


**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**




**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

  
Руководитель программы  
аспирантуры  
профессор А.С. Мустафаев

**УТВЕРЖДАЮ**

  
Декан  
факультета фундаментальных и  
гуманитарных дисциплин  
доцент А.Б. Маховиков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ТЕРМОЭМИССИОННАЯ ПЛАЗМЕННАЯ ЭНЕРГЕТИКА И  
НАНОТЕХНОЛОГИИ**

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

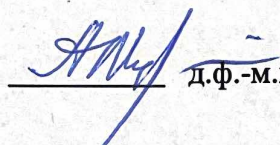
<b>Область науки:</b>	1. Естественные науки
<b>Группа научных специальностей:</b>	1.3. Физические науки
<b>Научная специальность:</b>	1.3.9. Физика плазмы
<b>Направленность (профиль):</b>	Плазменные нанотехнологии в энергетике и материаловедении
<b>Отрасли науки:</b>	Физико-математические
<b>Форма освоения программы аспирантуры:</b>	Очная
<b>Срок освоения программы аспирантуры:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д.ф.-м.н., профессор А.С. Мустафаев

**Рабочая программа дисциплины «Термоэмиссионная плазменная энергетика и нанотехнологии» разработана:**

– в соответствии с требованиями Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 г. № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов» и Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 г. № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре»;

– на основании учебного плана подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.9. Физика плазмы направленности «Плазменные нанотехнологии в энергетике и материаловедении».

**Составитель**

  
д.ф.-м.н., проф. А.С. Мустафаев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и технической физики 26 апреля 2022 г., протокол № 10.

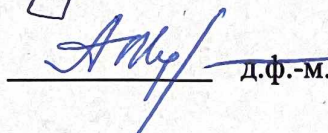
**Рабочая программа согласована:**

Декан факультета аспирантуры  
и докторантуры



к.т.н. В.В. Васильев

Заведующий кафедрой общей и  
технической физики

  
д.ф.-м.н., проф. А.С. Мустафаев

## **1. Цели и задачи дисциплины**

### **Цели дисциплины:**

формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о фундаментальных процессах и явлениях, лежащих в основе термоэмиссионного преобразования тепловой энергии в электрическую, а также процессах, протекающих на наноуровне в плазме термоэмиссионных приборов.

### **Основными задачами изучения дисциплины являются:**

- изучение современных теоретических, методических и технологических достижений отечественной и зарубежной науки и практики, основных физических явлений, фундаментальных законов и теорий современной плазменной энергетики, включая представление о границах их применимости;
- формирование навыков организации и самостоятельного проведения экспериментальных и теоретических исследований и оценки степени достоверности результатов, базирующихся на современных методах обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий;
- формирование у аспирантов представлений о тенденциях и основных научных проблемах на современном этапе развития плазменной энергетики;
- подготовка аспирантов к применению полученных знаний в разработке прикладных проблем плазменной энергетики, плазменных приборов и устройств, а также в педагогической деятельности.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Термоэмиссионная плазменная энергетика и нанотехнологии» входит в состав дисциплин по выбору вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы высшего образования - программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.9. Физика плазмы направленности (профиля) «Плазменные нанотехнологии в энергетике и материаловедении» и изучается в 4 семестре.

## **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

Процесс изучения дисциплины обучающимися направлен на формирование профессиональных компетенций:

- готовность использовать теоретические и методологические основы проектирования, эксплуатации, дальнейшего совершенствования плазменных методик и оборудования для плазменных технологий (ПК-1);

- способность проводить научное планирование плазменного эксперимента и осуществлять его на практике: применять технологическую аппаратуру и электроизмерительные приборы, выполненные на базе микропроцессорной техники для решения задач диагностики параметров плазменных систем и разработки новых плазменных методов и технологий (ПК-2).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать способность и готовность к научно-исследовательской деятельности в области термоэмиссионной плазменной энергетики и нанотехнологий:

- решать практические задачи, связанные с проектированием, эксплуатацией и дальнейшим совершенствованием техники, технологии и аппаратного обеспечения плазменного эксперимента в области термоэмиссионной энергетики и нанотехнологий;
- анализировать, интерпретировать, коррелировать и обобщать результаты реальных и численных экспериментов;
- планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития в общетехническом, общенаучном и социальном контекстах.

### 3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны приобрести:	Этапы формирования*
1.	ПК-1	<p>Готовность использовать теоретические и методологические основы проектирования, эксплуатации, дальнейшего совершенствования плазменных методик и оборудования для плазменных технологий.</p>	<p><b>Выпускник знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологические основы проектирования, эксплуатации и дальнейшего совершенствования техники, технологии и аппаратного обеспечения плазменного эксперимента;</li> <li>- новейшие мировые достижения в области разработки и выбора путей совершенствования методов диагностики плазмы; плазменных источников и приборов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать, интерпретировать и использовать для решения научных задач современные достижения в области методологии исследования плазмы и совершенствования конструкций элементов плазменной электроники;</li> <li>- аргументировано и логически непротиворечиво обосновать выбранный способ решения поставленной научной задачи.</li> </ul> <p><b>Владеет навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбора цели, постановки научных задач и оптимизации путей их решения в рамках различных разделов диагностики плазмы и плазменной энергетики;</li> <li>- выявления недостатков и поиска оптимальных путей совершенствования конструкций плазменных приборов, техники и технологии эксперимента.</li> </ul>	В соответствии с учебным планом
2	ПК-2	<p>Способность проводить научное планирование плазменного эксперимента и осуществлять его на практике: применять технологическую аппаратуру и электроизмерительные приборы, выполненные на базе микропроцессорной техники для решения задач диагностики параметров плазменных систем и разработки новых</p>	<p><b>Выпускник знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методические принципы постановки цели и задач эксперимента, ведения научно-технической документации, планирования и проведения эксперимента;</li> <li>- основные закономерности плазменной электроники, методов управления, транспортирования и преобразования газоразрядной плазмы, физических принципов и аппаратурной реализации методов в газоразрядных приборах и технологиях.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать прикладные проблемы физики плазмы, необходимые для освоения физических методов исследования плазмы; пользоваться современной экспериментальной аппаратурой для проведения научных исследований;</li> <li>- пользоваться современной научной литературой для постановки цели и задач плазменного</li> </ul>	В соответствии с учебным планом

	плазменных методов и технологий.	эксперимента и выбора оптимальных путей их достижения. <b>Владеет навыками:</b> - формулирования цели эксперимента и постановки научных задач; выбора эффективных путей их решения; - применения технологической аппаратуры и методов диагностики плазмы непосредственно в приборах плазменной энергетики для надежной оптимизации их электрокинетических параметров и конструкций.	
--	----------------------------------	--	--

\*Основными этапами формирования компетенций обучающихся при освоении дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий в течение учебного семестра (семестров).

### 3.2. Планируемые результаты обучения и критерии оценивания

В результате обучения по дисциплине «Термоэмиссионная плазменная энергетика и нанотехнологии» обучающийся должен обрести знания, умения и навыки, указанные в разделе 3.1 настоящей программы.

Уровень освоения компетенции обучающимися на каждом этапе ее формирования определяется на основании результатов текущего контроля последовательного изучения содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Уровень освоения компетенций обучающимися по итогам изучения дисциплины определяется на основании результатов промежуточной аттестации. Критерии оценивания сформированности компетенций, применяемые в процессе освоения этапов дисциплины и по итогам ее изучения, приведены в разделе 6 настоящей программы.

### 4. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина включает в себя 2 темы, содержание которых направлено на изучение физических основ термоэмиссионного метода преобразования тепловой энергии в электрическую и современных плазменных нанотехнологий.

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 36 часов, 1 зачётная единица. Дисциплина изучается в 3 и 4 семестрах по очной форме обучения. Форма контроля для очной формы обучения: дифференцированный зачет.

#### 4.1. Распределение трудоемкости освоения дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
Общая трудоемкость дисциплины в часах	36	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>12</b>	12
Лекции	4	4
Практические занятия	8	8
Дифф.зачет	-	-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>24</b>	24
<b>Вид аттестации</b>	диф. зачёт	диф. зачёт

#### 4.2. Темы учебной дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование тем	Виды занятий				
		Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
1.	Термоэмиссионный метод преобразования тепловой энергии в электрическую	18	2	4	-	12
2.	Плазменные нанотехнологии для исследований электродных материалов	18	2	4	-	12
<b>Итого:</b>		<b>36</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>24</b>

#### 4.3. Содержание учебной дисциплины

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание темы
1.	Термоэмиссионный метод преобразования тепловой энергии в электрическую	Современные достижения и проблемы в области термоэмиссионной плазменной энергетики. Плазменный кнудсеновский термоэмиссионный преобразователь тепловой энергии в электрическую. Электрокинетические параметры анизотропной плазмы Cs-Va термоэмиссионного преобразователя (ТЭП) в режиме с поверхностной ионизацией. Распределение потенциала в области перехода из перекомпенсированного режима в недокомпенсированный. Метод обобщенной вольт-амперной характеристики для оптимизации мощности ТЭП. Предельно достижимые энергетические параметры и КПД кнудсеновского ТЭП с плоским катодом. Управляемый Cs-Va ключевой элемент на высокие плотности тока, плазменные стабилизаторы на базе нелокальной плазмы инертных газов.
2.	Плазменные нанотехнологии для исследований электродных материалов	Современные достижения и проблемы в области плазменных нанотехнологий для исследования электродных материалов. Физические модели управляемого снижения работы выхода анода термоэмиссионных преобразователей за счет плазменной модификации поверхности нано-структурами. Элементный состав поверхности коллектора после экспозиции в лабораторном макете преобразователя с цезиевым наполнением. Оптимизация энергетических характеристик и конструкций термоэмиссионного преобразователя энергии с цезиевым наполнением. Магнитный метод одновременного исследования параметров анизотропной плазмы, синтезированной на поверхности катода, и эмиссионных характеристик поверхности, находящейся в контакте с сильно ионизованной плазмой.

#### 4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
1.	Термоэмиссионный метод	Физические принципы преобразования тепловой энергии в электрическую. Распределение потенциала в	4

№ п/п	Тема	Тематика практических занятий	Трудоемкость в ак. часах
	<b>преобразования тепловой энергии в электрическую</b>	области перехода из перекомпенсированного режима в недокомпенсированный. Метод обобщенной вольт-амперной характеристики для оптимизации мощности ТЭП. Коэффициент полезного действия кнудсеновского Cs-Va ТЭП. Кинетика процессов полного сеточного управления в стационарном режиме кнудсеновской дуги сильноточного ключевого элемента. Физические принципы перехода кнудсеновской дуги в нестационарный режим. Связь эффективности сеточного гашения с нелинейными колебаниями в кнудсеновской плазме. Эффективные плазменные стабилизаторы с отрицательным сопротивлением на базе плазмы инертных газов.	
2.	<b>Плазменные нанотехнологии для исследований электродных материалов</b>	Идеальный кнудсеновский Cs-Va диод с поверхностной ионизацией – одномерная модель приэлектродной плазмы. Параметры приэлектродной плазмы и эмиссионные характеристики катодов. Коэффициент отражения тепловых электронов от поверхности и эмиссионная неоднородность катодов. Физические модели управляемого снижения работы выхода анода термоэмиссионных преобразователей за счет плазменной модификации поверхности наноструктурами.	4
<b>Итого:</b>			<b>8</b>

### 5. Образовательные технологии, используемые при изучении дисциплины

При изучении дисциплины «Термоэмиссионная плазменная энергетика и нанотехнологии» обучающийся использует учебную, научную, исследовательскую базу университета в установленном порядке.

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

— дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

— стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач. Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям.

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа** обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых,

дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации**

### **6.1 Цель и основные задачи текущего контроля по дисциплине**

Текущий контроль имеет целью проверить ход формирования компетенций в соответствии с этапами ее освоения. Текущий контроль осуществляется в ходе учебного процесса и консультирования обучающихся по результатам выполнения самостоятельной работы. Основными формами текущего контроля знаний являются:

- обсуждение на консультациях вопросов тем и контрольных вопросов (устный ответ);
- участие в дискуссии по наиболее актуальным темам дисциплины (устный ответ);
- подготовка докладов;
- выполнение индивидуальных заданий.

### **6.2 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1.**

1. Особенности газовых разрядов в парах щелочных металлах и инертных газах. Их принципиальные отличия.
2. Влияние геометрии катода на энергетические характеристики кнудсеновского термоэмиссионного преобразователя.
3. Роль сужений в плазменном канале для управления свойствами плазмы и энергетическими характеристиками термоэмиссионных плазменных приборов.
4. Перспективные конструкции и преимущества плазменных ключевых элементов с цезий-бариевым наполнением.
5. Неустойчивости в неравновесной плазме, их влияние на эксплуатацию приборов плазменной энергетики и перспективы использования для оптимизации их электрокинетических параметров и конструкций.
6. Формирование двойных слоев в приэлектродной плазме и их влияние на энергетические параметры термоэмиссионных приборов плазменной энергетики.

#### **Раздел 2.**

1. Параметры приэлектродной плазмы и эмиссионные характеристики катодов термоэмиссионных приборов.
2. Взаимодействие плазмы с поверхностью. Коэффициент отражения тепловых электронов от поверхности и эмиссионная неоднородность катодов
3. Основы магнитной диагностики приэлектродной плазмы термоэмиссионных приборов.
4. Физические принципы управляемого снижения работы выхода анода термоэмиссионных преобразователей за счет плазменной модификации поверхности графеновыми наноструктурами.
5. Модели формирования наноструктур на поверхности электродов цезий-бариевых термоэмиссионных преобразователей.
6. Влияние режимов работы ТЭП на динамику формирования и интеркаляции графеновых наноструктур.

### **6.3. Критерии оценивания устных ответов обучающихся**

Развернутый ответ аспиранта должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на определенную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

При оценке ответа аспиранта необходимо руководствоваться следующими критериями:

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изучаемого материала;
- 3) знание терминологии и правильное ее использование;
- 4) соответствие требованиям рабочей программы по дисциплине.



#### **6.4 Цель и основные задачи дифференцированного зачёта по дисциплине**

Дифференцированный зачет имеет целью проверить знание и понимание обучающимися содержания дисциплины и уровня сформированности компетенции. Индекс контролируемых компетенции — ПК-1 и ПК-2.

#### **6.5 Порядок проведения дифференцированного зачета**

Дифференцированный зачет проводится путем представления обучающимися индивидуального задания, выполненного во время самостоятельной работы, которое затем проверяется преподавателем с выставлением дифференцированных оценок. После проверки задания может проводиться его обсуждение с преподавателем.

#### **6.6. Примерная тематика индивидуальных заданий**

1. Методы исследования плазмы с поверхностной ионизацией.
2. Распределение параметров в плазме термоэмиссионных приборов плазменной энергетики.
3. Физические особенности работы плазменных приборов на базе плазмы с поверхностной и объемной ионизацией.
4. Взаимодействие плазмы с поверхностью электродов (эмиссионные характеристики, явления отражения заряженных частиц, управление работой выхода).
5. Классификация неустойчивостей, возникающих в неравновесной плазме термоэмиссионных приборов.
6. Влияние дополнительных электродов и их геометрии на кинетику плазменных процессов.
7. Пути снижения работы выхода термоэмиссионных приборов для оптимизации их энергетических параметров.
8. Модели формирования графеновых наноструктур на электродах термоэмиссионных приборов.
9. Физические принципы модификации поверхности графеновыми наноструктурами.
10. Вольт-амперные характеристики термоэмиссионных приборов – их анализ и интерпретация.
11. Структура плазмы в приэлектродных областях и ее особая роль в оптимизации электрокинетических характеристик плазменных приборов.

#### **6.7. Критерии и процедура оценивания результатов дифференцированного зачета**

Оценки за задание выставляются, исходя из следующих критериев:

— **«отлично» (5)**: если обучающийся глубоко и прочно усвоил весь программный материал лекций и демонстрирует это в задании, все документы выполнены без ошибок, последовательно, грамотно и логически построены, излагает свои решения, хорошо их объясняя и обосновывая;

— **«хорошо» (4)**: если обучающийся твердо знает программный материал, не допускает существенных неточностей в его изложении, использует ограниченный круг источников, вместо своего решения в задании излагает одно из стандартных.

— **«удовлетворительно» (3)**: если обучающийся поверхностно усвоил основной материал лекций, не знает деталей, допускает неточности, при разработке задания привлекает мало оригинального материала, пользуясь, в основном, стандартными решениями и формулировками;

— **«неудовлетворительно» (2)**: если обучающийся не знает значительной части программного материала, в задании допущены существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет или, по существу, не выполняет задания, не может его объяснить.

Оценки по результатам проверки индивидуального задания объявляются обучающимся и заносятся в зачетную ведомость.

### **7. Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет»**

#### **7.1. Обеспеченность литературой**

##### **Основная:**

1. Смирнов, Борис Михайлович. Физика атома и иона / Б.М.Смирнов. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 215 с.

2. Райзер, Юрий Петрович. Физика газового разряда / Ю.П.Райзер. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987. - 591 с.

3. Зельдович, Яков Борисович. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений / Я.Б.Зельдович, Ю.П.Райзер. - Изд. 2-е, доп. - М. : Наука. 1966. - 686 с.

4. Кадомцев, Борис Борисович. Коллективные явления в плазме / Б.Б.Кадомцев. - изд. 2-е, испр. и доп. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. - 303 с.

5. Бишоп, Р. Колебания: пер. с англ. / Р. Бишоп. - 3-е изд. - М. :Наука, 1986. - 192 с.

#### **Дополнительная:**

6. Ферми, Э. Квантовая механика Notes on Quantum Mechanics : (конспект лекций) / Э. Ферми. - М. : Мир, 1968. - 367 с.

7. Франк-Каменецкий, Д. А. Лекции по физике плазмы: учеб. пособие для вузов / Д. А. Франк-Каменецкий. - Изд. 2-е. - М. :Атомиздат, 1968. - 285 с.

8. Чен, Ф. Введение в физику плазмы: монография / Ф. Чен ; пер. с англ. Е. Н. Кручины под ред. В. И. Шевченко. - М. : Мир, 1987. - 398 с.

9. Рожанский, В. А. Теория плазмы: учеб. пособие для вузов / В. А. Рожанский.- СПб. : Лань, 2012. – 319 с.

### **7.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспиранта**

— Методические указания для самостоятельной работы аспирантов [ior.spmi.ru](http://ior.spmi.ru);

— Индивидуальное задание по дисциплине.

### **7.3. Ресурсы сети «Интернет»**

1. Информационная справочная система «Консультант плюс».

2. Библиотека ГОСТов [www.gostrf.com](http://www.gostrf.com).

3. Сайт Российской государственной библиотеки. <http://www.rsl.ru/>

4. Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России. <http://www.gpntb.ru/>

5. Каталог образовательных интернет ресурсов <http://www.edu.ru/modules.php>

6. Электронные библиотеки: <http://www.pravoteka.ru/>, <http://www.zodchii.ws/>, <http://www.tehlit.ru/>.

7. Специализированный портал по информационно-коммуникационным технологиям в образовании <http://www.ict.edu.ru>

### **7.4 Электронно-библиотечные системы:**

-ЭБС издательства «Лань» <https://e.lanbook.com/>

-ЭБС издательства «Юрайт» <https://biblio-online.ru/>

-ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <https://biblioclub.ru/>

-ЭБС «ZNANIUM.COM» <https://znanium.com>

-ЭБС «IPRbooks» <https://iprbookshop.ru>

-ЭБС «Elibrary» <https://elibrary.ru>

-Автоматизированная информационно-библиотечная система «Mark -SQL» <https://informsystema.ru>

-Система автоматизации библиотек «ИРБИС 64» <https://elnit.org>

### **7.5 Современные профессиональные базы данных:**

-Электронная база данных Scopus <https://scopus.com>

-«Clarivate Analytics» <https://Clarivate.com>

-«Springer Nature» <http://100k20.ru/products/journals/>

### **7.6 Информационные справочные системы:**

- 1.Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс  
<http://www.consultant.ru/>
2. Электронно-периодический справочник «Система Гарант» <http://www.garant.ru/>.
- 3.ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре».  
<http://www.informio.ru/>
- 4.Программное обеспечение Норма CS «Горное дело и полезные ископаемые»  
<https://softmap.ru/normacs/normacs-gornoe-delo-i-poleznye-iskopaemye/>
- 5.Информационно-справочная система «Техэксперт: Базовые нормативные документы»  
<http://www.cntd.ru/>
- 6.Программное обеспечение «База знаний: гидрогеология, инженерная геология и геоэкология» <http://www.geoinfo.ru>
- 7.Электронная справочная система «Система Госфинансы» <http://www.auditc.ru/product/>

## **8. Материально-техническое обеспечение**

Перечень материально-технического обеспечения включает в себя технические средства обучения, служащие для представления информации (мультимедийные доски, проекторы, и т.д.). Имеются специальные помещения для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования, которые укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

### **8.1.Специальные помещения для проведения лекционных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации**

1. Аудитория для проведения лекционных занятий: 128 посадочных мест. Стол – 65 шт., стул – 128 шт., кресло преподавателя – 1 шт. (128 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска настенная белая магнитно-маркерная – 2 шт., переносная трибуна – 1 шт., плакат- 4 шт . Мультимедийное оборудование – 1 установка, проектор – 2 шт., экран – 2 шт. (с возможностью подключения к сети «Интернет»).

2. Аудитория для проведения практических занятий, самостоятельной работы, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 30 посадочных мест. Стол – 16 шт., стул – 30 шт., кресло преподавателя – 1 шт. (30 посадочных мест + рабочее место преподавателя), доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная – 1 шт., доска настенная белая магнитно-маркерная – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат - 4 шт. Лабораторные установки: 1. Комплекс Учебно-научный волновой и квантовой оптики; 2. Установка для голографической записи и воспроизведения объёмных изображений; 3. Установка для создания, настройки и юстировки гелий-неонового (He-Ne) лазера; 4. Установка по демонстрации метода лазерной доплеровской анемометрии для измерения; 5. Установка по демонстрации принципов работы оптоволоконной оптики.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011), Microsoft Office 2007 Standard (Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007), Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17), 7-zip (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), SeaMonkey (свободно распространяемое ПО), Chromium (свободно распространяемое ПО), Java Runtime Environment (свободно распространяемое ПО), doPDF (свободно распространяемое ПО), GNU Image Manipulation Program (свободно распространяемое ПО), Inkscape (свободно распространяемое ПО), XnView (свободно распространяемое ПО), K-Lite Codec Pack (свободно распространяемое ПО), FAR Manager (свободно распространяемое ПО).

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники», ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования, ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования", Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011, Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012. Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010.

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### 8.4. Библиотека Университета

Месторасположение	Оснащенность	Автоматизированная информационно-библиотечная система (АИБС)
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1165 Читальный зал	Аппарат Xerox W.Centre 5230- 1 шт; Сканер K.Filem - 1 шт; Копир. Аппарат -1 шт; Кресло – 521AF-1 шт; Монитор ЖК HP22-1 шт; Монитор ЖК S.17-11 шт; Принтер HP L/Jet-1 шт; Системный блок HP6000 Pro-1 шт; Системный блок Ramec S. E4300-10 шт; Сканер Epson V350-5 шт; Сканер Epson 3490-5 шт; Стол 160*80*72-1 шт; Стул 525 VFH030-12 шт; Шкаф каталожн. -20 шт; Стул «Кодоба» -22 шт; Стол 80*55*72-10 шт	MARK-SQL, Ирбис
Санкт-Петербург, 21-я линия В.О., д.2, Учебный центр №1, Ауд. № 1171 Читальный зал	Книжный шкаф 1000*3300*400-17 шт; Стол, 400*180 Титаник «Pico» -1 шт; Стол письменный с тумбой -37 шт; Кресло «Cannes» черное-42 шт; Кресло (кремовое) -37 шт; Телевизор 3DTV Samsung UE85S9AT-1 шт; Монитор Benq 24-18 шт; Цифровой ИК-трансвер TAIDEN -1 шт; Пульт для презентаций R700-1 шт; Моноблок Lenovo 20 HD 19 шт; Сканер Xerox 7600- 4шт;	

<p>Санкт-Петербург, В.О.,  Малый пр., д.83,  Инженерный корпус  Ауд. № 327-329  Читальные залы</p>	<p>Компьют. Кресло 7875 A2S – 35 шт;  Стол компьютер. – 11 шт; Моноблок  Lenovo 20 HD 16 шт; Доска  настенная белая -- 1 шт; Монитор  ЖК Philips - 1 шт; Монитор HP  L1530 15tft - 1 шт; Сканер Epson  Perf.3490 Photo - 2 шт; Системный  блок HP6000 – 2 шт; Стеллаж  открытый- 18 шт; Микрофон Д-880  с 071с.ч.- - 2 шт; Книжный шкаф -  15 шт; Парты- 36 шт; Стул- 40 шт</p>	
--	---	--

### **8.5. Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)