

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



УТВЕРЖДАЮ

**Проректор по научно-организационной
деятельности**

Ю.С. Ключков

«14» апрель 2022 г.

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

2022

Руководитель ОП:

к.т.н.

Н.К. Куракина

Составители:

к.т.н., доц.

А.А. Калютик

д.т.н., с.н.с.

М.И. Куколев

к.т.н.

С.В. Скулкин

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом (протокол № 5 от «21» марта 2022 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	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
1.	<p>Научные публикации (тематика публикации должна соответствовать научной специальности, по которой поступающий участвует в конкурсе):</p> <p>в журналах перечня ВАК;</p> <p>в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;</p> <p>в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.</p>	Копия статьи с выходными данными журнала, DOI, URL	
	в журналах перечня ВАК;		10
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;		25
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.		15
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому участвует поступающий, и в которых он являлся:	Копия подписанного соглашения с грантодателем	
	руководителем		10
	исполнителем		5
3.	<p>Наличие документа, удостоверяющего авторство (соавторство) поступающего на достигнутый им научный (научно-методический, научно-технический, научно-творческий) результат интеллектуальной деятельности:</p> <p>– патент на изобретение;</p> <p>– патент на полезную модель;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации базы данных;</p> <p>– свидетельство о государственной регистрации топологии интегральных микросхем.</p>	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

№ п/п	Индивидуальное достижение	Подтверждающий документ	Количество баллов за каждое достижение
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:	Копии материалов конференций (тезисов докладов) с приложением титульных листов, DOI, URL (при наличии)	
	за конференцию, индексируемую в 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

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 теплотехники.

Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопроецессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроецессов. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах.

Водяной пар. P-V, T-S, H-S диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах. Влажный воздух. h-d диаграммы.

Циклы Карно, Ренкина. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин.

Термодинамика потока. Скорость звука. Сопло Лавалля. Истечение водяного пара. Дросселирование. Конвективный тепло- и массоперенос. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Законы Ньютона, Фурье и Фика. Основы теории пограничного слоя. Автомодельные решения уравнений ламинарного слоя. Особенности расчета тепло- и массообмена при турбулентном течении жидкости. Влияние на тепло- и массообмен вдува и отсоса вещества через пористую стенку. Трение и теплообмен при массообмене на поверхности тел. Внутренние задачи тепло- и массопереноса. Трение и теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях в трубах.

Тепло- и массообмен при фазовых превращениях. Соотношение Герца – Кнудсена для потока массы при фазовом переходе первого рода. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме. Критический радиус пузырька. Кривая кипения для неограниченного объема. Кипение внутри труб. Особенности двухфазного потока и теплообмена. Влияние давления на процесс кипения.

Конденсация пленочная и капельная. Конденсация паров из смеси с инертными газами. Тепло- и массообмен при испарении жидкости в парогазовую среду. Тепло- и массообмен в процессах сублимации: с открытой поверхности, из пористой металлокерамики. 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. Собственное интегральное излучение твердых тел. Спектр излучения твердых тел.

Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах.

Процессы смесеобразования. Молекулярная и турбулентная диффузия. Смесеобразование в турбулентных слоях. Аналогия между диффузией и теплообменом.

Процессы воспламенения и распространения пламени. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Концентрационные границы самовоспламенения и зажигания. Самовоспламенение твердого топлива. Нормальное горение. Турбулентное распространение пламени в газовых смесях. Механизм и кинетика горения индивидуальных газов. Механизм термического разложения углеводородов. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания. Устойчивость горения газового факела. Методы интенсификации сжигания газов. Основные реакции горения и газификации углерода. Термическое разложение натуральных топлив. Роль летучих и золы в процессах горения. Особенность горения угольной пыли. Горение и газификация угля в неподвижном слое. Пути интенсификации горения твердого топлива. Воспламенение и механизм горения жидкого топлива. Горение

распыленного топлива в факеле. Интенсификация процессов горения.

2. Источники и системы теплоснабжения.

Расчет тепловых нагрузок потребителей. Тепловые сети. Расчеты тепловых сетей на прочность и компенсацию температурных расширений. Гидравлические расчеты тепловых сетей. Расчеты тепловой изоляции тепловых сетей.

Промышленные котельные. Тепловые схемы котельных и их расчет. Методы распределения нагрузки между котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей. Теплофикационные установки.

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.

Мини-ТЭЦ, их виды, оборудование и тепловые схемы.

Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, баз данных для расчета систем теплоснабжения.

3. Котельные установки и парогенераторы.

Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах.

Расчет топочных устройств для сжигания газового, жидкого и твердого топлив, 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 пароводогрейные котлы.

Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с неводными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных вредных примесей. Определение основных характеристик работы котельного агрегата по результатам испытаний.

4. Тепломассообменное оборудование.

Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной – насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники.

Тепловой, гидравлический, прочностной расчеты рекуперативных теплообменников. Деаэраторы, принцип работы и основы расчета. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки, их тепловые схемы. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета. 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. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов. Основы расчета и подбора стандартного оборудования.

5. Тепловые двигатели и нагнетатели.

Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров.

Схемы поршневых компрессоров. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Способы изменения характеристики вентилятора. Особенности работы насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора.

Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Анализ потерь в характерных сечениях турбины. Работа турбинной ступени в переменном режиме. Принципиальные схемы паротурбинных установок.

Схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных установок. Особенности работы турбодетандеров. Двигатели Стирлинга, область применения.

6. Технологические энергоносители.

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях.

Система воздухообеспечения. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции.

Методики определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения.

Системы газораспределения и газоснабжения. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе. Природные, искусственные и отходящие горючие газы. Проблемы очистки, аккумулирование, использование избыточного давления. Проблемы защиты окружающей среды.

Системы холодоснабжения. Методика определения потребности в холоде.

Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Схемы потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения. Методы расчета технологических схем станций разделения.

7. Энергетика теплотехнологии.

Методологические основы создания энерго- и материалосберегающих, экологически совершенных теплотехнологических установок и систем. Метод предельного энергосбережения.

Энергоэкономические и технологические характеристики источников энергии в теплотехнологии, их взаимосвязь с физико-химическим содержанием и организацией технологического процесса. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии. Принципы эффективного комбинирования источников энергии. Способы термохимической подготовки топлива и других энергоносителей к использованию в теплотехнологических установках. Технология сжигания топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках. Огневое обезвреживание и регенерация производственных отходов.

Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД. Оптимизация балансов в целях повышения технологической эффективности производства, экономии энергетических и материальных ресурсов, защиты окружающей среды.

Термодинамические идеальные теплотехнические установки и системы. Теоретический минимум энергозатрат (расход топлива) на процесс. Энергоэкономические критерии оценки совершенства тепловых схем теплотехнологических установок. Принципы построения энергосберегающих тепловых схем.

Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием, с внешним замыкающим технологическим и внешним замыкающим энергетическим теплоиспользованием. Оптимизация комбинирования регенеративного, внешнего технологического и внешнего энергетического теплоиспользования. Тепловые схемы технологических, комбинированных и энергетических систем и комплексов.

Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного фильтруемого, кипящего, взвешенного и пересыпающегося слоев технологического материала.

Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнического принципа погруженного в расплав факела.

Тепло- и массообмен в расплавах в отсутствие и при наличии газового барботажа.

Плавление технологического материала, нагрев расплава, растворение твердых частиц и гомогенизация расплава в ванне. Нагрев изделий и заготовок в расплаве.

Физическое и математическое моделирование теплотехнических процессов в теплотехнологии. Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, баз данных для научных исследований.

2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена

1. Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопрцессы. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопрцессов.

2. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах.
3. Водяной пар. P-V, T-S, H-S диаграммы и таблицы. Их применение в термодинамических расчетах.
4. Циклы Карно, Ренкина. Циклы двигателей внутреннего сгорания и газовых турбин.
5. Основы теории пограничного слоя.
6. Особенности расчета тепло- и массообмена при турбулентном течении жидкости.
7. Тепло- и массообмен при фазовых превращениях.
8. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана – Больцмана.
9. Поглощательная и излучательная способности тела. Тепловое излучение в процессах интенсивного теплообмена, сушки и других технологических процессах.
10. Процессы воспламенения и распространения пламени. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Концентрационные границы самовоспламенения и зажигания.
11. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания.
12. Воспламенение и механизм горения жидкого топлива. Горение распыленного топлива в факеле. Интенсификация процессов горения.
13. Расчеты тепловых сетей на прочность и компенсацию температурных расширений.
14. Расчеты тепловой изоляции тепловых сетей.
15. Тепловые схемы котельных и их расчет.
16. Мини-ТЭЦ, их виды, оборудование и тепловые схемы.
17. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах.
18. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара.
19. Экономайзеры и их включение в питательные магистрали.
20. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией.
21. Котлы, использующие теплоту технологического продукта.
22. Очистка продуктов сгорания от твердых и газообразных вредных примесей.
23. Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной – насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники
24. Деаэраторы, принцип работы и основы расчета.
25. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки, их тепловые схемы.
26. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации.
27. Принцип действия и основы расчета абсорбционных и адсорбционных аппаратов.
28. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки. Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки.
29. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях.
30. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора.
31. Прямоточные, обратные и бессточные системы технического водоснабжения.

32. Системы газораспределения и газоснабжения. Газовый баланс предприятия. Определение расчетной потребности в газе.
33. Системы холодоснабжения. Методика определения потребности в холоде.
34. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Схемы потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения.
35. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии. Принципы эффективного комбинирования источников энергии.
36. Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем.
37. Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием.
38. Физическое и математическое моделирование теплотехнических процессов в теплотехнологии. Использование математического моделирования, пакетов прикладных программ, баз данных для научных исследований.

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. Теоретические основы теплотехники. Справочник. Под ред. А.В. Клименко и В.М. Зорина – М.: МЭИ, 2001. – 564 с.
2. Техническая термодинамика : Учебник для вузов. В.А. Кириллилин, В.В. Сычев, А.Е. Шейндлин. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: Издательский дом МЭИ, 2019.
3. Основы практической теории горения / Под ред. В.В. Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 312 с.
4. 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.
5. Картавцев, С. В. Теплоэнергетические системы и энергетические балансы промышленных предприятий : учебное пособие для студентов вузов / С. В. Картавцев ; Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова. Магнитогорск : МГТУ, 2000. – 156 с.
 6. Андрущенко, А. И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок: учебное пособие для теплоэнергетических специальностей вузов / А. И. Андрущенко. 3-е изд., перераб. и доп.: М.: Высшая школа, 1985. – 319 с.
 7. Амосов Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение: Учебное пособие. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2010. – 236 с. Лебедев В.М. Ядерный топливный цикл.: Технологии, безопасность, экономика. – М.: Энергоатомиздат, 2005.
 8. Стерман Л. С. Тепловые и атомные электрические станции : Учебник для вузов / Л. С. Стерман, В. М. Лавыгин, С. Г. Тишин. — Изд. 4-е, перераб. и доп. — М.: Изд. дом МЭИ, 2008. — 463 с..
 9. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Е. Я. Соколов. 9-е изд., стер. М.: Изд. дом МЭИ, 2009. - 471 с.
 10. Тихомиров А. К. Теплоснабжение района города: учеб. пособие / А. К. Тихомиров. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2006.
 11. Сергеев В.В., Калютник А.А., Моршин В.Н. и др. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Проектирование и расчет газогенераторных установок при использовании биомассы. Учебное пособие / СПб., Изд-во Политехнич. ун-та, 2004, - 60 с..
 12. Боровков В.М., Аль-Алафин А. Эффективность применения тепловых насосов на тепловых электростанциях с парогазовыми установками. Учебное пособие /СПб.: Изд-во Политехнич. ун-та, 2008, - 265 с..
 13. Мошкарин А.В., Девочкин М.А., Шелыгин Б.Л. и др. Анализ направлений развития отечественной энергетики /Иван. гос. энерг. ун-т, Иваново, 2002, - 256 с.
 14. Киселев В.Г. Теплофикация и теплоснабжение. Защита от коррозии. Учебное пособие /СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2009, - 62 с.
 15. Амосов Н.Т. Теплофикация и теплоснабжение. Учебное пособие /СПб.: Изд-во Политехнич. ун-та, 2009, - 230 с.
 16. Машиностроение. Энциклопедия. Т. ГУ-18. Котельные установки / Ю.А. Рундыгин, Е.Э. Гильде, А.В. Судаков и др.; Под ред. Ю.С. Васильева, Г.Т. Поршнева. — М.: Машиностроение, 2009. 400 с..
 17. Сидельковский, Л. Н. Котельные установки промышленных предприятий : учебник для вузов / Л. Н. Сидельковский, В. Н. Юренев. 3-е изд., перераб. М.: Энергоатомиздат, 1988. - 527 с.
 18. Липов Ю.М., Третьяков Ю.М. Котельные установки и парогенераторы. М.—Ижевск: РХД, 2004. 591 с.
 19. Парогенераторы: Учебник для вузов / Под общ. ред. А. П. Ковалева. М.: Энергоатомиздат, 1985. 376 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	Индивидуальное достижение	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;	10	
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q1 или Q2;	25	
	в журналах индексируемых в Scopus и (или) WoS (в том числе входящих в базу данных RSCI) Q3 или Q4.	15	
2.	Гранты, проекты по выполнению научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, тематика которых соответствует направлению подготовки в конкурсе, по которому 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:		
	– 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 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	3	
Суммарный рейтинговый балл			

Кандидат в аспирантуру

(подпись)

(Ф.И.О).

Предполагаемый научный руководитель

(подпись)

(Ф.И.О).

Руководитель образовательных программ по аспирантуре института

(подпись)

(Ф.И.О).