

**федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**



**ПОЛИТЕХ**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе



Ю.В. Фомин

**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания  
по специальной дисциплине**

**для поступающих на обучение по программам подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**

**научная специальность  
2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника**

Санкт-Петербург

2026

Ответственный по аспирантуре

от института

к.т.н., доцент

Составители:

к.т.н., доцент

к.т.н., доцент

д.т.н., доцент



С.Г. Зверев



А.А. Калютик



Я.А. Владимиров



А.А. Гусаков

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом  
(протокол № 4 от «11» 03 2026 г.).

## **1. Область применения и нормативные ссылки**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных требований по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре и порядка приема на обучение по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

## **2. Структура вступительного экзамена**

Программа вступительного испытания сформирована на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры.

Программа содержит перечень тем (вопросов) по специальной дисциплине соответствующей научной специальности **2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника.**

Вступительное испытание по специальной дисциплине состоит из двух блоков:

- теоретический экзамен, проводимый очно в письменной и/или устной форме (максимальный балл – 100);

- портфолио (максимальный балл – 100).

Минимальное количество баллов для теоретического экзамена составляет 50 баллов.

При получении по теоретическому экзамену результата ниже минимального балла, портфолио не рассматривается и не суммируется с результатом теоретического экзамена.

### **2.1. Оценка индивидуальных достижений. Структура портфолио**

Максимальная возможная оценка за индивидуальные достижения (портфолио) составляет 100 баллов.

Для участия в конкурсе оценки индивидуальных достижений (портфолио) абитуриент может представить следующие документы, подтверждающие его достижения:

а. Доклады на международных и российских конференциях, научных семинарах, научных школах и т.д. по направлению будущего диссертационного исследования. Подтверждается представлением программы конференции, диплома (сертификата) участника.

б. Опубликованные или принятые к публикации научные работы (статьи, доклады в сборниках докладов). Подтверждается представлением электронных копий подлинников, ссылкой на открытые источники, справкой из редакции о принятии к публикации с обязательным указанием номера журнала и страниц. Публикации должны относиться к тому же направлению, что и тема будущего диссертационного исследования.

с. Свидетельства о государственной регистрации программ и баз данных, патенты на изобретения, патенты на полезные модели, и проч.

д. Участие в научно-исследовательских проектах, академических грантах. Подтверждается данными проекта (название, номер гранта, фонд), контактными данными руководителя проекта и краткой аннотацией (не более 200 слов), разъясняющей суть работы абитуриента.

## Перечень достижений портфолио, учитываемых при приеме на обучение

№ п/п	Научные (научно-исследовательские) достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе), в журналах перечня ВАК и приравненных к ним журналах, по категориям:	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	категория К1;		<b>25</b>
	категория К2;		<b>15</b>
	категория К3.	<b>10</b>	
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	<b>5</b>
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		<b>10</b>
	исполнителем		<b>5</b>
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий:	Копия патента или свидетельства	
	– патент на изобретение;		<b>10</b>
	– патент на полезную модель;		<b>7</b>
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;		<b>5</b>
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;		<b>5</b>
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.		<b>5</b>
4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций индексируемых в международной базе данных, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
	за конференцию, индексируемую в международной базе данных Web of Science и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы		<b>5</b>

	данных).		
	за прочие конференции.		3
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	Копия диплома	3
6.	Заверенная копия протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра (специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	Протокол	5

Оценка индивидуальных достижений проводится на собеседовании.

## 2.2. Структура и процедура проведения теоретического экзамена

Максимальная возможная оценка за теоретический экзамен составляет 100 баллов. Собеседование состоит из двух частей.

1) Ответ на вопросы в соответствии с научной специальностью будущей научно-исследовательской работы (диссертации).

Абитуриент выбирает билет, содержащий два вопроса из представленных в программе собеседования тем.

Абитуриенту предоставляется 30 минут на подготовку. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

2) Беседа по планируемому направлению исследований. Абитуриенту необходимо раскрыть следующие вопросы: предполагаемая тема научно-исследовательской работы, формулировка проблемы, цели ее исследования, новизна. В ходе ответа комиссия может задавать уточняющие вопросы.

## 2.3. Перечень тем для теоретического экзамена

1) Фундаментальные основы промышленной теплоэнергетики Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопроцессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроцессов. Второй закон термодинамики. Энтропия. Водяной пар.  $P-V$ ,  $T-S$ ,  $H-S$  диаграммы и таблицы и их применение в термодинамических расчетах. Влажный воздух. Свойства влажного воздуха.  $H-d$  диаграмма. Цикл Карно и его использование при анализе циклов тепловых двигателей. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных двигателей. Циклы паросиловых установок и их анализ. Термодинамика потока. Скорость звука. Сопло Лаваля. Истечение газов и паров. Дросселирование. Конвективный тепло- и массоперенос. Особенности расчета тепло- и массообмена при турбулентном течении жидкости. Теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях в трубах и каналах. Тепло- и массообмен при фазовых превращениях. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме. Кипение внутри труб. Конденсация пленочная и капельная. Диффузия жидкости в газовые среды и перенос массы в капиллярно-пористых телах. Дифференциальные уравнения диффузии. Сорбционные процессы. Уравнения сорбции. Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен.

Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана— Больцмана. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах.

2) Источники и системы теплоснабжения предприятий Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные котельные. Тепловые схемы промышленных котельных и их расчет. Методы распределения нагрузки между котлами. Энергетические, экономические и Теплоэлектроцентрали экологические и их характеристики использование для котельных. теплоснабжения промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентрали. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепла и электроэнергии. Расчет тепловых схем, выбор режима работы утилизационных установок параллельно с заводскими и районными котельными, ТЭЦ и конденсационными электрическими станциями. Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, банков данных для расчета систем теплоснабжения.

3) Котельные установки и парогенераторы Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газообразном, жидком и твердом топливах. Расчет топочных устройств для сжигания газообразного, жидкого и твердого топлив и производственных отходов. Основы методики расчета простых и сложных контуров циркуляции. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздушных подогревателей. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и паро- водогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с не водяными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных примесей. Определение основных характеристик работы котельного агрегата по результатам испытаний.

4) Тепломассообменное оборудование предприятий. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия. Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные теплообменники. Тепловой, гидравлический и прочностной расчет теплообменников. Деаэраторы. Основы расчеты расчета. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы тепломассообменного оборудования. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета выпарных и кристаллизационных установок. Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки. Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки. Тепловой баланс конвективной сушильной установки. Факторы влияющие на скорость сушки. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов,

отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Основы расчета и подбора стандартного оборудования для систем утилизации тепла.

#### 2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Первый закон термодинамики. Теплоемкость.
2. Изопроцессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроцессов.
3. Второй закон термодинамики. Энтропия.
4. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах.
5. Водяной пар. P-V, T-S, H-S диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах.
6. Циклы Карно, Ренкина.
7. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин.
8. Основы теории пограничного слоя.
9. Особенности расчета тепло- и массообмена при турбулентном течении жидкости.
10. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана – Больцмана.
11. Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена.
12. Теплообмен при конденсации. Капельная и пленочная конденсация.
13. Кипение жидкостей. Кривая кипения.
14. Теплообмен при свободной конвекции: вертикальная пластина, горизонтальная пластина.
15. Режимы течения двухфазных в трубах.
16. Процессы воспламенения и распространения пламени.
17. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Концентрационные границы самовоспламенения и зажигания.
18. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания.
19. Воспламенение и механизм горения жидкого топлива. Горение распыленного топлива в факеле.
20. Интенсификация процессов горения.
21. Расчеты тепловых сетей на прочность и компенсацию температурных расширений.
22. Расчеты тепловой изоляции тепловых сетей.
23. Тепловые схемы котельных и их расчет.
24. Мини-ТЭЦ, их виды, оборудование и тепловые схемы.
25. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных вредных примесей.
26. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия.
27. Регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной – насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники.
28. Деаэраторы, принцип работы и основы расчета.
29. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях.

30. Центробежные и осевые компрессоры.
31. Основные способы изменения характеристики компрессора.
32. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения.
33. Принципы эффективного комбинирования источников энергии.
34. Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем.
35. Взаимосвязь режимов тепловой сети и теплофикационных турбин.
36. Применение тепловых насосов для теплоснабжения.
37. Рассеивание вредных выбросов в атмосфере. Классификация и конструкции дымовых труб.
38. Топочные устройства и их классификация.
39. Энергетическое использование твердых коммунальных отходов
40. Золоулавливатели: конструкции и принцип действия.

## 2.5. Критерии оценки теоретического экзамена

Оценка знаний поступающего в аспирантуру производится по сто бальной шкале.

**100 баллов** выставляется экзаменационной комиссией за обстоятельный и обоснованный ответ на все вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий в аспирантуру в процессе ответа на вопросы экзаменационного билета правильно определяет основные понятия, свободно ориентируется в теоретическом и практическом материале по предложенной тематике.

**75 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру за правильные и достаточно полные ответы на вопросы экзаменационного билета, которые не содержат грубых ошибок и неточностей в трактовке основных понятий и категорий, но в процессе ответа возникли определенные затруднения при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

**50 баллов** выставляется поступающему в аспирантуру при недостаточно полном и обоснованном ответе на вопросы экзаменационного билета и при возникновении серьезных затруднений при ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

**0 баллов** выставляется в случае отсутствия необходимых для ответа на вопросы экзаменационного билета теоретических и практических знаний.

## 2.6. Список рекомендуемой литературы

1. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В.А. Кириллин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. — М.: Издательский дом МЭИ, 2016.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. М.: Высшая школа, 1967 600 с.
3. Теплопередача: Учебник для энергетических вузов и факультетов / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоиздат, 1981. – 416 с.
4. Барилевич В.А., Смирнов Ю.А. Основы технической термодинамики и теории тепло - и массообмена – М.: НИЦ ИНФА-М, 2014. – 432 с.
5. Основы современной энергетики: в 2 томах: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки "Теплоэнергетика",

"Электроэнергетика", "Энергомашиностроение" / под общей редакцией Е. В. Аметистова, 7-е изд., испр. Москва : Издательский дом МЭИ, 2019.

6. Парогенераторы: учебник для ВУЗов / А. П. Ковалев, Н. С. Лелеев, Т. В. Виленский; Под общ. ред. А. П. Ковалева. – М.: Энергоатомиздат, 1985 – 376 с.

7. Елистратов, С. Л. Котельные установки и парогенераторы : учебное пособие / С. Л. Елистратов, Ю. И. Шаров. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 102 с.

8. Амосов Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение : учеб. пособие. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 237 с.

9. Соколов Е. Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. для вузов / Е. Я. Соколов. — М. : Издательство МЭИ, 2001. — 472 с.

10. Козин В. Е. Теплоснабжение: учеб. пособие для вузов / А.А. Ионин [и др.]. – М. : Высшая школа, 1980. — 408 с.

11. Ушаков В. Я. , Чубик П. С. Потенциал энергосбережения и его реализация в секторах конечного потребления энергии: учебное пособие. –Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2015 –388 с.

12. Теплотехнические исследования котлов и топочных процессов: Учеб, пособие / Ю.А.Рундыгин; С.-Петербург, государств, теки, ун-т : СПб .1995. - 95с

13. Григорьев К А., Рундыгин Ю.А., Тринченко А.А. Технология сжигания органических топлив. Энергетические топлива: Учеб, пособие. СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2006. 92 с

14. Тепломассообменное оборудование предприятий : учебное пособие для вузов / Д. К. Ларкин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 246 с

15. Тепломассообменное оборудование : учеб, пособие/ В. М. Боровков, А. А. Капютик, В. В. Сергеев. — СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2008. - 232 с.

16. Тепломассообменные процессы и установки. Сушильные установки: Учеб, пособие. СПб.: Изд-во СПбГТУ-, 2001. С. 16

17. Тепловые и атомные электростанции. Справочник. – М.: МЭИ, 2016. – 648 с.

18. Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справочник : в 4 кн. / под общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорина. - 4-е изд., стер. - М. : Изд. дом МЭИ, 2007. Кн. 4 : Теоретическая и прикладная теплотехника и теплотехника / [Б. Г. Борисов и др.]. - 2007. - 630 с.

19. В.А. Григорьев Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник / В.А. Григорьев, В.М. Зорин. – М.: Энергоатомиздат, 2014. – 552 с.

20. Бродов, Ю.М. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок / Ю.М. Бродов. – М.: Московский энергетический институт (МЭИ), 2015. – 693 с.

**Приложение**

**Сведения об достижениях портфолио кандидата для поступления по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре СПбПУ**

№ п/п	Научные (научно-исследовательские) достижения	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе), в журналах перечня ВАК и приравненных к ним журналах, по категориям:	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	категория К1;		25
	категория К2;		15
	категория К3.		10
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	5
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		10
	исполнителем		5
3.	Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий:	Копия патента или свидетельства	
	– патент на изобретение;		10
	– патент на полезную модель;		7
	– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;		5
	– свидетельство о государственной регистрации базы данных;		5
	– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.		5
4.	Публикация в материалах международных и всероссийских научно-технических конференций, включая публикации в выпусках научных журналов, публикующих статьи по итогам конференций индексируемых в международной базе данных, проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	

	за конференцию, индексируемую в международной базе данных Web of Science и (или) Scopus (индексация сборника или журнала с публикацией подтверждается ссылкой или скриншотом из базы данных).		5
	за прочие конференции.		3
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающие успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	Копия диплома	3
6.	Заверенная копия протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра (специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	Протокол	5

Кандидат в аспирантуру

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

\_\_\_\_\_

(подпись)

\_\_\_\_\_

(Ф.И.О).

Ответственный по аспирантуре  
от института

\_\_\_\_\_

(подпись)

(Ф.И.О).