



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
и инновациям
Ашурбеков Н.А.

«*Ильдарта*» 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ФИЗИКА ПЛАЗМЫ»

по направлению подготовки: 03.06.01 – Физика и астрономия

Уровень образования: подготовка кадров высшей квалификации
(аспирантура)

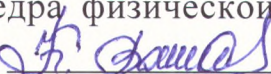
Квалификация выпускника:
«Исследователь. Преподаватель – исследователь»

Форма обучения: Очная


Статус дисциплины: вариативная часть обязательных дисциплин

Махачкала 2020 г.

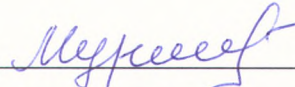
Рабочая программа дисциплины научной специальности «**Физика плазмы**» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки **03.06.01 - Физика и астрономия**, квалификация выпускника: «Исследователь. Преподаватель-исследователь» от «30» июня 2014 г. № 867.

Разработчик (и): кафедра физической электроники, Курбанисмаилов В.С., д.ф.-м.н., профессор 

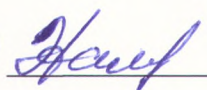
Рабочая программа дисциплины научной специальности «**Физика плазмы**» одобрена: на заседании кафедры физической электроники от «21» 02 20 г., протокол № 6

/ Зав. кафедрой  Омаров О.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «28» 02 2020 г., протокол №

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины научной специальности «**Физика плазмы**» согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры

«26» марта 2020 г.  Э.Т. Рамазанова

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина научной специальности «**Физика плазмы**» входит в Вариативную часть основной профессиональной образовательной программы **03.06.01 – Физика и астрономия**. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой физической электроники.

Дисциплина охватывает круг вопросов, связанных с термодинамикой плазмы, элементарными процессами, которые протекают в плазме, физической кинетикой, динамикой заряженных частиц в электрическом и магнитном полях, неустойчивостью плазмы, колебаниями и волнами в плазме, взаимодействием заряженных частиц с волнами в плазме, взаимодействием электромагнитных волн с плазмой, излучением плазмы, диагностикой плазмы, электрическим разрядом в газах, а также прикладными проблемами физики плазмы.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций:

универсальных:

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

профессиональных:

- способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-1);
- способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения (ПК-2);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-3);
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ПК-4).
- способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности (ПК-5).

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа.*

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает минимальные требования к знаниям и умениям обучающегося в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 03.06.01 - Физика и астрономия, изучающих дисциплину научной специальности «**Физика плазмы**».

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным приказом Минобрнауки РФ от 30.07.2014г. №867;
- Основной профессиональной образовательной программой по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации).
- Учебным планом университета по направлению подготовки 03.06.01 Физика и астрономия (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденным в 2018 г.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро ванный зачет, экзамен
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР		
		всего	из них						
	Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации				
4,5	72	18	8	-	10	36	-	18	Экзамен

Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины научной специальности «Физика плазмы» является изучение базовых свойств плазмы как одного из видов агрегатного состояния вещества с дальнедействующим кулоновским взаимодействием между заряженными компонентами плазмы.

Задачами данного курса являются:

- формирование представления о плазме в природе и лаборатории, как об отдельном агрегатном состоянии, изложение базовых понятий о плазме, таких как плазменная частота, экранировка зарядов, влияние слабых кулоновских воздействий на процессы переноса в плазме;
- систематизировать базовые знания аспирантов по основным разделам физики плазмы;

- дать углубленное представление о разделах физики плазмы, наиболее востребованных в местах вероятного будущего трудоустройства аспирантов;
- проверить полноту владения базовыми знаниями по специальности;
- подготовить аспирантов к сдаче кандидатского экзамена по специальности;
- изучение влияния на плазму постоянных и импульсных электрических и магнитных полей;
- рассмотрение возникновения волн и неустойчивостей в плазме;
- рассмотрение примеров низкотемпературной плазмы в газовых разрядах разных типов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

В результате освоения программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ОПОП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • универсальные этические нормы общения, основы профессиональной и личностной коммуникации; • основы планирования и решения задач собственного профессионального и личностного развития; • основные положения профессионально-этического кодекса преподавателя, уметь интерпретировать их в конкретной ситуации; • особенности и противоречия формирования в современной России ценностных ориентаций, ценностно-аксиологического сознания личности учащегося высшей школы. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • следовать этическим нормам в профессиональной деятельности; • разрабатывать профессионально-этические кодексы применительно к специфике профессиональной педагогической деятельности; • следовать этическим нормам в профессиональной деятельности. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками успешной профессиональной коммуникации и самопрезентации, основами публичного выступления; • навыками этико-аксиологического анализа процессов, явлений, ситуаций, отношений, поступков, документов и т.п.;

		<ul style="list-style-type: none"> • способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности.
ПК-1	<p>способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • способы выполнения математического моделирования объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ при решении педагогических задач. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться математическим аппаратом для моделирования объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками математического моделирования объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ при решении научных и научно-образовательных задач.
ПК-2	<p>способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основы высшей математики, законы естественных наук, применяемые в физике плазмы; • физические методы исследования и требования к параметрам твердотельных веществ и плазмы при практическом применении готовить сообщения на научно-практической конференции с широким спектром тематики; • информационные технологии, применяемые при моделировании физических свойств твердотельных материалов и плазмы; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • использовать аппарат высшей математики при описании фундаментальных свойств объекта исследования; • применять законы естественных наук в теоретических и экспериментальных исследованиях плазмы и тонких пленок; готовить сообщения на научно-практической конференции с широким спектром тематики; • работать с информацией в области физики плазмы из различных источников: отечественной и зарубежной периодической

		<p>литературой, монографий и учебников.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами планирования, подготовки проведения НИР, анализа полученных данных, формулировки выводов и рекомендаций по специальности 01.04.08 Физика плазмы; • навыками составления и подачи конкурсных заявок на выполнение НИР и проектных работ по специальности 01.04.08 Физика плазмы.
ПК-3	<p>способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p>	<p>Знать: способы использования основных законов естественнонаучных дисциплин в педагогической деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>Уметь: использовать и применять основные законы естественнонаучных дисциплин и методы физического анализа и моделирования при теоретическом и экспериментальном исследовании научных и научно-образовательных задач.</p> <p>Владеть способами применения основных законов естественнонаучных дисциплин и методов физического анализа и моделирования при теоретическом и экспериментальном исследовании, включая возможности привлечения собственных научных исследований в качестве средства совершенствования образовательного процесса.</p>
ПК-4	<p>способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • фундаментальные основы физики полупроводников, физические явления в полупроводниках и полупроводниковых композиционных структурах, лежащих в основе работы оптоэлектронных приборов; • принципы работы оптоэлектронных приборов, в том числе приборов квантовой электроники; • нормативные документы для патентных исследований в области оптики полупроводников и полупроводниковых композиционных структур. • методы проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области физики плазмы. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно изучить и анализировать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры; • проводить патентные исследования при создании инновационных продуктов радиоэлектронной и оптической аппаратуры.

		<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры; • методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры.
ПК-5	<p>способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности.</p>	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • профессионально представить результаты своих исследований простым и доступным научным языком; • теорию и практику (эксперимент) представляемого материала; • основные принципы подготовки научного проекта; • основные требования к заявкам; • состояние проблемы в мире в данной области науки; • оригинальность и новизну предлагаемых методов и подходов, преимущество методов решения предлагаемых проблем и задач по сравнению с ранее известными; • какой новый вклад вносят результаты данного проекта в данную область науки, технологическое и научное применение результатов исследований в рамках данного проекта. <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • наглядно и в доступной форме представить основные результаты; • свободно пользоваться программой PowerPoint для презентации собственных научных результатов; • правильно и кратко отвечать на вопросы, возникающие по ходу обсуждения представляемого материала; • самостоятельно написать и правильно оформить и представить научную статью или отчет по результатам собственных исследований; • правильно оценить реальные расходы за выполнение проекта и объем запрашиваемой суммы; убедить экспертов, что проект заслуживает поддержки; • показать экспертам оригинальность и новизну и преимущества данного проекта, четко сформулировать цели и задачи, новизна методов и подходов используемых для достижения цели. <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • графическим представлением научных результатов;

		<ul style="list-style-type: none"> • программным обеспечением PowerPoint; • полной научной информацией в данной области научных исследований в мире; • глубокими знаниями в своей области, чтобы дать критическую оценку опубликованным результатам в данной области науки; • опытом работы в качестве руководителя или исполнителя в проектах.
--	--	---

В результате изучения дисциплины обучающийся осваивает следующие компетенции:

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
универсальные	УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-1	способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-2	способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а также обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-3	способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как

Компетенция	Код по ФГОС	Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)	Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции
		методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-4	способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.
профессиональные	ПК-5	способностью правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности	Для формирования компетенции используются такие формы и методы обучения, как лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

2.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

ук-5 - способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично
Пороговый	Знать: базовые знания фундаментальных разделов физики и математики для планирования и решения задач собственного профессионального и	Имеет общие, не структурированные знания в области физики плазмы для планирования и решения задач собственного профессионального	Демонстрирует сформированные, содержащие отдельные пробелы базовые знания для планирования и решения задач	Показывает сформированные систематические знания для планирования и решения задач собственного профессионального и личностного

	личностного развития.	о и личностного развития.	собственного профессионального и личностного развития.	развития.
<i>Повышенный</i>	Уметь: способности выделять, планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития при решении исследовательских практических задач, генерировать новые идеи в области физики плазмы.	Демонстрирует умение анализировать и оценивать современные научные достижения в области физики плазмы, а также планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.	Показывает умение систематизировать и критически анализировать и оценивать современные научные достижения в области физики плазмы, генерировать новые идеи при решении задачи собственного профессионального и личностного развития.	Демонстрирует способность самостоятельно выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать научную информацию; анализировать достижения в области физики плазмы, генерировать новые идеи при решении задачи собственного профессионального и личностного развития.
<i>Высокий</i>	Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, способности выделять, планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.	Демонстрирует владение навыками анализировать и оценивать современные научные достижения и результаты деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе решать задачи собственного профессионального и личностного развития.	Владеет навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе решать задачи собственного профессионального и личностного развития.	Обладает способностью самостоятельно анализировать методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

ПК-1 - способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично
Пороговый	Знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.	Имеет общие, не структурированные знания выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.	Демонстрирует сформированные, содержащие отдельные пробелы знания выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.	Показывает сформированные систематические знания выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.
Повышенный	Уметь: выбирать и применять в научно-исследовательской деятельности математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.	Демонстрирует навыки выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.	Показывает умение выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.	Демонстрирует способность самостоятельно выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.

<i>Высокий</i>	<p>Владеть: навыками планирования и проведения научных исследований, выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.</p>	<p>Демонстрирует навыки проведения научных исследований и выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.</p>	<p>Показывает умение проводить научные исследования и выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.</p>	<p>Демонстрирует способность самостоятельно планировать и выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ.</p>
----------------	--	--	--	--

ПК-2 - способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.

<i>Уровень</i>	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично
<i>Пороговый</i>	<p>Знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы организации и проведения экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать</p>	<p>Имеет общие, не структурированные знания по организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать</p>	<p>Демонстрирует сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания по организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое</p>	<p>Показывает сформированные систематические способности к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение,</p>

	возможные последствия его внедрения.	возможные последствия его внедрения.	решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	оценивать возможные последствия его внедрения.
<i>Повышенный</i>	Уметь: выбирать и применять в научно-исследовательской деятельности современные средства, методы обработки и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	Демонстрирует навыки осуществлять научно-исследовательскую деятельность в своей профессиональной области, обработки и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	Показывает умение осуществлять научно-исследовательскую деятельность в современные средства, методы обработки и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	Демонстрирует способность самостоятельно проводить научно-исследовательскую деятельность в своей профессиональной области, обработки и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.
<i>Высокий</i>	Владеть: навыками организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	Демонстрирует навыки организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	Показывает способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.	Демонстрирует способность самостоятельно проводить экспериментальные исследования с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения.

ПК-3 - способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично
<i>Пороговый</i>	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	Имеет общие, не структурированные знания о законах естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	Демонстрирует сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	Показывает сформированные систематические знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.
<i>Повышенный</i>	Уметь: самостоятельно анализировать содержание естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	Демонстрирует навыки умения анализировать содержание естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	Показывает умение самостоятельно изучать и анализировать содержание естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	Демонстрирует способность самостоятельно изучать и анализировать содержание естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.
<i>Высокий</i>	Владеть: способностью понимать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности,	Частично владеет основными законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности,	Показывает навыки владения основными законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной	Демонстрирует понимание основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной

	применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.	деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в области физики плазмы.
--	---	---	---	---

ПК-4 - способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности.

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично
Пороговый	Знать: физические явления и эффекты в полупроводниках и полупроводниковых композиционных структурах, лежащих в основе работы оптоэлектронных приборов; принципы работы оптоэлектронных приборов, в том числе приборов квантовой электроники; нормативные документы для патентных исследований в области оптики полупроводников и физики плазмы.	Имеет общие, не структурированные знания о принципах работы и методах эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, знаком с нормативными документами для патентных исследований в области оптики полупроводников и физики плазмы.	Демонстрирует сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания физических явлений и эффектов в полупроводниках, лежащих в основе работы оптоэлектронных приборов, принципах работы и методах эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, знаком с нормативными документами для патентных исследований в области оптики полупроводников и физики плазмы.	Показывает сформированные систематические знания физических явлений и эффектов в полупроводниках, принципов работы и методов эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, знает нормативные документы для патентных исследований в области оптики полупроводников и физики плазмы.

<i>Повышенный</i>	Уметь: самостоятельно изучить и анализировать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, проводить патентные исследования при создании инновационных продуктов радиоэлектронной и оптической аппаратуры.	Демонстрирует навыки изучить и анализировать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, проводить патентные исследования при создании инновационных продуктов радиоэлектронной и оптической аппаратуры.	Показывает умение самостоятельно изучить и анализировать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, проводить патентные исследования при создании инновационных продуктов радиоэлектронной и оптической аппаратуры.	Демонстрирует способность самостоятельно изучить и анализировать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, проводить патентные исследования при создании инновационных продуктов радиоэлектронной и оптической аппаратуры.
<i>Высокий</i>	Владеть: способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры.	Частично владеет методами эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры.	Показывает навыки владения методами эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры.	Демонстрирует понимание принципов работы и методов эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры, методов проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры.

ПК-5 - способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности.

<i>Уровень</i>	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		удовл.	хорошо	отлично
<i>Порого</i>	Знать: правильно оформлять научную статью для	Имеет общие, не структурированные знания	Демонстрирует сформированные, но содержащие	Показывает сформированные систематические

	<p>Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>	<p>правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>	<p>отдельные пробелы знания правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>	<p>знания правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>
<p><i>Повышенный</i></p>	<p>Уметь: самостоятельно и правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>	<p>Демонстрирует навыки правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>	<p>Показывает умение самостоятельно и правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>	<p>Демонстрирует способность самостоятельно и правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.</p>
<p><i>Высокий</i></p>	<p>Владеть: способностью правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь</p>	<p>Частично владеет методами правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в</p>	<p>Показывает навыки правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в</p>	<p>Демонстрирует владение знаниями правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты</p>

представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.	конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.	конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.	для участия в конкурсах, и уметь представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности в области физики плазмы.
--	---	---	---

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина научной специальности «Физика плазмы» входит в вариативную часть основной профессиональной образовательной программы **03.06.01 – Физика и астрономия** и является обязательной для изучения.

Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах, прохождении практик:

- оформление результатов научного исследования;
- информационные технологии в образовании;
- техника физического эксперимента;
- численные методы в физике;
- оптические и лазерные методы диагностики плазмы;
- научно-исследовательская практика.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Освоение дисциплины **научной специальности «Физика плазмы»** направлено на формирование следующих универсальных и профессиональных компетенций аспиранта:

универсальных:

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5);

профессиональных:

- способностью выполнять математическое моделирование объектов и процессов с целью анализа и оптимизации их параметров с использованием методов, алгоритмов и имеющихся средств исследований, включая стандартные пакеты прикладных программ (ПК-1);
- способностью к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов и обработке и интерпретации полученных результатов, а так же обосновывать принятое техническое решение, оценивать возможные последствия его внедрения (ПК-2);
- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы физического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-3);
- способностью понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования, и владением методами проведения патентных исследований при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности (ПК-4).
- способность правильно оформлять научную статью для Российских и Международных журналов, научные проекты для участия в конкурсах, и уметь

представлять доклад на научных конференциях на основе результатов научно-исследовательской деятельности (ПК-5).

В результате освоения дисциплины научной специальности «Физика плазмы» обучающийся должен

Знать:

- базовые понятия и законы физики плазмы (плазменная частота, электронейтральность, плазменная экранировка, неизотермическая плазма, амбиполярная диффузия, кулоновское рассеяние, уравнение Саха, расходимость статистической суммы и методы ее ограничения, проводимость плазмы);
- порядки численных величин, характерные для различных плазменных объектов;
- направленное и хаотическое движение частиц в плазме, потери импульса при взаимодействии с нейтральными и заряженными частицами;
- основные каналы рождения и гибели заряженных частиц;
- основные виды волн и неустойчивостей в плазме;
- электрический пробой низкотемпературной плазмы в газовых разрядах разных типов.

Уметь:

- производить численные оценки плазменной частоты, длины дебаевской экранировки, степени ионизации в равновесной изотермической плазме, частот рекомбинации и ионизации, длины пробега для потери начального импульса;
- абстрагироваться от несущественного при моделировании физических процессов в плазме, правильно учитывать вклад основных процессов ионизации и потерь заряженных частиц;
- пользоваться своими знаниями для решения фундаментальных, прикладных и технологических задач.

Владеть:

- Методами расчета степени ионизации в изотермической плазме на основе уравнения Саха;
- методами расчета длин свободного пробега и потери импульса;
- методами расчета электропроводности слабоионизованной и полностью ионизованной плазмы;
- методами нахождения дисперсионных уравнений для волн и инкрементов неустойчивостей для колебаний;
- навыками постановки физических задач в области физики плазмы.

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих за ней дисциплин:

- современные проблемы когерентной и нелинейной лазерной физики;
- физическая электроника;
- современные проблемы физики;
- наноматериалы и нанотехнология;
- подготовка научно-квалификационной работы (диссертации).

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1.									
1	Введение. Понятие плазмы. Плазма в природе и лаборатории. Плазменная частота. Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования (Теория Дебая-Хюккеля). Идеальность плазмы, критерии неидеальности. Диаграмма состояний плазмы в различных условиях. Классификация плазмы: высоко- и низкотемпературная, изотермическая, разрядная и т.д. Примеры плазмы. Генераторы плазмы.			1	1			4	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
2	Изотермическая (равновесная) плазма. Уравнение Саха. Расходимость статистических сумм атома, методы ограничения статистических сумм в плазме. Снижение потенциала ионизации.			1	1			6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
3	Элементарные процессы в плазме.				1			4	Домашнее задание (ДЗ)

	<p>Понятие сечения. Упругие столкновения частиц, частота упругих соударений и транспортная частота. Неупругие столкновения. Возбуждение, метастабильные частицы. Диссоциация. Резонансная перезарядка. Ионизация электронным ударом. Ионизационные процессы при столкновении атомов и молекул в основном и возбужденном состояниях, реакция Пеннинга, ассоциативная ионизация. Ступенчатая ионизация атома электронным ударом. Фотоионизация.</p>							Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
4	<p>Парная рекомбинация положительного и отрицательного ионов. Прилипание электрона. Диссоциативная рекомбинация электрона и молекулярного иона. Тройная рекомбинация электронов и ионов. Тройная рекомбинация положительных и отрицательных ионов в газе. Кинетические</p>		1				6	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)

	уравнения образования и гибели. Уравнение диффузии.							
5	Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм. Кулоновское сечение и частота потери направленного импульса. Время максвеллизации и выравнивания энергии в при электрон-электронных и электрон-ионных взаимодействиях.			1			4	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
6	Два различных подхода при рассмотрении плазмы: плазма как система взаимодействующих частиц и плазма как сплошная проводящая среда. Основные модели плазмы: кинетическая и гидродинамическая. Двухжидкостная гидродинамическая модель. Примеры применения гидродинамической модели, вывод плазменных колебаний, поляризации плазмы, диэлектрической проницаемости.		1	1			3	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
	<i>Итого по модулю 1:</i>		4	5			27	
	Модуль 2.							
7	Плазма во внешнем электрическом поле. Движение электронов и ионов		1	1			4	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая

	<p>в газе во внешних полях. Дрейф и подвижность электронов и ионов в постоянном электрическом поле. Электропроводность частично и полностью ионизированной плазмы. Средняя энергия электронов в газе, находящемся во внешнем поле. Неизотермическая плазма. Баланс энергий в плазме. Свободная и амбиполярная диффузия заряженных частиц.</p>							система (РС)
8	<p>Плазма как проводящая жидкость. "Вмороженность" магнитного поля в плазму. Дрейф в скрещенных полях. Диффузия магнитного поля в плазме. Волновые свойства плазмы. Альфвеновские волны и магнитный звук. Прохождение поперечных электромагнитных волн через плазму, явление "отсечки".</p>			1			4	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)</p>
9	<p>Ионизационное размножение, лавина. Электрический пробой газов. Таунсендовский механизм пробоя, ионизационные коэффициенты. Закон Пашена. Пробой в переменных</p>		1				4	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)</p>

	<p>электромагнитных полях (ВЧ и СВЧ разряды). Самостоятельные и несамостоятельные разряды. Тлеющий разряд. Дуговой разряд.</p>							
10	<p>Пробой при высоком давлении газа. Стример. Пробой длинных промежутков. Стример в длинных промежутках, лидер, искровой канал. Линейная молния. Ступенчатый и стреловидный лидер, возвратный удар, гром. Шаровая молния. Прохождение электронного пучка через вакуум, плазму и газ.</p>			1			4	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)</p>
11	<p>Нелинейные явления и неустойчивости в плазме. Виды неустойчивостей плазмы. Неустойчивость плазменного шнура в магнитном поле (перетяжки и изгибы), стабилизация внешним магнитным полем. Ионизационно-перегревная неустойчивость газового разряда, контракция газового разряда, методы стабилизации. Роль нелинейных явлений в плазме. Взаимодействие</p>		1	1			4	<p>Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)</p>

	плазменных колебаний с электронами плазмы. Парадокс Ленгмюра, затухание Ландау.							
12	Пучковая неустойчивость. Буннемановская (двухпоточковая) неустойчивость. Уединенные волны. Нелинейный ионный звук. Эффект Гана.		1				4	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
13	Диагностика плазмы. Зондовые методы, оптические методы, СВЧ-методы, корпускулярные методы, лазерное рассеяние, магнитные измерения.			1			3	Домашнее задание (ДЗ) Собеседование (С) Рейтинговая система (РС)
	<i>Итого по модулю 2:</i>		4	5			27	
	ВСЕГО (часов)		8	10			54	Экзамен

4.3.1. Содержание лекционных занятий

1 модуль	
Тема № 1	Термодинамика плазмы. Введение. Понятие плазмы. Плазма в природе и лаборатории. Плазменная частота. Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования (Теория Дебая-Хюккеля). Идеальность плазмы, критерии неидеальности. Диаграмма состояний плазмы в различных условиях. Классификация плазмы: высоко- и низко-температурная, изотермическая, разрядная и т.д. Примеры плазмы. Генераторы плазмы.
Тема № 2	Изотермическая (равновесная) плазма. Уравнение Саха. Расходимость статистических сумм атома, методы ограничения статистических сумм в плазме. Снижение потенциала ионизации.
Тема № 3	Элементарные процессы в плазме. Понятие сечения. Упругие столкновения частиц, частота упругих соударений и транспортная частота. Неупругие столкновения. Возбуждение, метастабильные частицы. Диссоциация. Резонансная перезарядка. Ионизация электронным ударом. Ионизационные процессы при столкновении атомов и молекул в основном и возбужденном состояниях, реакция Пеннинга, ассоциативная ионизация. Ступенчатая ионизация атома электронным ударом. Фотоионизация.
Тема № 4	Парная рекомбинация положительного и отрицательного ионов. Прилипание электрона. Диссоциативная рекомбинация электрона и молекулярного иона. Тройная рекомбинация электронов и ионов. Тройная рекомбинация положительных и отрицательных ионов в газе. Кинетические уравнения

	образования и гибели. Уравнение диффузии.
Тема № 5	Кулоновские столкновения. Кулоновский логарифм. Кулоновское сечение и частота потери направленного импульса. Время максвеллизации и выравнивания энергии в при электрон-электронных и электрон-ионных взаимодействиях.
Тема № 6	Магнитная гидродинамика плазмы. Уравнения движения плазмы в магнитном поле, проникновение магнитного поля в плазму, замороженность магнитного поля. Законы сохранения в идеальной одножидкостной МГД. Двухжидкостное приближение.
2 модуль	
Тема № 7	Динамика заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Движение в скрещенных электрическом и магнитном полях. Дрейфовое приближение, разновидности дрейфового движения. Заряженная частица в высокочастотном поле. Понятие адиабатического инварианта.
Тема № 8	Плазма как проводящая жидкость. "Вмороженность" магнитного поля в плазму. Дрейф в скрещенных полях. Диффузия магнитного поля в плазме. Волновые свойства плазмы. Альфвеновские волны и магнитный звук.
Тема № 9	Электрический разряд в газах. Основные виды разряда: тлеющий разряд, искра, электрическая дуга, ВЧ-, СВЧ- и оптический разряд. Условия стационарности разряда, излучающий разряд в плотной плазме, плазменно-пучковый разряд.
Тема № 10	Пробой при высоком давлении газа. Стример. Пробой длинных промежутков. Стример в длинных промежутках, лидер, искровой канал. Линейная молния. Ступенчатый и стреловидный лидер, возвратный удар, гром. Шаровая молния. Прохождение электронного пучка через вакуум, плазму и газ.
Тема № 11	Неустойчивость плазмы. Нелинейные явления и неустойчивости в плазме. Виды неустойчивостей плазмы. Неустойчивость плазменного шнура в магнитном поле (перетяжки и изгибы), стабилизация внешним магнитным полем. Ионизационно-перегревная неустойчивость газового разряда, контракция газового разряда, методы стабилизации. Роль нелинейных явлений в плазме. Взаимодействие плазменных колебаний с электронами плазмы. Парадокс Ленгмюра, затухание Ландау.

4.3.2. Практические занятия (семинары):

№ п.п.	Темы
1 модуль	
1	Идеальность плазмы, критерии неидеальности. Диаграмма состояний плазмы в различных условиях. Классификация плазмы: высоко- и низко-температурная, изотермическая, разрядная и т.д.
2	Уравнение Саха. Расходимость статистических сумм атома, методы ограничения статистических сумм в плазме.
3	Возбуждение, метастабильные частицы. Диссоциация. Резонансная перезарядка.
4	Ионизационные процессы, реакция Пеннинга, ассоциативная ионизация; ступенчатая ионизация атома электронным ударом; фотоионизация.
5	Рекомбинация: парная рекомбинация; диссоциативная рекомбинация, тройная рекомбинация.
6	Кулоновские столкновения. Время максвеллизации и выравнивания энергии
7	Основные модели плазмы: кинетическая и гидродинамическая. Двухжидкостная гидродинамическая модель.
2 модуль	

8	Плазма во внешнем электрическом поле. Электропроводность частично и полностью ионизированной плазмы.
9	Плазма как проводящая жидкость. "Вмороженность" магнитного поля в плазму. Прохождение поперечных электромагнитных волн через плазму, явление "отсечки".
10	Ионизационное размножение, лавина. Электрический пробой газов.
11	Пробой длинных промежутков. Прохождение электронного пучка через вакуум, плазму и газ.
12	Нелинейные явления и неустойчивости в плазме. Виды неустойчивостей плазмы. Взаимодействие плазменных колебаний с электронами плазмы.
13	Пучковая неустойчивость.

4.3.3. Темы самостоятельной работы:

№ п.п.	Темы	Трудоёмкость (количество часов)
1	- изучение теоретического курса – выполняется самостоятельно каждым аспирантом по итогам каждой из лекций, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, используются конспект (электронный) лекций, учебники, рекомендуемые данной программой, методические пособия.	9
2	- решение задач по заданию преподавателя – решаются задачи, выданные преподавателем по итогам лекционных занятий и сдаются в конце семестра, используются конспект (электронный) лекций, учебники, рекомендуемые данной программой, а также сборники задач, включая электронные, учебно-методические пособия.	9
3	-подготовка к экзамену	36
ВСЕГО (часов)		54

5. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации обучающегося

Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их «карты»

Вид дисциплины	Компетенции Наименование дисциплины	Универсальные компетенции					Обще-профессиональные компетенции		Профессиональные компетенции				
		УК-1	УК-2	УК-3	УК-4	УК-5	ОПК-1	ОПК-2	ПК-1	ПК-2	ПК-3	ПК-4	ПК-5
Вариативная часть	Физика плазмы	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+

Критерии оценивания компетенций приведены в ОПОП по направлению подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре 03.06.01 «Физика и астрономия».

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

Вопросы для самоконтроля при самоподготовке

1. Определение дебаевского радиуса, плазменной частоты, плазменного параметра, условий существования плазмы.
2. Виды плазмы, физические принципы классификации.
3. Упругие столкновения в плазме (транспортное сечение), время установления равновесных состояний.
4. Движение заряженных частиц в однородном электрическом и в однородном магнитном поле, неоднородном магнитном поле. Градиентный и центробежный дрейф.
5. Адиабатические инварианты движения заряженных частиц в медленно изменяющемся магнитном поле.
6. Процессы переноса в плазме. Проводимость, теплопроводность, диффузия амбиполярная, диффузия Бомовская.
7. Волны в холодной плазме без магнитного поля. Продольные волны, поперечные волны, эффект «отсечки».
8. Альфвеновские и магнитозвуковые волны.
9. Излучение в плазме. Тормозное излучение, рекомбинационное излучение, линейчатое излучение.
10. Верхнегибридные и нижнегибридные моды колебаний в плазме.
11. Классификация неустойчивостей в плазме. Двухпоточковая неустойчивость.
12. Гравитационная неустойчивость, переход к желобковой неустойчивости.
13. Кинетическое уравнение, самосогласованное поле, уравнение Власова.
14. Продольные волны с позиций уравнения Власова. Затухание Ландау, ионный звук.
15. Поперечные волны с позиций уравнения Власова. Аномальный скин-эффект
16. Решение кинетического уравнения при наличии магнитного поля. Циклотронный резонанс и циклотронное затухание.
17. Z-пинч. Токамак. Физические принципы удержания плазмы.
18. Энергетические принципы устойчивости в магнитной гидродинамике.
19. Физические модели плазмы. Проводящая сплошная среда.
20. Математические модели плазмы. Система уравнений сохранения. Кинетическое уравнение.
21. Численные методы применяемые в физике плазмы.
22. Особенности применения конечно-разностных методов к решению задач физики плазмы.
23. Возможности и пределы применимости метода частиц при решении задач физики плазмы.
24. Условия достаточные для сохранения адиабатической инвариантности.
25. Явление «вмороженности» магнитного поля в плазме.
26. Эффект убегающих электронов в плазме при наличии электрического поля.
27. Оценить плотность кулоновской энергии в плазме.
28. Получить уравнения гидродинамики из кинетического уравнения.
29. Поляризационный дрейф. Магнитное поле постоянно, электрическое поле изменяется во времени.
30. Дрейф в однородном магнитном поле и неоднородном электрическом поле.
31. Кулоновский логарифм. Определение и физический смысл пределов.
32. Понятие замагниченности заряженных частиц в плазме.
33. Стабилизация «сосисочной» неустойчивости внешним магнитным полем.
34. Диамагнитные свойства плазмы, оценка магнитной восприимчивости.

35. Ионизационное равновесие по Саха.

Перечень контрольных вопросов для сдачи экзамена.

1. Плазма в природе и лаборатории.
2. Плазменная частота.
3. Экранировка зарядов и дебаевская длина экранирования.
4. Уравнение Саха.
5. Расходимость статистических сумм, методы ограничения статистических сумм в уравнении Саха.
6. Упругие столкновения частиц. Сечение и частота упругих соударений и передачи импульса.
7. Кулоновские столкновения.
8. Основные элементарные процессы в плазме: ионизация электронным ударом, рекомбинация, диффузия.
9. Образование и рекомбинация заряженных частиц в плазме.
10. Двухжидкостная гидродинамическая модель плазмы. Примеры.
11. Дрейф и подвижность электронов и ионов в постоянном электрическом поле.
12. Электропроводность частично ионизованной плазмы.
13. Электропроводность полностью ионизованной плазмы.
14. Средняя энергия электронов в газе, находящемся во внешнем поле.
15. Неизотермическая плазма. Баланс энергий в плазме.
16. Амбиполярная диффузия заряженных частиц.
17. Вмороженность магнитного поля в плазму.
18. Диффузия магнитного поля в плазме.
19. Прохождение электронного пучка через газ и плазму.
20. Ионизационное размножение, лавина. Пробой газов низкого давления.
21. Таунсендовский механизм пробоя, ионизационные коэффициенты.
22. Закон Пашена для пробоя газов.
23. Пробой газов при высоком давлении. Самоторможение лавин. Стример.
24. Стример в длинных промежутках, стримерная корона, лидер, искровой канал.
25. Молния. Шаровая молния и ее модели.
26. Пробой в высокочастотном поле. Оптический пробой.
27. Тлеющий разряд. Структура тлеющего разряда, катодный слой, положительный столб. Теория Шоттки.
28. Изотермическая (равновесная) плазма. Электрическая дуга.
29. Альфвеновские волны.
30. Ионный звук.
31. Прохождение поперечных электромагнитных волн через плазму, "отсечка".
32. Виды неустойчивостей плазмы.
33. Ионизационно-перегревная неустойчивость. Контракция газового разряда.
34. Взаимодействие плазменных колебаний с электронами плазмы. Парадокс Ленгмюра. Затухание Ландау.
35. Пучковая неустойчивость.
36. Буннемановская неустойчивость.
37. Солитоны. Уравнение Кортевега-де Вриза.
38. Ленгмюровский солитон в плазме.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы аспиранта является оценка сформированности компетенций на основе:

- уровня освоения обучающимся учебного материала;
- умений аспиранта использовать теоретические знания при выполнении практических задач;

- обоснованности и четкости изложения ответа;
- оформления материала в соответствии с требованиями.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Основная литература:

1. Франк-Каменецкий, Давид Альбертович. Лекции по физике плазмы : [учеб. пособие] / Франк-Каменецкий, Давид Альбертович. - 3-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2008. - 278,[1] с. - (Физтеховский учебник). - ISBN 978-5-91559-002-0 : 566-50.
2. Гинзбург, Виталий Лазаревич. Распространение электромагнитных волн в плазме / Гинзбург, Виталий 7 физика плазмы (5- 10 0.70 Лазаревич. - Изд. 2-е, перераб. - М. : Наука, 1967. - 683 с. ; 20 см. + черт. - Предм. указ.: с. 681-683. - Библиогр.: с. 630-680. - 3-01.
3. Биттенкорт, Жозе А. Основы физики плазмы : [учебник] / Биттенкорт, Жозе А. ; пер. с англ. под общ. ред. Л.М. Зеленого; ред. пер. А.М. Садовский. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2009. - 583 с. - Предм. указ.: с. 578-583. - ISBN 978-5-9221-1169-0: 560-00.
4. Арцимович Л.А. и Лукьянов С.Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.: [Учебное пособие для физ. специальностей ун-тов]. / Арцимович Л.А. и Лукьянов С.Ю. - М. : Наука., 1972. - 224с. с илл.
5. Диагностика плазмы: Сб. статей / Под ред. М.И. Пергамент. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 271 с. - 0-0.
6. Лукьянов С.Ю., Ковальский Н.Г. Горячая плазма и управляемый термоядерный синтез: Учеб. для вузов. М.: МФТИ, 1999.
7. Райзер, Юрий Петрович. Физика газового разряда / Райзер, Юрий Петрович. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1992. - 535,[1] с. : ил.; 22 см. - ISBN 5-02-014615-3.
8. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Искровой разряд: Учебное пособие для вузов.- М.: Изд-во МФТИ, 1997. - 320 с.
9. Дьяков А.Ф., Бобров Ю.К., Сорокин А.В., Юргеленас Ю.В. Физические основы электрического пробоя газов. М.: Издательство МЭИ, 1999. 400 с.
10. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Т.ХІ - 4: Газовые и плазменные лазеры / отв. ред. С.И. Яковленко. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 820 с.: ил. - (Энциклопедическая серия. Серия Б: Справочные приложения, базы и банки данных/ гл. ред. В.Е. Фортов). - ISBN 5-9221-0571-6 : 984-06.
11. Диагностика плазмы / Под ред. Р. Хаддлстоуна, С. Леонарда. М.: Мир, 1967.
12. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. т.ІІІ-1: Термодинамические свойства низкотемпературной плазмы / отв. ред. А.Н. Старостин. - М.: Физматлит, 2004. - ISBN 5-9221-0550-7 : 984-06.
13. Бельков С.А. Основы физики плазмы [Электронный ресурс] / С.А. Бельков. — Электрон. текстовые данные. — Саров: Российский федеральный ядерный центр – ВНИИЭФ, 2002. — 99 с. — 585165-623-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60860.html> (20.06.2018).
14. Высокоскоростная фотоэлектронная регистрация изображений: сборник статей: в 3 кн. / Российская академия наук, Институт общей физики им. А. М. Прохорова; под ред. М.Я. Щелева. - Москва: Физматлит, 2017. - Кн. 3. Сверхскоростная электронно-оптическая диагностика в физике ускорителей элементарных частиц. - 195 с.: табл., граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1737-1. - ISBN 978-5-9221-1740-1 (кн. 3); То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485559> (20.06.2018).
15. Высокоскоростная фотоэлектронная регистрация изображений: сборник статей: в 3 кн. / Российская академия наук, Институт общей физики им. А. М. Прохорова;

- под ред. М.Я. Щелева. - Москва: Физматлит, 2017. - Кн. 2. Сверхскоростная электронно-оптическая аппаратура (принципы построения, динамические испытания, методика применения). - 305 с. : табл., граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1737-1. - ISBN 978-5-9221-1739-5 (кн. 2); То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485555> (20.06.2018).
16. Высокоскоростная фотоэлектронная регистрация изображений: сборник статей: в 3 кн. / Российская академия наук, Институт общей физики им. А. М. Прохорова; под ред. М.Я. Щелева. - Москва: Физматлит, 2017. - Кн. 1. Основы, основоположники и последователи пико-фемтосекундной электронно-оптической хронографии. - 380 с.: табл., граф., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1737-1. - ISBN 978-5-9221-1738-8 (кн. 1); То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485548> (20.06.2018).
17. Жукешов А.М. Исследование импульсного разряда высокой мощности [Электронный ресурс] / А.М. Жукешов. — Электрон. текстовые данные. — Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014. — 158 с. — 978-601-04-0620-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58662.html> (дата обращения: 25.06.2018)

6.2. Дополнительная литература:

1. Райзер, Юрий Петрович и др. Высокочастотный ёмкостный разряд: Физика. Техника эксперимента. Приложения : [учеб. пособие для вузов по направлению "Техн. физика"] / Райзер, Юрий Петрович и др.; М.Н. Шнейдер, Н.А. Яценко. - М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та: Наука. Изд. фирма "Физ.-мат. лит.", 1995. - 310 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 299-310. - ISBN 5-7417-0006-3 (Изд-во Моск. физ. техн. ин-та): 2500-00.
2. Омаров, Омар Алиевич. Физика газового разряда: учеб. пособие для студентов физ. специальностей / Омаров, Омар Алиевич, Ашурбеков, Назир Ашурбекович, Курбанисмаилов, Вали Сулейманович. - Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2001. - 166 с. - 25-00.
3. Цендин Л.Д., Кудрявцев А.А., Смирнов А.С. Физика тлеющего разряда. Учебное пособие. Изд-во «Лань». Санкт-Петербург.2010. 512 с.
4. Смирнов А.С. Физика газового разряда. Учебное пособие. Изд-во СПбГТУ, СПб. 1997.
5. Омаров, Омар Алиевич. Импульсные разряды в газах высокого давления: учебное пособие для вузов / Омаров, Омар Алиевич. - Махачкала: Юпитер, 2001. - 335 с. - Библиогр.: с. 332-333. - ISBN 5-7895-0027-7: 87-56.
6. Кудрявцев, Анатолий Анатольевич. Физика тлеющего разряда : учеб. пособие / Кудрявцев, Анатолий Анатольевич, Смирнов, Александр Сергеевич. - СП-б.; М.; Краснодар : Лань, 2010. - 907-28.
7. Браун С. Элементарные процессы в плазме газового разряда: Пер. с англ. /Под ред. Франк-Каменецкого Д. А. - М.: Атомиздат, 1961.
8. Трубецков, Д.И. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. В 2-х т. [Текст]. Т.1 / Д. И. Трубецков, А. Е. Храмов. - М.: Физматлит, 2005. - ISBN 5-9221-0372-5 : 270-27.
9. Смирнов Б. М. Физика слабоионизованного газа (в задачах с решениями). - Изд. 2-е. М.: Наука, 1985.
10. Ховатсон А. М. Введение в теорию газового разряда /Пер. с англ. Иванчика И. И. - М.: Атомиздат, 1980.
11. Королев Ю.Д., Месяц Г.А. Автоэмиссионные и взрывные процессы в газовом разряде – Новосибирск: Наука, 1982.- 255 с.
12. Королев Ю.Д., Месяц Г.А. Физика импульсного пробоя газов. - М.: Наука, 1991. - 224 с.

13. Биберман Л.М., Воробьев В.С., Якубов И.Т. Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы. М.: Наука, 2002.
14. Карнюшин В.М., Солоухин Р.И. Макроскопические и молекулярные процессы в газовых лазерах. - М.: Атомиздат, 1981.
15. Генерация пучков заряженных частиц в диодах со взрывоэмиссионным катодом: монография / А.И. Пушкарев, Ю.И. Исакова, Р.В. Сазонов, Г.Е. Холодная. - Москва: Физматлит, 2013. - 238 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1411-0; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457656> (20.06.2018).
16. Савинов, В.П. Физика высокочастотного емкостного разряда: монография / В.П. Савинов. - Москва: Физматлит, 2013. - 308 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-9221-1551-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457688> (20.06.2018).

6.3. Программное обеспечение

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства: Origin Lab MapInfo, 3D Max, ChemOffice Professional AcademicEdition, Statistica Russian, MATLAB Russian, Mathcad Russian, CorelDRAW Russian, Autodesk 3ds Max 2010, Acrobat Professional Russian, Photoshop Russian.

6.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www URL: <http://www.biblioclub.ru/>.
2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: www URL: <http://e.lanbook.com/>.

6.5. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен.)
2. Методы получения наноразмерных материалов / курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
3. http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
4. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
5. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания(доступ будет продлен).
7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
9. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
10. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

11. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
12. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
13. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.
14. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
15. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору №Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
16. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно сублицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. (*доступ будет продлен*).
17. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных – диссертации. Доступ продлен согласно сублицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
18. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
19. American Chemical Society. Доступ продлен на основании сублицензионного договора №ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
20. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании сублицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*).

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

При освоении дисциплины для проведения лекционных занятий нужны учебные аудитории, оснащённые мультимедийным оборудованием, для выполнения практических и лабораторных работ необходимы классы персональных компьютеров с набором базового программного обеспечения разработчика MATHCAD, ORIGIN. Для этого используется компьютерный класс физического факультета в ауд.2-52, проектный офис ДГУ, молодежный инновационный центр ДГУ.

Для освоения курса используется материально – техническая база федерального ЦКП «Аналитическая спектроскопия», Инновационно-технологического центра ДГУ, НОЦ физика плазмы, оснащенные современным уникальным научным и технологическим оборудованием, которая позволяет осуществлять подготовку аспирантов в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.

- компьютерный класс в аудитории 2-52 интегрированный в Интернет;

- Мультимедийное оборудование;
- Мультимедийные материалы.

Программное обеспечение

- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel
- Microsoft Power Point
- Программа «Origin 8.0» (Microcalc corp.) демо-версия.

8. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

- Информационные технологии.
- Проблемное обучение.
- Индивидуальное обучение.
- Междисциплинарное обучение.
- Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения предусмотренных по дисциплине компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практические занятия, самостоятельная работа, консультация.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы аспиранта является оценка сформированности компетенций на основе:

- уровня освоения обучающимся учебного материала;
- умений аспиранта использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- обоснованности и четкости изложения ответа;
- оформления материала в соответствии с требованиями.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	лекция	изложение теоретического материала	получение теоретических знаний по дисциплине
2	лекция	изложение теоретического материала с помощью презентаций	повышение степени понимания материала
3	самостоятельная работа студента	подготовка к экзамену с оценкой	повышение степени понимания материала

9. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для аспирантов с ограниченными возможностями здоровья предусмотрены следующие формы организации педагогического процесса и контроля знаний:

для слабовидящих:

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения контрольных заданий при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

для слабослышащих

- все контрольные задания по желанию аспирантов могут проводиться письменно.