

**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 «18» 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.

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

- г. 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 ¹

№ 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	3
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		5

¹ В редакции приказа от 18.06.2026 №1837 «Об утверждении в новой редакции и введении в действие Правил приема в СПбПУ на 2026/2027 учебный год»

	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, обратные 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. Барилович 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

(Ф.И.О. кандидата для поступления в аспирантуру)			
(научная специальность)			
№ п/п	Научные (научно-исследовательские) достижения	Количество баллов за каждое достижение	Рейтинговая оценка показателя, общий балл
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:		
	категория К1;	25	
	категория К2;	15	
	категория К3.	10	
	Публикации, рецензируемые в РИНЦ	3	
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует научной специальности, по которой участвует поступающий, и в которых он являлся:		
	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 научной специальности в конкурсе, по которому участвует поступающий:		
	– 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 (изданиях типа Conference series и(или) Proceedings), проводимых не ранее чем за 2 года, предшествующих приему. Тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе:		
	за конференцию, индексируемую в международных базах данных	5	
	за конференцию, индексируемую в российских базах данных	3	
5.	Наличие дипломов победителей мероприятий международного и всероссийского значения, подтверждающих успехи в профессиональной подготовке кандидата для поступления в аспирантуру.	3	
6.	Выписка из протокола ГЭК по защите выпускной квалификационной работы магистра(специалиста) с рекомендацией к продолжению обучения в аспирантуре	5	

Кандидат в аспирантуру

(подпись)

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

(подпись)

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ
по аспирантуре института

(подпись)

(Ф.И.О).