность участвовать в типовых, плановых испытаниях и ремонтах технологического оборудования, монтажных, наладочных и пусковых работах (ПК-11);

сервисно-эксплуатационная деятельность:

- готовность участвовать в работах по оценке технического состояния и остаточного ресурса оборудования, в организации профилактических осмотров и текущего ремонта оборудования (ПК-12);

- способность к обслуживанию технологического оборудования, составлению заявок на оборудование, запасные части, к подготовке технической документации на ремонт (ПК-13).

Область профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведена в п. 2.1 общей характеристики ОПОП.

Объекты профессиональной деятельности обучающихся, освоивших данную дисциплину, приведены в п. 2.2 общей характеристики ОПОП.

**3. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина «Основы инженерного проектирования теплотехнических объектов» (Б1.В.ДВ.4.1) относится к вариативной части и является дисциплиной по выбору обучающегося.

**4. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Для очной формы обучения:

| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Семестр** |
| --- | --- | --- |
| **8** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 40  10  20  10 | 40  10  20  10 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 59 | 59 |
| Контроль | 9 | 9 |
| Форма контроля знаний | З | З |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108 / 3 | 108 / 3 |

Для заочной формы обучения:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Всего часов** | **Курс** |
| **5** |
| Контактная работа (по видам учебных занятий)  В том числе:   * лекции (Л) * практические занятия (ПЗ) * лабораторные работы (ЛР) | 12  4  4  4 | 12  4  4  4 |
| Самостоятельная работа (СРС) (всего) | 92 | 92 |
| Контроль | 4 | 4 |
| Форма контроля знаний | З | З |
| Общая трудоемкость: час / з.е. | 108 / 3 | 108 / 3 |

**5. Содержание и структура дисциплины**

5.1 Содержание дисциплины

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Содержание раздела** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Сложные технические системы как объект проектирования | Определения системы, сложной технической системы, большой системы. Элементы системы. Назначение системы. Состав, структуры и облик. Модель черного ящика. Теплоэнергетические системы. |
| 2 | Основные определения и свойства систем | Система и структура. Система и среда. Система и время. Управление. Целостность. Эмерджентность. Членимость. Чувствительность. Инвариантность. Устойчивость. Наблюдаемость. Идентифицируемость. Проблема выбора. Уровни системности труда. |
| 3 | Системное проектирование | Причины возникновения системного проектирования. Определение системного проектирования. Системный подход. Концепция проектируемого объекта. Принципы системного проектирования. Проблемы и цели проектных задач. |
| 4 | Модели на основе множеств | Определение множества. Элементы множества. Множество и подмножества. Задание множеств. Определяющее свойство. Операции над множествами. Диаграммы Эйлера. Отношения. Функции как отношения. Модели теплоэнергетических систем на основе множеств. |
| 5 | Модели на основе графов | Происхождение графов. Ориентированные графы. Взвешенные графы. Типы конечных графов. Смежность. Инцидентность. Изоморфизм. Маршруты. Связность. Деревья и лес. Планарность. Графы и отношения. Модели теплоэнергетических систем на основе графов. |
| 6 | Модели на основе логических функций | Булевы функции. Дизъюнкция. Конъюнкция. Отрицание. Логические операции и формулы. Булева алгебра. Тождественные преобразования. Упрощение записи формул. Синтез структур. Модели теплоэнергетических систем на основе логических функций. |
| 7 | Вероятностные модели | Случайные явления. Фактор. Параметр. События и вероятность. Расчет вероятностей. Полная группа событий. Несовместные события. Равновозможные события. Случаи. Классической формула определения вероятностей. Статистическая вероятность. Случайная величина. Дискретные случайные величины. Непрерывные случайные величины. Основные теоремы теории вероятностей. Распределения. |
| 8 | Планирование проектирования | Планы. Линейные графики. Ленточные графики. Сетевые графики. Сетевые матрицы. Расчет характеристик сетевого графика. |
| 9 | Стоимостные характеристики | Основные понятия и определения. Затраты. Стоимость. Цена. Экономическая эффективность. Затраты жизненного цикла системы. Затраты на разработку, производство и эксплуатацию. Стоимость научно-исследовательских работ. Стоимость проектирования. Стоимость опытно-конструкторских разработок (ОКР). Метод удельных показателей и статистические средние величины. Распределение затрат при разработке и производстве. |
| 10 | Компоновка | Определения, задачи и цели компоновки. Компоновочная схема. Конструктивно-компоновочная схема. Конструктивно- силовая схема. Теоретический чертеж. Определения: элемент, деталь, узел, агрегат, прибор, блок, Модуль. Типовые элементы. Общие требования к компоновке. Расчет объемов и выбор форм. Последовательность решения компоновочной задачи. Обликовое проектирование. |
| 11 | Качество в проектировании | Определение качества. Понятие о показателях качества. Частные показатели качества. Векторное изображение показателей качества. Критерии качества. Критерий пригодности. Критерий оптимальности. |
| 12 | Эффективность | Определения эффективности. Показатели эффективности. Частные показатели эффективности. Операционная эффективность. Показатель исходной эффективности. Коэффициент готовности. Экономическая эффективность. Критерии эффективности и качества. |
| 13 | Эргономика | Определение эргономики. Краткая историческая справка. Объекты изучения эргономики. Методология науки эргономики. Психофизиологическая сущность и структура трудовой деятельности человека-оператора. Основные этапы деятельности оператора. Система человек-техника. Характеристики оператора в системе человек-техника. Показатели эргономичности. Характеристики анализаторов человека. Функциональные состояния оператора. Рабочее место. Распределение функций между человеком и машиной. Психофизиологический отбор операторов. Новые направления развития эргономики. |
| 14 | Эксплуатация и эксплуатационные характеристики | Определения эксплуатации. Стадии эксплуатации: транспортировка, хранение, подготовки к применению, содержания в готовности, применение по назначению, техническое обслуживание, мелкий и средний ремонт, снятие с эксплуатации. Цели эксплуатации. Эксплуатационные характеристики:надежность, безопасность, живучесть, экологичность, транспортабельность, эргономичность, совместимость и автономность. Расчет эксплуатационных характеристик. |
| 15 | Анализ, оптимизация, синтез | Проектный анализ. Задачи анализа. Анализ исходных данных. Декомпозиция. Базы знаний. Проектные базы и банки данных. Оптимизация. Синтез. Проектный синтез. Логика системного проектирования. Структура системного проектирования Методы и методики. Структурный и твердотельный синтез. Проектные алгоритмы. |

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

Для очной формы обучения:

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Сложные технические системы как объект проектирования | 0,5 | 1 | 0,5 | 3 |
| 2 | Основные определения и свойства систем | 0,5 | 1 | 0,5 | 4 |
| 3 | Системное проектирование | 0,5 | 1 | 0,5 | 4 |
| 4 | Модели на основе множеств | 0,5 | 1 | 0,5 | 4 |
| 5 | Модели на основе графов | 1 | 1 | 0,5 | 4 |
| 6 | Модели на основе логических функций | 1 | 2 | 0,5 | 4 |
| 7 | Вероятностные модели | 1 | 2 | 0,5 | 4 |
| 8 | Планирование проектирования | 1 | 2 | 0,5 | 4 |
| 9 | Стоимостные характеристики | 1 | 1 | 0,5 | 4 |
| 10 | Компоновка | 0,5 | 1 | 1 | 4 |
| 11 | Качество в проектировании | 0,5 | 2 | 1 | 4 |
| 12 | Эффективность | 0,5 | 2 | 1 | 4 |
| 13 | Эргономика | 0,5 | 1 | 1 | 4 |
| 14 | Эксплуатация и эксплуатационные характеристики | 0,5 | 1 | 1 | 4 |
| 15 | Анализ, оптимизация, синтез | 0,5 | 1 | 0,5 | 4 |
| **Итого** | | 10 | 20 | 10 | 68 |

Для заочной формы обучения:

| **№ п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Л** | **ПЗ** | **ЛР** | **СРС** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | Сложные технические системы как объект проектирования | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 2 | Основные определения и свойства систем | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 3 | Системное проектирование | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 4 | Модели на основе множеств | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 5 | Модели на основе графов | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 7 |
| 6 | Модели на основе логических функций | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 7 |
| 7 | Вероятностные модели | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 6 |
| 8 | Планирование проектирования | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 6 |
| 9 | Стоимостные характеристики | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 6 |
| 10 | Компоновка | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 11 | Качество в проектировании | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 12 | Эффективность | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 13 | Эргономика | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 14 | Эксплуатация и эксплуатационные характеристики | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| 15 | Анализ, оптимизация, синтез | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 6 |
| **Итого** | | 4 | 4 | 4 | 92 |

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

| **№**  **п/п** | **Наименование раздела дисциплины** | **Перечень учебно-методического обеспечения** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Сложные технические системы как объект проектирования | 1. <http://library.pgups.ru>  2. В.А. Кирилиллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин "Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с.  3. Никольская О.К., Никольский Д.В., Кудрин М.Ю., Краснов А.С. Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ / СПб.: ПГУПС. 2011.- 42 с.  4. В.А. Кирилиллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин "Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с.  5. В.И. Крылов «Теплотехника» Конспект лекций. СПб.: ПГУПС, 2013г. – 71с.  А.П. Баскаков А.П. «Теплотехника» М.: Бастет, 2010г. – 325с.  6. И.Г. Киселев «Теплотехника на подвижном составе железных дорог» М.: УМЦ по оборудованию на ж.д. транспорте, 2008г. – 287с. |
| 2 | Основные определения и свойства систем |
| 3 | Системное проектирование |
| 4 | Модели на основе множеств |
| 5 | Модели на основе графов |
| 6 | Модели на основе логических функций |
| 7 | Вероятностные модели |
| 8 | Планирование проектирования |
| 9 | Стоимостные характеристики |
| 10 | Компоновка |
| 11 | Качество в проектировании |
| 12 | Эффективность |
| 13 | Эргономика |
| 14 | Эксплуатация и эксплуатационные характеристики |
| 15 | Анализ, оптимизация, синтез |

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Фонд оценочных средств по дисциплине является неотъемлемой частью рабочей программы и представлен отдельным документом, рассмотренным на заседании кафедры и утвержденным заведующим кафедрой.

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, нормативно-правовой документации и других изданий, необходимых для освоения дисциплины**

8.1 Перечень основной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. В.А. Кирилиллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин "Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с.

2. Никольская О.К., Никольский Д.В., Кудрин М.Ю., Краснов А.С. Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ / СПб.: ПГУПС. 2011.- 42 с.

3. В.А. Кирилиллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин "Техническая термодинамика" М.: Издательство МЭИ, 2008 г. – 496с.

4. 2.В.И. Крылов «Теплотехника» Конспект лекций. СПб.: ПГУПС, 2013г. – 71с.

5. А.П. Баскаков А.П. «Теплотехника» М.: Бастет, 2010г. – 325с.

6. И.Г. Киселев «Теплотехника на подвижном составе железных дорог» М.: УМЦ по оборудованию на ж.д. транспорте, 2008г. – 287с.

8.2 Перечень дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Техническая термодинамика: /Учебник // Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. - 4-е изд., перераб - М.: Энергоатомиздат, 1983,- 416 с.

2. Сборник задач по технической термодинамике/ Т.Н. Андрианова и др. - 4-е изд. - М.: Издательство МЭИ. 2000 - 354 с.

3. Зубарев В.Н., Александров А.А., Охотин B.C. Практикум по технической термодинамике - М.: Энергоатомиздат, 1986 - 304 с.

4. Ривкин С.Л. Термодинамические свойства газов. - 4-е изд. - М.: Энергоатомиздат, 1987 - 287 с.

5. Александров А.А., Григорьев. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара - М.: Издательство МЭИ, 1999 -162 с

6. Александров А.А. Расчет термодинамических процессов идеального газа. - М.: МЭИ, 1988-44 с.

7. Аметистов Е.В. Основы теории теплообмена. - М.: МЭИ, 2000 - 240 с.

8.3 Перечень нормативно-правовой документации, необходимой для освоения дисциплины

1. Промышленный портал Complexdoc [Электронный ресурс] - Режим доступа: *http://www.complexdoc.ru/*, свободный.

8.4 Другие издания, необходимые для освоения дисциплины

1. Никольская О.К. Техническая термодинамика. Методические указания к выполнению лабораторных работ. С-Пб, ПГУПС, 2006 г., 42 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Личный кабинет обучающегося и электронная информационно-образовательная среда. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://sdo.pgups.ru/ (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).
2. Профессиональные справочные системы Техэксперт – электронный фонд правовой и нормативно – технической документации [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cntd.ru/>, свободный – Загл. с экрана;
3. Электронно – библиотечная система ЛАНЬ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://e.lanbook.com>. Загл. с экрана.

**10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Порядок изучения дисциплины следующий:

1. Освоение разделов дисциплины производится в порядке, приведенном в разделе 5 «Содержание и структура дисциплины». Обучающийся должен освоить все разделы дисциплины с помощью учебно-методического обеспечения, приведенного в разделах 6, 8 и 9 рабочей программы.
2. Для формирования компетенций обучающийся должен представить выполненные типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, предусмотренные текущим контролем (см. фонд оценочных средств по дисциплине).
3. По итогам текущего контроля по дисциплине, обучающийся должен пройти промежуточную аттестацию (см. фонд оценочных средств по дисциплине).

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине:

* технические средства (компьютер/ноутбук, проектор);
* методы обучения с использованием информационных технологий (демонстрация мультимедийных материалов);
* электронная информационно – образовательная среда Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sdo.pgups.ru>. (для доступа к полнотекстовым документам требуется авторизация).

Дисциплина обеспечена необходимым комплектом лицензионного программного обеспечения, установленного на технических средствах, размещенных в специальных помещениях и помещениях для самостоятельной работы в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы. Перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем приведены в Паспортах аудиторий/помещений.

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

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и соответствует действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам.

Она содержит специальные помещения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (в соответствии с утвержденными расписаниями учебных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы).

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Специальные помещения для проведения лабораторных работ укомплектованы специализированной учебно – лабораторной мебелью, лабораторным оборудованием, лабораторными стендами, специализированными измерительными средствами в соответствии с перечнем лабораторных работ.

Для проведения занятий лекционного типа используется демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей учебной программе дисциплины, рассмотренное на заседании кафедры и утвержденное заведующим кафедрой.

* Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Разработчик программы,  к.т.н., доцент  «24» 04 2018 г. |  | Д.В. Никольский |