

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

**УТВЕРЖДАЮ**



**ПОЛИТЕХ**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

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  
2.5.3. Трение и износ в машинах**

Санкт-Петербург

2026

Руководитель ОП

к.т.н., доцент

Составители:

д.т.н., профессор

д.т.н., профессор

д.т.н., доцент

к.т.н., доцент

О.В. Кочнева

М.А. Скотникова

А.П. Петкова

А.Д. Бреки

Г.В. Цветкова

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию Научно-техническим советом  
(протокол № 4 от «18» марта 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 **2.5.3. Трение и износ в машинах.**

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 <sup>1</sup>**

| № 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 K1;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                        | 25                                     |
|       | категория K2;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                        | 15                                     |
|       | категория K3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                        | 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                                      |

<sup>1</sup> 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. Общие сведения о механических и физико-химических свойствах материалов и их поверхностях

Основы теории твердого тела. Понятие о диаграммах состояния. Силы связей в твердых телах. Изменение свойств твердых тел в зависимости от температуры.

Упругие свойства кристаллов. Модули упругости и упругие постоянные. Теоретическая и реальная прочность кристаллов. Дефекты в кристаллах.

Механические свойства материалов. Свойства при динамическом нагружении. Пластическая деформация, упрочнение при пластическом деформировании. Сверхпластичность металлов.

Виды разрушения. Механизмы зарождения трещин. Вязкое, хрупкое разрушение. Явление несовершенной упругости. Упругий гистерезис и последствие. Эффект Баушингера. Релаксация напряжений. Ползучесть, усталость.

Диффузия в твердых телах. Законы диффузии.

Поверхность твердых тел. Особенности строения и состава поверхностных слоев. Поверхностная энергия.

Сорбционные процессы. Физическая адсорбция и хемосорбция. Адсорбционное облегчение деформации. Адгезия и когезия. Виды адгезионного взаимодействия. Пленки на поверхностях твердых тел и механизмы их образования.

Неметаллические материалы. Особенности структуры и свойств полимеров. Композиционные материалы.

## **2. Геометрические характеристики поверхностей и контактное взаимодействие твердых тел**

### *Геометрические характеристики поверхностей твердых тел*

Общие представления о реальной топографии поверхностей трения. Методы описание поверхностей твердых тел. Виды неровностей поверхностей деталей машин. Характеристики микрогеометрии поверхностей. Методы измерения микрогеометрии.

### *Контактное взаимодействие твердых тел*

Механика контактного взаимодействия твердых тел. Контактная задача Герца. Эпюры распределения напряжений. Контакт упругих тел при наличии трения. Контакт тел за пределами упругости.

Дискретность контакта. Микро- и макромасштабный уровень рассмотрения характеристик дискретного контакта. Номинальная, контурная и фактическая площади касания. Сближение поверхностей под нагрузкой. Понятие о ненасыщенном и насыщенном контакте. Механика контактного взаимодействия твердых тел с шероховатыми поверхностями.

Методы расчета фактической площади касания. Соотношения между фактическими площадями контакта и сближением контактирующих тел в неподвижном состоянии и при скольжении. Экспериментальные способы определения фактических площадей касания и сближений. Расчет номинального давления и площади контакта с учетом параметров шероховатости, волнистости и макроотклонений.

## **3. Трение твердых тел**

*Внешнее трение.* Основные положения и развитие теории внешнего трения. Виды фрикционного взаимодействия. Трение скольжения, качения и верчения. Трение покоя. Механизмы диссипации энергии при фрикционном взаимодействии.

*Силы и коэффициенты внешнего трения.* Определение сил и коэффициентов внешнего трения при упругих и пластических деформациях в зоне контакта микронеровностей. Зависимости коэффициента внешнего трения от вида контакта, нагрузки, температуры, скорости скольжения, свойств материалов пары трения.

*Динамические процессы при трении.* Динамические процессы при скольжении твердых тел без смазочного материала. Влияние внешних вибраций на процесс трения. Фрикционные автоколебания. Устойчивость скольжения при трении твердых тел.

*Трение качения и трение верчения.* Природа трения качения. Качение упругих тел. Сцепление и проскальзывание при качении. Зависимость между тангенциальной силой и относительным проскальзыванием. Распределение нормальных и тангенциальных напряжений. Влияние тангенциального усилия в контакте на границы упругого и пластического поведения материала (диаграмма приспособляемости материала).

Качение тел, обладающих свойствами релаксации и последействия. Особенности свободного качения, с тормозным и тяговым моментом. Опоры качения. Контактная прочность. Долговечность опор качения.

#### **4. Изнашивание твердых тел**

Классификация видов изнашивания. Количественные характеристики изнашивания. Износостойкость и классы износостойкости. Основные закономерности изнашивания. Модели и кинетика разрушения фрикционного контакта. Влияние различных факторов на износостойкость. Изменение вида разрушения поверхностей при трении в зависимости от режимов работы (приработка, установившийся и форсированный режимы). Особенности изнашивания полимерных материалов.

Характеристика основных видов изнашивания: абразивное, гидроабразивное, кавитационное, усталостное, окислительное, при схватывании (заедании), при фреттинге, электроэрозионное, водородное, при избирательном переносе. Методы повышения износостойкости узлов трения.

Основы расчета узлов трения на износ. Расчет формоизменения сопряженных тел при изнашивании.

#### **5. Смазывание. Смазочные материалы**

*Виды смазки.* Классификация видов смазки (смазочного действия). Основные признаки, характеризующие виды смазки.

*Жидкостная смазка.* Виды жидкостной смазки: гидродинамическая, гидростатическая, гидростатодинамическая, эластогидродинамическая.

Гидродинамическая смазка. Основные уравнения теории гидродинамической смазки. Уравнение Рейнольдса и граничные условия. Уравнения переноса теплоты. Изотермическая и неізотермическая задач теории гидродинамической смазки.

Расчет стационарно-нагруженных подшипников скольжения. Несущая способность, потери на трение в смазочном слое. Тепловой баланс. Нестационарно-нагруженные подшипники скольжения. Система уравнений движения вала, течения смазочного материала, переноса теплоты. Критерии оценки работоспособности подшипников скольжения. Гидродинамическая неустойчивость высокоскоростных подшипников скольжения.

Эластогидродинамическая смазка. Уравнения течения смазки и упругости. Зависимость вязкости смазочного материала от температуры и давления. Толщина смазочного слоя. Газовая смазка.

*Граничная смазка.* Граничная смазка. Природа и строение граничных слоев. Изнашивание при граничной смазке. Подход к подбору смазочных материалов по критерию предельной температуры. Специфические методы организации граничной смазки: избирательный перенос (эффект безызносности), эффект трибополимеризации.

Классификации смазочных материалов: по агрегатному состоянию, происхождению, способу получения, назначению. Жидкие смазочные материалы. Состав, эксплуатационные свойства и ассортимент масел. Базовые масла. Функциональные присадки, антифрикционные добавки к маслам.

*Пластичные смазочные материалы.* Состав, эксплуатационные свойства и ассортимент пластичных смазок. Твердые смазочные материалы.

*Трение, износ, смазка в экстремальных условиях.* Трение, износ и смазка в экстремальных условиях. Влияние низких и высоких температур при трении. Воздействие радиации, вакуума, газовой среды, электромагнитных полей. Трибологические проблемы в космосе. Трение, сопровождаемое токообразованием.

## **6. Тепловые процессы при трении, изнашивании и смазке**

Тепловые задачи при трении и изнашивании твердых тел. Общая постановка задачи теплопроводности при трении. Три основных режима трения: стационарный, нестационарный, квазистационарный. Влияние температуры на трибологические характеристики пар трения.

Расчет температур при стационарном режиме трения. Определение поля температур, средней температуры поверхности трения и температурной вспышки при нестационарном режиме трения. Коэффициент распределения тепловых потоков. Расчет объемной температуры при повторно-кратковременном режиме трения.

## **7. Моделирование процессов трения, изнашивания и смазки**

Физическое моделирование процессов трения, изнашивания и смазки. Трибологические системы. Виды подобия в трибосистемах. Метод анализа размерностей и его использование при моделировании процессов трения и изнашивания.

Сложные трибосистемы. Методология и математическое моделирование сложных трибосистем.

## **8. Триботехнические материалы и триботехнологии**

*Триботехнические конструкционные материалы.* Совместимость трибосистем. Выбор конструкционных материалов трибосистем с учетом их совместимости. Понятие о самоорганизации трибосистем. Принципы создания новых материалов на основе структурной приспособляемости и самоорганизации трибосистем.

Металлические материалы для узлов трения различного назначения. Рекомендуемые области использования антифрикционных сплавов. Порошковые, керамические композиционные материалы для антифрикционных и фрикционных узлов трения.

Полимерные и металлополимерные композиционные материалы для подшипников, опор скольжения, тормозов и муфт сцепления.

*Триботехнологии.* Виды износостойких покрытий и упрочнения поверхностных слоев. Наплавка износостойких слоев. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. Лазерное упрочнение. Упрочнение ионно-плазменной обработкой. Диффузионные покрытия. Механотермическое формование износостойких покрытий. Электрохимические покрытия.

## **9. Методы и средства испытаний на трение и износ**

Трибометрия и трибодиагностика. Цикл триботехнических испытаний. Испытательная техника для трибологических испытаний и исследований пар трения. Особенности триботехнических испытаний смазочных материалов. Планирование экспериментов при оценке трения и износа.

## **10. Принципы конструирования узлов трения различного назначения. Экологические и экономические аспекты трибологии**

Основы проектирования, подбора материалов и конструктивного оформления узлов трения. Принцип геометрической оптимизации трибосистем. Выбор рационального нагружения элементов пар трения. Обеспечение необходимого режима смазки узлов трения с разными видами смазочных материалов. Тепловые режимы в технических системах. Оценка вероятности безотказной работы и прогнозирование ресурса узлов трения.



Трибологические источники загрязнений окружающей среды. Направление работ по улучшению экологических и экономических показателей работы машин. Методики оценки экономической эффективности и экологической чистоты технических систем.

#### **2.4. Перечень вопросов для теоретического экзамена**

1. Поверхность твердых тел. Особенности строения и состава поверхностных слоев. Поверхностная энергия
2. Адгезия и когезия. Виды адгезионного взаимодействия. Пленки на поверхностях твердых тел и механизмы их образования.
3. Неметаллические материалы. Особенности структуры и свойств полимеров. Композиционные материалы.
4. Виды неровностей поверхностей деталей машин. Характеристики микрогеометрии поверхностей. Методы измерения микрогеометрии.
5. Механика контактного взаимодействия твердых тел. Контактная задача Герца. Эпюры распределения напряжений.
6. Расчет номинального давления и площади контакта с учетом параметров шероховатости, волнистости и макроотклонений.
7. Основные положения и развитие теории внешнего трения. Виды фрикционного взаимодействия. Трение скольжения и качения. Трение покоя.
8. Определение сил и коэффициентов внешнего трения при упругих и пластических деформациях в зоне контакта микронеровностей.
9. Зависимости коэффициента внешнего трения от вида контакта, нагрузки, температуры, скорости скольжения, свойств материалов пары трения.
10. Классификация видов изнашивания. Количественные характеристики изнашивания. Износостойкость.
11. Основные закономерности изнашивания. Модели и кинетика разрушения фрикционного контакта.
12. Влияние различных факторов на износостойкость.
13. Характеристика основных видов изнашивания: абразивное, гидроабразивное, кавитационное, усталостное, окислительное.
14. Характеристика основных видов изнашивания: при схватывании (заедании), при фреттинге, электроэрозионное, водородное, при избирательном переносе.
15. Основы расчета узлов трения на износ. Расчет формоизменения сопряженных тел при изнашивании.
16. Виды смазки. Классификация видов смазки (смазочного действия). Основные признаки, характеризующие виды смазки.
17. Физическое моделирование процессов трения, изнашивания и смазки. Трибологические системы.
18. Выбор конструкционных материалов трибосистем с учетом их совместимости. Понятие о самоорганизации трибосистем. Принципы создания новых материалов на основе структурной приспособляемости и самоорганизации трибосистем.
19. Металлические материалы для узлов трения различного назначения. Рекомендуемые области использования антифрикционных сплавов.
20. Порошковые, керамические композиционные материалы для антифрикционных и фрикционных узлов трения.

21. Полимерные и металлополимерные композиционные материалы для подшипников, опор скольжения, тормозов и муфт сцепления.

22. Триботехнологии. Виды износостойких покрытий и упрочнения поверхностных слоев. Наплавка износостойких слоев. Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов. Диффузионные покрытия.

23. Триботехнологии. Лазерное упрочнение. Упрочнение ионно-плазменной обработкой. Механотермическое формирование износостойких покрытий. Электрохимические покрытия

24. Трибометрия и трибодиагностика. Испытательная техника для трибологических испытаний и исследований пар трения. Особенности триботехнических испытаний смазочных материалов.

25. Основы проектирования, подбора материалов и конструктивного оформления узлов трения. Принцип геометрической оптимизации трибосистем.

26. Выбор рационального нагружения элементов пар трения. Обеспечение необходимого режима смазки узлов трения с разными видами смазочных материалов.

## **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. Цветкова Г. В., Скотникова М. А., Иванова Г. В., Бреки А.Д. «Физико-химические процессы при трении: учеб. пособие». – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2024. – 73 с. ISBN 978-5-7422-8722-3. DOI: 10.18720/SPBPU/2/i24-281
2. Бреки А.Д., Цветкова Г.В., Иванова Г.В., Полонский В.Л., Седакова Е.Б., Скотникова М.А., Стариков Н.Е. Основы теории смазки, смазочные материалы и трибодиагностика. Уч. пособие – Тула: Изд-во ТулГУ, 2025 – 212 с. ISBN 978-5-7679-5646-3
3. Полонский В.Л., Иванова Г.В., Скотникова М.А., Цветкова Г.В., Бреки А.Д., Е.А. Тарасенко. Компьютерное моделирование процессов в трибосистемах. Учебное пособие. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025 – 72 с. ISBN 978-5-7422-9150-3. DOI: 10.18720/SPBPU/2/i25-267.

4. Евсин М.Г., Мишарев Д.С., Скотникова М.А. Методика оценки вязкости пластичных смазочных материалов. Учебное пособие. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2025 – 69 с. ISBN 978-5-7422-9233-3. DOI: 10.18720/SPBPU/2/i25-267.
5. Скотникова М.А. Физические основы технологических процессов в машиностроении. Учебное пособие. Издательство "Инфра-Инженерия". Москва, Вологда. 2023. ISBN 978-5-9729-1049-6. 188 с.
6. Скотникова М.А. Физика технологических процессов в машиностроении. уч. пособие Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020 153 с. ISBN 978-5-7422-6986-1. Doi: 10.18720/SPBPU/2/id20-93
7. Скотникова М.А., Мотовилина Г.Д., Цветкова Г.В., Иванова Г.В., Москалец А.А. Триботехнические материалы. Стали и чугуны. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020 61 с. ISBN 978-5-7422-6821-5. doi: 10.18720/SPBPU/2/i20-63
8. Скотникова М.А., Цветкова Г.В., Иванова Г.В. Основы теории трения. Основные характеристики поверхности трения. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020 69 с. ISBN 978-5-7422-6821-5. doi: 10.18720/SPBPU/2/i20-62
9. Седакова Е.Б., Козырев Ю.П., Скотникова М.А., Иванов Е.К., Тарасенко Е.А. Уравнения износа. Санкт-Петербург: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2020 62 с. ISBN 978-5-7422-6897-0. doi: 10.18720/SPBPU/2/i20-86
10. Л. В. Ефремов, Скотникова М.А. Техническая эксплуатация и надежность промышленного оборудования в рамках ДПО/CDIO – подхода. СПб.: Изд-во Политехи, ун-та, 2016 124 с. ISBN 978-5-7422-5235-1.
11. Основы трибологии. / Э.Д. Браун, Н.А. Буше, И.А. Буяновский и др. / Под. ред. А.В. Чичинадзе, Учебник для технических вузов. 2-е изд. - М.: машиностроение, 2001. - 778с.
12. Советов Б.Я. Моделирование систем: Учеб. для вузов / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2001. - 342с.
13. Куксенова Л.И., Лаптева В.Г., Колмаков А.Г., Рыбаков Л.М. Методы испытаний на трение и износ; Москва 2001-152
14. Горленко О.А. Контроль, испытания и диагностика узлов трения: учеб. пособие для вузов / О. А. Горленко, Д. А. Сулов, Д. Б. Колмогорцев; Брян. гос. техн. ун-т. - Брянск: БГТУ, 2005. - 107 с.
15. Гаркунов Д.Н. Триботехника (износ и безызносность). Учебник. М., МСХА, 2001. – 616 с.
16. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. М.: ACADEMIA, 2003. – с. 496.
17. Основы трибологии / Э.Д.Браун, Н.А.Буше, И.А.Буяновский и др. /Под ред. А.В. Чичинадзе. - М.: Машиностроение, 2001. - 778с.
18. Н. Вернигорова, Н.И. Макридин; И.Н. Максимова Физико-химические основы строительного материаловедения; 2003-136с.
19. Трение и модифицирование материалов трибосистем. /Ю.К.Машков, К.Н.Полешко. С.Н.Поворознюк, П.В.Орлов / Под ред. Ю.К.Машкова. - М.: Наука, 2000. - 280с.
20. Шпеньков Г.П. Физикохимия трения. - Минск: Изд. Университет, 1991. - 230с.
21. Буяновский И.А., Фукс И.Г.; Шабалина Т.Н. Граничная смазка: этапы развития трибологии.; Москва 2002. -230 с.
22. Л.И. Погодаев. Повышение надежности трибосопряжений: Материалы. Пары трения ДВС. Смазочные композиции. 2001. П. Акад.трансп. 304с.

## Приложение

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

| <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 60%; margin: 0 auto;"></div> (Ф.И.О. кандидата для поступления в аспирантуру) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                 |                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <div style="border-bottom: 1px solid black; width: 60%; margin: 0 auto;"></div> (научная специальность)                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                 |                                                    |
| №<br>п/п                                                                                                                         | Научные (научно-исследовательские) достижения                                                                                                                                                                                                                                                               | Количество<br>баллов<br>за каждое<br>достижение | Рейтинговая<br>оценка<br>показателя,<br>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.<br>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).