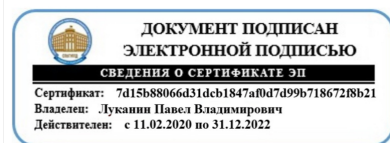


УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Программа государственного экзамена

**Б3.01(Г)**

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++m130401.24-1\_22-12.plx

Кафедра:  Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:  
(специализация) Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: магистратура

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ
4	УП	97	11	3
Итого	УП	97	11	3

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 146

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 общекультурных, обще профессиональных и профессиональных компетенций
- 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-1.1: Способен к разработке мероприятий по совершенствованию и модернизации технологического оборудования, улучшению его эксплуатационных характеристик при производстве тепловой и электрической энергии</b>
<b>Знает:</b> технологию производства тепловой и электрической энергии, современные энергосберегающие технологии, мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на теплоэнергетических объектах
<b>Умеет:</b> разрабатывать мероприятия по совершенствованию и модернизации технологического оборудования, оценивать результаты их реализации
<b>Владеет:</b> методами определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах
<b>ПК-2.1: Способен осуществлять планирование и оптимально распределять топливно-энергетические ресурсы, в соответствии с потребностями и режимами работы теплообменных установок</b>
<b>Знает:</b> основные технические характеристики и рабочие параметры оборудования; ресурсосберегающие технологии объектов профессиональной деятельности
<b>Умеет:</b> оценивать потребность в топливно-энергетических ресурсах, в соответствии с потребностями и режимами работы объектов профессиональной деятельности; рассчитывать производственные мощности и загрузку оборудования объектов профессиональной деятельности; контролировать техническое состояние оборудования
<b>Владеет:</b> методами определения потребности производства в топливно-энергетических ресурсах
<b>ПК-3.1: Способен формулировать задания на разработку решений, связанных с модернизацией теплообменного оборудования, совершенствованием технологических схем, повышением экологической безопасности теплообменных установок</b>
<b>Знает:</b> требования нормативных правовых актов, нормативно-технических и нормативно-методических документов применительно к объектам профессиональной деятельности; технические характеристики современного оборудования, арматуры и материалов
<b>Умеет:</b> работать с каталогами и справочниками, электронными базами данных; разрабатывать мероприятия по модернизации теплообменного оборудования, оценивать результаты их реализации
<b>Владеет:</b> навыками разработки мероприятий по модернизации теплообменного оборудования с учетом их экологической безопасности
<b>ПК-4.1: Готов к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации теплообменных установок</b>
<b>Знает:</b> схемы, конструкции, характеристики, технико-экономические показатели, назначение, принцип работы и особенности эксплуатации объектов профессиональной деятельности; действующие организационно-распорядительные, нормативные, методические документы по вопросам эксплуатации объектов профессиональной деятельности
<b>Умеет:</b> оценивать эффективность и качество мероприятий по модернизации оборудования и совершенствованию применяемых технологий
<b>Владеет:</b> навыками составления инструкций по эксплуатации оборудования и программ его испытаний
<b>ПК-5.1: Способен к проведению технических расчетов, технико-экономического и стоимостного анализа проектных решений теплообменных процессов и установок</b>
<b>Знает:</b> методики выполнения специальных расчетов применительно к объектам профессиональной деятельности, конструкции и основные технические показатели оборудования
<b>Умеет:</b> применять справочные материалы, анализировать научно-техническую информацию применительно к объектам профессиональной деятельности; проводить технико-экономический анализ, предлагаемых
<b>Владеет:</b> навыками выполнения специальных расчетов по типовым методикам применительно к объектам профессиональной деятельности; методиками технико-экономических обоснований проектных разработок

### 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	Проектирование и эксплуатация высокотемпературных установок
2	Тепломассообменные процессы выпарки и выпарные установки
3	Экологическая безопасность
4	Основы практической теории горения
5	Спец главы тепломассообмена
6	Технические средства для рекуперации теплоты

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

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
5 (отлично)	<p>В теоретической части комплексного задания дан полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание базовых понятий, теорий и широкую эрудицию в оцениваемой области, критический, оригинальный подход к материалу. Установлены содержательные межпредметные связи, представлена развернутая аргументация на выдвигаемые положения, приведены убедительные примеры из практики, научной, учебной литературы.</p> <p>Практическая часть комплексного задания выполнена правильно, ответы и пояснения верные и в достаточной мере обоснованные.</p>
4 (хорошо)	<p>В теоретической части комплексного задания 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.</p> <p>Практическая часть комплексного задания выполнена правильно, ответы и пояснения верные, но в их обосновании часть необходимых аргументов отсутствует.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>В теоретической части комплексного задания 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.</p> <p>Практическая часть комплексного задания выполнена с ошибками, в обосновании ответов и пояснений часть необходимых аргументов отсутствует.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>В теоретической части комплексного задания продемонстрирована неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной материала.</p> <p>Практическая часть комплексного задания выполнена с многочисленными существенными ошибками, пояснения отсутствуют.</p> <p>Предпринята попытка, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).</p>

#### 3.4 Содержание государственного экзамена

##### 3.4.1 Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

№ п/п	Формулировки вопросов
1	Перспективы развития возобновляемой энергетики

2	Схемы горения твёрдого топлива. Критерий Семёнова
3	Основные реакции горения твёрдого топлива. Основы теории приведённой пограничной плёнки
4	Расчётное определение области горения твёрдого топлива
5	Диффузионно-кинетическая теория горения
6	Классификация мазутных форсунок
7	Классификация горелок для сжигания органического топлива
8	Способы сжигания топлива
9	Теплоотдача при конденсации в присутствии неконденсирующихся газов
10	Теплоотдача при капельной конденсации
11	Теплоотдача при пленочной конденсации. Методика Лабунцова
12	Режимы течения конденсатной пленки на поверхности вертикальной трубы
13	Кризисы теплоотдачи при кипении в трубах
14	Основные критерии подобия в процессах кипения
15	Способы снижения выбросов оксидов азота
16	Механизм образования оксидов азота
17	Экология в энергетике
18	Основы поверочного расчёта пароперегревателя
19	Основы поверочного расчёта водяного экономайзера
20	Основы поверочного расчёта воздухоподогревателя
21	Определение КПД котлоагрегата по прямому и обратному балансу
22	Специфика теплового расчёта газо-газовых и газо-жидкостных теплообменников
23	Специфика теплового расчёта газо-газовых и газо-жидкостных теплообменников
24	Основы конструктивного расчёта парожидкостного теплообменника
25	Основы гидравлического расчёта теплообменных установок
26	Основы теплового расчёта теплообменных установок
27	Конструкции и режимы работы сушильной части БДМ
28	Многоцилиндровые контактно-конвективные сушильные установки (БДМ).
29	Тепловой и материальный балансы СРК
30	Технологическая схема СРК. Конструктивные особенности сордерегенерационных котлоагрегатов
31	Технологические процессы регенерации сульфатного щелока
32	Многоцилиндровые контактно-конвективные сушильные установки
33	Схемы сушильных установок, использующих продукты сгорания. Расход теплоты на испарение влаги. Часовой расход топлива на сушку
34	Тепломассоперенос при контактной сушке бумажного полотна. Плотность массового и теплового потоков при различных режимах сушки
35	Расчет расхода испаряющейся влаги. Интенсивность сушки
36	Тепломассоперенос во влажных материалах. Градиенты температуры влагосодержания и давления. Направления перемещения теплоты и влаги в материале
37	Тепломассообмен при сушке влажных материалов. Потенциалы переноса теплоты и влаги. Уравнения теплового и массового потоков

38	Коэффициента теплообмена и массообмена. Критерии подобия и критериальные уравнения для определения коэффициентов теплоотдачи и массоотдачи
39	Теплоуловители для системы вентиляции. Теплообмен при конденсации водяных паров из паровоздушной смеси. Расчет поверхности нагрева теплоуловителей
40	Накипеобразование на поверхностях нагрева. Способы предупреждения и очистки.
41	Использование вторичных энергоресурсов при выпаривании щелоков
42	Тепловые схемы и особенности эксплуатации выпарных установок сульфатного производства
43	Расчеты коэффициентов теплопередачи при выпаривании
44	Основы поверочного теплового расчета на примере трехступенчатой прямоточной выпарной установки
45	Основные конструкции выпарных аппаратов
46	Многоступенчатые выпарные установки (МВУ)
47	Материальный баланс выпарных установок
48	Технологические схемы производства целлюлозы
49	Организация учета топлива, тепловой и электрической энергии, воды и сжатого воздуха
50	Энергосберегающие мероприятия для теплотехнологических и высокотемпературных установок
51	Тепловой и материальные балансы промышленного предприятия

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

Найти коэффициент теплоотдачи от конденсирующегося пара к стенке трубы испарителя при следующих исходных данных:

Тепловая мощность испарителя  $Q = 12500$  кВт;  
 Наружная поверхность трубок  $F_{т.нар} = 350$  м<sup>2</sup>;  
 Длина кипящих труб  $H = 1,8$  м  
 Давление вторичного пара  $P_{вт} = 0,10$  МПа;  
 Давление греющего пара  $P_{гр} = 0,27$  МПа;

Найти поверхность теплообмена испарителя сетевой воды при следующих исходных данных:

Тепловая мощность испарителя  $Q = 12492$  кВт;  
 Температура греющего пара  $t_{гр} = 123,8$  °С;  
 Температура вторичного пара  $t_{вт} = 104,8$  °С;  
 Коэффициент теплопередачи в испарителе  
 $K = 2,2$  кВт/(м<sup>2</sup>·°С)

Как и почему можно упростить расчёт коэффициента теплопередачи для газо-газовых и газо-жидкостных теплообменников, изготовленных из стальных труб? Толщина стенки трубок  $\delta_{ст} = 2$  мм, теплопроводность стали  $\lambda_{ст} = 57$  Вт/(м·°С), коэффициент теплоотдачи

со стороны газов  $\alpha_{г} = 50$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С),  
 коэффициент теплоотдачи со стороны жидкости  
 $\alpha_{ж} = 5000$  Вт/(м<sup>2</sup>·°С).

Ответ аргументировать математически.

## 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>				
А.П. Бельский, В.Ю. Лакомкин, С.Н. Смородин	Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/energosebereg13.htm">http://www.nizrp.narod.ru/energosebereg13.htm</a>
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.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>
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.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>
Е.Н. Громова	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки. Ч. 2: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1637417881.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1637417881.pdf</a>
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Д. Цимбал	Топливо и процессы горения в теплоэнергетических установках: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД,	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1600458816.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1600458816.pdf</a>
В.Н. Белоусов, С.Н. Смородин, В.Д. Цимбал	Топливо и процессы горения в теплоэнергетических установках. Ч. 2: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1612390787.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1612390787.pdf</a>
В.А. Суслов	Теплообменное оборудование атомных и тепловых электростанций. Ч. 2: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1638460400.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1638460400.pdf</a>

Е.Н. Громова	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки Ч. 1.: учебное пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1590159117.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1590159117.pdf</a>
С.Н. Смородин, В.Н. Белоусов	Оборудование энерготехнологических ТЭС : учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1623347740.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1623347740.pdf</a>
В.А. Сулов	Теплообменное оборудование атомных и тепловых электростанций. Ч. 1.: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1614867408.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kpte/1614867408.pdf</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
С.Н. Смородин [ и др.]	Тепловой и аэродинамический расчеты котельных установок [Текст ] : учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - 5-е изд., перераб. и доп. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_19_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2019_01_19_01.pdf</a>
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, Смирнова	Эксергетические методы оценки эффективности теплотехнологических установок [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kpte/2.pdf</a>
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, Смирнова	Термодинамические методы анализа в энергоиспользующих процессах [Текст]: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2011	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/termodynammetody.htm">http://www.nizrp.narod.ru/termodynammetody.htm</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>

База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL:<http://teplokot.ru/>

## 5.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

AutoCADDesign

## 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
----------------------	---