

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Программа государственного экзамена

**Б3.01(Г)** Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Учебный план: ФГОС3++b130301ЭТ-1\_21-14.plx

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологий  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ
8	УП	96,5	11,5	3
Итого	УП	96,5	11,5	3

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К ПРОГРАММЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

**1.1 Цель государственного экзамена:** Определить соответствие результатов освоения образовательной программы (компетенций) выпускников требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и подтвердить их способность и готовность использовать знания, умения и (или) практический опыт в профессиональной деятельности.

### 1.2 Задачи государственного экзамена:

- комплексная оценка уровня подготовленности выпускников по важнейшим (основным) дисциплинам учебного плана;
- определение степени освоения выпускниками универсальных, обще профессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника;
- получение оснований для решения вопроса аттестационной комиссией о присвоении квалификации и выдаче выпускнику диплома.

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ И ИНДИКАТОРЫ ДОСТИЖЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

<b>ПК-1.2: Способен к разработке схем размещения теплотехнического оборудования различных производств</b>
<b>Знает:</b> классификацию, области применения теплоэнергетического оборудования; принципиальные схемы размещения различных типов объектов профессиональной деятельности.
<b>Умеет:</b> разрабатывать простые схемы теплоэнергетических объектов; проводить технические и технико-экономические расчеты теплотехнического оборудования; определять вид, назначение и ориентировочную мощность теплотехнического оборудования; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.
<b>Владеет:</b> навыками эксплуатации теплоэнергетического оборудования; навыками соблюдения правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности.
<b>ПК-2.2: Готовность к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов объектов профессиональной деятельности при использовании типовых методов</b>
<b>Знает:</b> контрольно-измерительные приборы, их конструкцию и возможности применения для обеспечения технологических процессов в объектах профессиональной деятельности.
<b>Умеет:</b> составлять и читать схемы метрологического обеспечения, используемые при различных технологических процессах, в объектах профессиональной деятельности.
<b>Владеет:</b> навыками эксплуатации метрологического оборудования, в том числе контрольно-измерительных приборов на объектах профессиональной деятельности
<b>ПК-3.2: Готовность к обеспечению экологической безопасности теплотехнического оборудования различных производств и разработке экозащитных мероприятий</b>
<b>Знает:</b> нормативы по обеспечению экологической безопасности объектов профессиональной деятельности
<b>Умеет:</b> пользоваться нормативными документами в области экологической безопасности объектов профессиональной деятельности
<b>Владеет:</b> навыками разработки и осуществления экозащитных мероприятий объектов профессиональной деятельности
<b>ПК-4.2: Готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению теплотехнологических процессов и оборудования объектов профессиональной деятельности</b>
<b>Знает:</b> нормативы по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности
<b>Умеет:</b> разрабатывать варианты энергосберегающих решений на объектах профессиональной деятельности, оценивать результаты их реализации
<b>Владеет:</b> навыками разработки мероприятий по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности
<b>ПК-5.2: Способен выполнять специальные расчеты теплотехнологических процессов по типовым методикам</b>
<b>Знает:</b> Методики выполнения специальных расчетов применительно к объектам профессиональной деятельности, конструкции и основные технические показатели оборудования
<b>Умеет:</b> читать технологическую и конструкторскую документацию, схемы и чертежи основного и вспомогательного оборудования; применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию в области эксплуатации оборудования объектов профессиональной деятельности
<b>Владеет:</b> навыками выполнения профильных технических расчетов по методикам применительно к объектам профессиональной деятельности, навыками работы с технической и конструкторской документацией

### 3 ПОДГОТОВКА К СДАЧЕ И СДАЧА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

#### 3.1 Форма проведения государственного экзамена

Устная

Письменная

#### 3.2 Дисциплины образовательной программы, которые имеют определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников и включены в государственный экзамен

№ п/п	Наименование дисциплины
1	Оборудование энерготехнологических ТЭС
2	Системы отопления, вентиляции и кондиционирования
3	Охрана окружающей среды при работе теплотехнологических систем
4	Выпарные теплотехнологические установки
5	Системы рекуперации теплоты в теплотехнологии
6	Специальные вопросы тепломассообмена в теплотехнологических процессах
7	Тепловые двигатели
8	Топливо и процессы горения в теплоэнергетических установках
9	Котельные установки и парогенераторы
10	Тепломассообменное оборудование теплоэнергетических предприятий
11	Сушильные теплотехнологические установки
12	Энергосбережение и энергоэффективность теплоэнергетических установок и систем

#### 3.3 Система и критерии оценивания сдачи государственного экзамена

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Практико-ориентированное задание выполнено правильно, ответы и пояснения верные.
4 (хорошо)	В теоретической части дан полный стандартный ответ, в целом качественный, основан на всех обязательных для подготовки к государственному экзамену источниках информации. Выдвигаются преимущественно теоретические положения, но отдельные выводы подтверждены примерами из практической деятельности. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Практикоориентированное задание выполнено правильно, ответы и пояснения верные, но в их обосновании часть необходимых аргументов отсутствует.
3 (удовлетворительно)	В теоретической части ответ недостаточно логически выстроен, воспроизводит в основном только лекционные материалы дисциплин, входящих в программу государственного экзамена без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Хотя базовые понятия раскрываются верно, но выдвигаемые положения не достаточно аргументированы и (или) не подтверждаются примерами из практики. Присутствуют существенные ошибки в установлении межпредметных связей. Практикоориентированное задание выполнено с ошибками, в обосновании ответов и пояснений часть необходимых аргументов отсутствует.
2 (неудовлетворительно)	В теоретической части продемонстрирована неспособность отвечать на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части материала. Практикоориентированное задание выполнено с многочисленными существенными ошибками, пояснения отсутствуют. Предпринята попытка, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).

#### 3.4 Содержание государственного экзамена

### 3.4.1 Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

№ п/п	Формулировки вопросов
1	Теплотехнические характеристики энергетического топлива
2	Классификация водяных систем теплоснабжения
3	Кинетика процессов сушки влажных материалов. Расчет длительности периодов прогрева, периода постоянной и уменьшающейся скорости сушки.
4	Расчёт величины максимальной приземной концентрации вредных выбросов
5	Материальный баланс процесса горения газообразного топлива
6	Температурное поле. Температурный градиент. Тепловой поток. Уравнение Фурье
7	Тепловой баланс процесса горения
8	Теплопроводность плоской стенки
9	Способы сжигания топлива, достоинства и недостатки
10	Теплопроводность цилиндрической стенки
11	Теплопередача через плоскую стенку
12	Виды теплоснабжения. Расчёты расходования теплоты
13	Классификация сушильных установок. Виды теплообмена в сушильных установках. Основные расчетные уравнения теплообмена. Расчет испарившейся влаги.
14	Выпарные аппараты с падающей пленкой. Преимущества и недостатки
15	Сжигание в кипящем слое. Стационарный и циркулирующий кипящий слой, достоинства и недостатки
16	Составление теплового и влажностного балансов помещения
17	Низкотемпературный вихревой способ сжигания топлива, достоинства и недостатки
18	Графоаналитический метод определения температуры горения
19	Технологические методы снижения выбросов оксидов азота
20	Температурные потери в выпарной установке. Гидростатические, гидравлические, физико-химические потери
21	Тепловая схема котельной. Назначение оборудования
22	Экология в энергетике. Предельно-допустимые выбросы вредных веществ
23	Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы
24	Показатели качества воды. Докотловая обработка воды.
25	Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.
26	Тепломассообмен при сушке влажных материалов. Уравнения Ньютона-Рихмана и Дальтона. Критериальные зависимости для определения коэффициентов тепло - и массообмена при сушке.
27	Специфика теплового расчёта газо-газовых и газожидкостных теплообменников
28	Многоступенчатое выпаривание. Схемы выпаривания. Удельный расход пара
29	Повышение эффективности использования теплоты в сушильных установках. Изображение процессов на I-d диаграмме. КПД сушильных установок
30	Тепломассоперенос при контактной сушке бумажного полотна. Плотность массового и теплового потоков при низкотемпературном и высокотемпературном режимах сушки.
31	Регенерация теплоты уходящих дымовых газов
32	Теплоотдача при поперечном обтекании пучков труб
33	Принципиальная схема котлоагрегата с естественной циркуляцией
34	Теплообмен при плёночной конденсации водяного пара

35	Основы аэродинамического расчёта котлоагрегата
36	Основные законы теплового излучения
37	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости внутри трубы
38	Классификация систем теплоснабжения. Свойства теплоносителей
39	Регулирование тягодутьевых установок
40	Основы теории подобия. Критерии теплового и гидравлического подобия
41	Кинетика процессов сушки влажных материалов. Периоды сушки. Характерные признаки периодов сушки. Скорость сушки влажных материалов
42	Теплоотдача при естественной конвекции
43	Радиационно-конвективные сушильные установки. Теория радиационной сушки влажных материалов. Тепловой поток. Поглощение тепловой энергии. Расчет количества испарившейся влаги
44	Нормирование качества атмосферного воздуха. Предельно-допустимые концентрации вредных веществ. Эффект суммации
45	Способы переработки твёрдого топлива
46	Тепловой расчет теплообменных аппаратов
47	Теплотехнические характеристики вторичного топлива: коры, лигнина, сульфатного щелока, биологического ила
48	Гидравлический расчет теплообменных аппаратов
49	Кинетика контактно-конвективной сушки бумаги на многоцилиндровых установках. Расчет температуры бумажного полотна на сушильных цилиндрах и участках свободного хода.
50	Способы повышения эффективности теплообменных аппаратов

### 3.4.2 Варианты типовых контрольных заданий, выносимых на государственный экзамен

Поверхность корпуса испарителя состоит из плоской железной стенки толщиной  $\delta_{ст} = 8$  мм. По одну сторону стенки движется горячая вода со средней температурой  $t_1 = 150$  °С, а по другую сторону – воздух со средней температурой  $t_2 = 20$  °С. Определить коэффициент теплопередачи, плотность теплового потока, если коэффициент теплоотдачи от горячей воды к стенке  $\alpha_1 = 2000$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С), а коэффициент теплоотдачи от стенки к воздуху  $\alpha_2 = 20$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С). Теплопроводность стали  $\lambda_{ст} = 57$  Вт/(м·°С).

Сравнить коэффициенты теплоотдачи при плёночной конденсации водяного пара на поверхности вертикальной и горизонтальной трубы диаметром 20 мм и длиной 2 м, если все прочие параметры неизменны. Ответ дать в виде:  $a_{верт} / a_{гор}$ .

Необходимо изучить движение воздуха в трубе, диаметром  $d_1=1,3$ м, при средней скорости  $W_1=7$ м/с. Для этого взяли модель с диаметром  $d_2=0,5$ м. Какую скорость воздуха  $W_2$  нужно создать в модели, чтобы осуществить в ней подобие с образцом.

## 4 ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

### 4.1 Особенности проведения государственного экзамена для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Особенности проведения государственной аттестации для лиц с ограниченными возможностями здоровья регламентируются разделом 7 локального нормативного акта СПбГУПТД «Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования».

### 4.2 Порядок подачи и рассмотрения апелляций

Процедура апелляции по результатам государственных аттестационных испытаний регламентируется разделом 8 локального нормативного акта СПбГУПТД «Положение о государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования».

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА

### 5.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				

С.Н. Смородин, А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов	Котельные установки и парогенераторы [Текст] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - 2-е изд., испр. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_14_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_14_01.pdf</a>
В.А. Суслов	Тепломассообмен [Текст]. Ч.1.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/19.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/19.pdf</a>
В.А. Суслов	Тепломассообмен [Текст]. Ч.2.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/20.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/20.pdf</a>
Жуков, Н. П., Майникова, Н. Ф.	Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/85986.html">http://www.iprbookshop.ru/85986.html</a>
Губарева, В. В., Губарев, А. В.	Тепломассообменное оборудование предприятий	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/80447.html">http://www.iprbookshop.ru/80447.html</a>
Васильченко, Ю. В., Губарев, А. В.	Промышленные тепловые электростанции	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/80438.html">http://www.iprbookshop.ru/80438.html</a>
Климова, Г. Н.	Энергосбережение на промышленных предприятиях	Томск: Томский политехнический университет	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/34743.html">http://www.iprbookshop.ru/34743.html</a>
Губарев, А. В.	Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2013	<a href="http://www.iprbookshop.ru/28379.html">http://www.iprbookshop.ru/28379.html</a>
А.Ф. Мурзич, М.Н. Чайка	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2004	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/systemvent.htm">http://www.nizrp.narod.ru/systemvent.htm</a>
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, О.С. Смирнова	Топливо и теория горения [Текст]. Ч. 1. Топливо: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/toplivoiteorgoren.htm">http://www.nizrp.narod.ru/toplivoiteorgoren.htm</a>
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, О.С. Смирнова	Топливо и теория горения [Текст]. Ч. 2. Теория горения: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/toplivoiteor2.htm">http://www.nizrp.narod.ru/toplivoiteor2.htm</a>
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, Е.Н. Громова	Отопительно-вентиляционные системы в целлюлозно-бумажной промышленности [Текст] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГТУРП	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_10_09_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_10_09_01.pdf</a>
А.Н. Иванов, В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин	Теплообменное оборудование предприятий [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/18.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/18.pdf</a>
В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин, Е.Н. Громова	Тепломассообменное оборудование предприятий (Сушильные установки) [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte//16.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte//16.pdf</a>

#### 6.1.2 Дополнительная учебная литература

В.Д. Иванов	Системы теплоснабжения предприятий [Текст]: учебно-методическое пособие для самостоятельной подготовки и выполнения контрольных и курсовой работ	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/tsuitd/1.pdf</a>
В.А. Суслов	Тепломассообмен [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2008	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/teplomassoobmen.htm">http://www.nizrp.narod.ru/teplomassoobmen.htm</a>
Губарева, В. В.	Расчет и проектирование конвективных сушильных установок	Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/49722.html">http://www.iprbookshop.ru/49722.html</a>
Баранов, А. В., , Ж. А.	Энергосбережение и энергоэффективность	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ	2017	<a href="http://www.iprbookshop.ru/85987.html">http://www.iprbookshop.ru/85987.html</a>

## 5.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

## 5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

## 5.4 Описание материально-технической базы, необходимой для подготовки и сдачи государственного экзамена

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска