МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского»

Высшая школа общей и прикладной физики
(факультет)

УТВЕРЖДАЮ:

Декан ВШОПФ _____ К.И. Рыбаков

«____» _____ 2015 г.

Рабочая программа дисциплины

Физика плазмы

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
03.03.02 Физика

Направленность образовательной программы
профиль: Фундаментальная физика

Квалификация (степень)
бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород

2015

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика плазмы» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины, модули» ОПОП. Является дисциплиной по выбору в восьмом семестре четвертого года обучения в бакалавриате.

Целями освоения дисциплины являются:

- формирование у студентов современного представления о линейных и нелинейных волновых процессах в плазме и освоение студентами методов их анализа;
- формирование у студентов в ходе лекционных, лабораторных, практических и семинарских занятий понимания неразрывной связи теории волн в плазме с методами теоретической физики и экспериментальными методами исследования плазмы;
- формирование у студентов представлений об основных способах получения низкотемпературной газоразрядной плазмы и о современных методах диагностики ее основных параметров,
- формирование у студентов профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика».

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-3 готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований (этап освоения – **завершающий**)	*З1 (ПК-3) Знать* теорию линейных и нелинейных волновых процессов в плазме в комплексе с основами курсов теоретической физики, на которых базируется физика плазмы. Знать основы кинетики газоразрядной плазмы, методы измерения основных параметров низкотемпературной плазмы, основные процессы, протекающие в плазме газового разряда на стадии ее распада, и методы их теоретического описания. *У1 (ПК-3) Уметь* пользоваться основными уравнениями теории линейных и нелинейных волновых процессов для описания волновых эффектов в плазме. Уметь использовать полученные знания для экспериментальных измерений параметров газоразрядной плазмы *В1 (ПК-3) Владеть* навыками решения задач описания линейных и нелинейных волновых процессов в плазме. Владеть информацией о возможном диапазоне параметров плазмы в том или ином типе газового разряда, а также о приложениях газового разряда в науке и технике
ПК-5 способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований (этап освоения – **завершающий**)	*З2 (ПК-5) Знать* основные современные методы анализа, синтеза и обработки физической информации в области физики плазмы. *У2 (ПК-5) Уметь* использовать современные методы анализа, синтеза и обработки физической информации в области физики плазмы с целью проведения плазменных исследований. *В2 (ПК-5) Владеть* навыками современных методов анализа, синтеза и обработки физической информации в области физики плазмы.

3. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых 75 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (24 часа занятия лекционного типа, 24 часа занятия лабораторного типа, 24 часа занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия), 3 часа мероприятия промежуточной аттестации), 45 часов подготовка к экзамену, 96 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, **форма промежуточной аттестации по дисциплине**	**Всего (часы)**	В том числе				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	**Всего**	
Волны в магнитоактивной плазме	16	4	4		8	12
Магнитная гидродинамика	16	4	4		8	12
Процессы переноса в магнитном поле	12	2	2		4	6
Динамика плазмы в ВЧ полях	12	2	2		4	6
Измерение параметров плазмы по резонансным конусам электромагнитных источников	24			8	8	10
Измерение параметров плазмы с помощью открытого квазиоптического резонатора	24			8	8	10
СВЧ-зонд для локальных измерений плотности плазмы	22			8	8	10
Самовоздействие плоских волн в плазме	18	4	4		8	10
Нелинейное взаимодействие волн в плазме	18	4	4		8	10
Самофокусировка квазиоптических волновых пучков	14	4	4		8	10
в т.ч.текущий контроль			4	6		
Промежуточная аттестация зачет					1	
Промежуточная аттестация экзамен					2	45

Текущий контроль успеваемости осуществляется в виде принятия допусков к выполнению каждой лабораторной работы и отчетов о выполнении каждой лабораторной работы; решений и последующей проверки домашних контрольных работ, а также в рамках занятий практического и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций. Итоговый контроль осуществляется на зачете и экзамене.

4. Образовательные технологии

При изучении дисциплины используются современные образовательные технологии. Предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций, тренинги по решению практических задач) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) по дисциплине проходит в форме лекций, лабораторных и практических занятий, а также в виде коллективных и индивидуальных консультаций. На занятиях лекционного типа используются мультимедийные средства поддержки образовательного процесса, часть занятий проводятся в виде лекций с проблемным изложением материала. На занятиях практического типа разбираются решения задач различной степени сложности. На лабораторных работах используются современные физические измерительные приборы и оборудование. На практических и лабораторных занятиях проводятся обсуждения рассматриваемых проблем в свете последних научных достижений в данной области. Студенты работают как индивидуально, так и коллективно.

Самостоятельная работа включает в себя выполнение домашних контрольных работ, теоретическую подготовку к занятиям по материалам лекций и рекомендованной литературе, приведенной в конце данной программы; а также подготовку и оформление отчетов о каждой выполненной лабораторной работе. Кроме того, студенты имеют возможность принимать участие в семинарах с представителями российских и зарубежных научных организаций, проводимых в Федеральном исследовательском центре Институт прикладной физики Российской академии наук.

Формой итогового контроля знаний студентов по дисциплине являются зачет и экзамен, в ходе которого оценивается уровень теоретических знаний и навыки решения практических задач.

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – неотъемлемая часть подготовки высококвалифицированного специалиста в соответствующей области. Ее цель – формирование у студентов способностей и навыков к непрерывному самообразованию и профессиональному совершенствованию.

Самостоятельная работа студентов подразумевает проработку лекционного и дополнительного материала, решение домашних контрольных работ с последующей проверкой навыков решения задач, подготовку и оформление отчетов о каждой выполненной лабораторной работе с последующей их проверкой.

Проработка лекционного материала осуществляется еженедельно после проведения аудиторных занятий в рамках часов, отведенных студентам на самостоятельную работу. Кроме того, работа с лекционным и дополнительным материалом (рекомендованной литературой, приведенной в конце данной программы) проводится в период сессии при подготовке к экзамену по дисциплине.

Подготовка и оформление отчетов о выполненных лабораторных работах осуществляется в соответствии с графиком проведения лабораторных занятий по соответствующей тематике.

Выполнение домашних контрольных работ осуществляется еженедельно или раз в две недели в соответствии с графиком изучения соответствующего лекционного материала и проведения практических занятий по соответствующей тематике.

Задачи для выполнения самостоятельных контрольных работ по каждому разделу дисциплины составляются преподавателем самостоятельно при ежегодном обновлении банка тестовых заданий. Количество вариантов зависит от числа обучающихся.

Типовые задачи, предлагаемые студентам в качестве домашних контрольных работ:

Задача 1. Получить дисперсионное уравнение для альфвеновских волн.

Задача 2. Найти выражение для усредненной пондеромоторной силы в поле биений двух волн

Задача 3. Найти параметры ленгмюровского солитона

Задача 4. Получить уравнение типа НУШ исходя из выражения для гамильтониана распределенной системы.

6. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ПК-3: готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	Коллоквиум не сдан		Коллоквиум сдан				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Знания *Знать* теорию линейных и нелинейных волновых процессов в плазме в комплексе с основами курсов теоретической физики, на которых базируется физика плазмы. Знать основы кинетики газоразрядной плазмы, методы измерения основных параметров низкотемпературной плазмы, ос-	отсутствие знаний материала	наличие грубых ошибок в основном материале	знание основного материала с рядом негрубых ошибок	знание основного материалом с рядом заметных погрешностей	знание основного материала с незначительными погрешностями	знание основного материала без ошибок и погрешностей	знание основного и дополнительного материала без ошибок и погрешностей

новные процессы, протекающие в плазме газового разряда на стадии ее распада, и методы их теоретического описания.							
Умения *Уметь* пользоваться основными уравнениями теории линейных и нелинейных волновых процессов для описания волновых эффектов в плазме. Уметь использовать полученные знания для экспериментальных измерений параметров газоразрядной плазмы	Полное отсутствие умения использовать методы физики плазмы для решения задач.	Неумение использовать основные методы физики плазмы для решения задач (демонстрация грубых ошибок, противоречащих основным законам)	Умение использовать основные методы физики плазмы для решения стандартных задач с негрубыми ошибками	Умение использовать все изученные методы физики плазмы для решения стандартных задач с негрубыми ошибками	Умение использовать все изученные методы физики плазмы для решения стандартных задач с незначительными погрешностями	Умение использовать все изученные методы физики плазмы для решения стандартных задач и задач повышенной сложности с незначительными погрешностями	Умение использовать все изученные методы физики плазмы для решения стандартных задач и задач повышенной сложности
Навыки *Владеть* навыками решения задач описания линейных и нелинейных волновых процессов в плазме. Владеть информацией о возможном диапазоне параметров плазмы в том или ином типе газового разряда, а также о приложениях газового разряда в науке и технике	Полное отсутствие навыка решения стандартных задач	Не владение навыками решения стандартных задач (демонстрация грубых ошибок, противоречащих основным законам)	Владение навыками решения стандартных задач по основным разделам курса с негрубыми ошибками	Владение навыками решения стандартных задач по всем разделам курса с негрубыми ошибками	Владение навыками решения стандартных задач по всем разделам курса с незначительными погрешностями	Владение навыками решения стандартных задач и задач повышенной сложности с незначительными погрешностями	Владение навыками решения стандартных задач и задач повышенной сложности
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 20 %	20 – 50 %	50 – 70 %	70-80 %	80 – 90 %	90 – 99 %	100%

ПК-5: способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	
	Незачет	Зачет
Знания *Знать* основные современные методы анализа, синтеза и обработки физической информации в области физики плазмы.	Отсутствие знаний основных методов анализа, синтеза и обработки физической информации в области физики плазмы	Знание основных методов анализа, синтеза и обработки физической информации в области физики плазмы.
Умения *Уметь* использовать современные методы анализа, синтеза и обработки физической информации в области физики плазмы с целью проведения плазменных исследований.	Отсутствие умения применять полученные знания при проведении научных исследований в избранной области (демонстрация грубых ошибок, противоречащих основным положениям физики плазмы)	Умение применять полученные знания при проведении научных исследований в избранной области
Навыки *Владеть* навыками современных методов анализа, синтеза и обработ-	Отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	Наличие основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях при

ки физической информации в области физики плазмы.		проведении теоретических и/или экспериментальных физических исследований
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0 – 50 %	50 – 100%

6.2. Описание шкал оценивания

Итоговый контроль качества усвоения студентами содержания дисциплины проводится в виде зачета и экзамена, на которых определяется:

- уровень усвоения студентами основного учебного материала по дисциплине;
- уровень понимания студентами изученного материала
- способности студентов использовать полученные знания для решения конкретных задач.

Зачёт проводится в устной форме и заключается в собеседовании по итогам сдачи отчетов о лабораторных работах. Экзамен проводится в устной форме. Устная часть экзамена заключается в ответе студентом на теоретические вопроса курса (с предварительной подготовкой) и последующем собеседовании в рамках тематики курса. Собеседование проводится в форме вопросов, на которые студент должен дать краткий ответ. Практическая часть экзамена предусматривает задачи по одному из разделов курса.

Оценка	**Уровень подготовки**
Зачтено	В целом удовлетворительная подготовка, возможно с заметными, но не грубыми ошибками или недочетами. Студентом получены допуски к выполнению всех лабораторных работ, выполнены все лабораторные работы согласно графику выполнения работ, подготовлены и сданы отчёты о всех лабораторным работам. При сдаче отчётов студент дает полный ответ на все теоретические вопросы собеседования, возможно с небольшими неточностями, допускаются негрубые ошибки при ответах на дополнительные вопросы. Полученные ответы отличаются логической последовательностью, достаточной четкостью в выражении мыслей, возможно с не всегда полной обоснованностью выводов, и в целом демонстрируют знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки. Выполнение лабораторных работ от 80 до 100 %.
Не зачтено	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студентом получены допуски к выполнению не всех лабораторных работ, либо выполнены не все лабораторные работы согласно графику выполнения работ, либо подготовлены и сданы отчёты не о всех лабораторных работах. При сдаче отчётов студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие и дополнительные вопросы преподавателя, что говорит о недостатке знаний по общефизическим и профессиональным дисциплинам, отсутствии умения применять на практике приобретенные навыки. Выполнение лабораторных работ до 80 %.

Оценка	**Уровень подготовки**
Превосходно	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом. Студент дает полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета; точно отвечает на дополнительные вопросы; приводит исчерпывающие, аргументированные решения всех сформулированных в билете задач. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в

	выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение уверенно применять на практике приобретенные навыки, владение в полной мере методиками решения задач. 100 %-ное выполнение контрольных экзаменационных заданий
Отлично	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дает полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета; точно отвечает на дополнительные вопросы; приводит почти полные, аргументированные решения всех сформулированных в билете задач с незначительными недочетами. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше
Очень хорошо	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета с небольшими неточностями; неполно отвечает на дополнительные вопросы; приводит достаточно аргументированные и почти полные решения всех сформулированных в билете задач с незначительными недочетами; или исчерпывающее решение приводится только для одной из двух задач билета, а вторая задача решена с заметными недочетами. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, демонстрирующих знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение основными методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
Хорошо	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета с небольшими неточностями, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы; приводит почти полные решения всех сформулированных в билете задач с некоторыми недочетами; или исчерпывающее решение приведено только для одной из двух задач билета, а вторая задача решена со значительными погрешностями. Изложение решений и полученные ответы отличаются логической последовательностью, достаточной четкостью в выражении мыслей и не всегда полной обоснованностью выводов, демонстрирующих, в целом, знание общефизических и профессиональных дисциплин, умение применять на практике приобретенные навыки, владение основными методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.
Удовлетворительно	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, допускает ошибки при ответах на дополнительные вопросы; приводит неполные, слабо аргументированные решения всех сформулированных в билете задач. Изложение решений и полученные ответы не отличаются стройной логической последовательностью, четкостью в выражении мыслей и обоснованностью выводов, что говорит о не достаточно полном понимании общефизических и профессиональных дисциплин, умении применять на практике лишь некоторые приобретенные навыки, владении не всеми изученными методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.

Неудовлетворительно	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора; приводит решения сформулированных в билете задач с грубыми недочетами, что говорит о недостатке знаний по общефизическим и профессиональным дисциплинам, отсутствии умения применять на практике приобретенные навыки, не владение методиками решения задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
Плохо	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы, демонстрирует полное непонимание сформулированных в билете задач. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций.

Для оценивания результатов обучения в виде <u>знаний</u> используются следующие процедуры и технологии:

- индивидуальное собеседование,
- устные и/или письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде <u>умений</u> и <u>владений</u> используются следующие процедуры и технологии:

- сдача отчетов о выполнении лабораторных работ.
- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающие одну или несколько задач.

По сложности ПКЗ разделяются на простые (стандартные) и комплексные задания. Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия, применяются для оценки умений. Комплексные задания (задания повышенной сложности) требуют поэтапного решения и развернутого ответа с применением нестандартных подходов к решению. Комплексные практические задания применяются для оценки владений.

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Перечень лабораторных работ, выполняемых при освоении дисциплины[1]:

1. Измерение параметров плазмы с помощью открытого квазиоптического резонатора.

1) Оценить влияние кварцевой колбы на параметры резонатора. Объяснить, как свести это влияние к минимуму.

2) Найти зависимость форма-фактора C_V от отношения $N_{emax}/N_C < 1$ для плоского

[1] Лабораторные работы выполняются студентами в соответствии с графиком выполнения работ, разрабатываемым преподавателем.

слоя плазмы с параболическим профилем.

2. Измерение параметров плазмы по резонансным конусам электромагнитных источников.

3) Амбиполярная диффузия плазмы в магнитном поле. Оценка характерного времени диффузионного распада плазмы.

4) Дисперсионные характеристики волн в магнитоактивной плазме в резонансных диапазонах частот. Раскрытая поверхность волновых векторов. Пространственный спектр излучающей антенны.

3. СВЧ-зонд для локальных измерений плотности плазмы.

5) Используя резонансный СВЧ-зонд, провести измерения зависимости плотности плазмы от времени (режим распадающейся плазмы) на оси экспериментальной установки «Ионосфера». Построить график.

6) Используя резонансный СВЧ-зонд, провести измерения радиального распределения плотности плазмы в фиксированный момент времени. Построить график.

7) Используя полученные результаты, определить закон и характерное время спада плотности плазмы.

Теоретические вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

1. Волны в магнитоактивной плазме
2. Магнитная гидродинамика
3. Процессы переноса в магнитном поле
4. Динамика плазмы в ВЧ полях
5. Самовоздействие плоских волн в плазме
6. Нелинейное взаимодействие волн в плазме
7. Самофокусировка квазиоптических волновых пучков

Типовые задачи для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Для оценки сформированности компетенции *ПК-3* – готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований:

Задача 1.1 Рассчитать тензор диэлектрической проницаемости холодной магнитоактивной плазмы.

Задача 1.2 Найти условия реализации квазиэлектростатических мод и построить дисперсионную кривую для ВГР мод.

Задача 1.3 Исследовать самофокусировочную неустойчивость плоского волнового фронта.

Для оценки сформированности компетенции *ПК-5:* – способность пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований:

Задача 2.1 При помощи метода Гамильтона – Якоби получить соотношения геометрооптической модели самофокусировки.

Задача 2.2 Проанализировать эффект рассеяния излучения на заряженной «шубе», обусловленной взаимной корреляцией положений заряженных частиц в плазме.

Задача 2.3 Получить соотношения Мэнли-Роу.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Физика плазмы»

а) основная литература:

1) *Б.Б. Кадомцев*. Коллективные явления в плазме. М.: Наука, 1988. -304 с. -13 экз.
2) *В.Е. Голант, А.П. Жилинский, А.С. Сахаров*. Основы физики плазмы. Атоммздат, 1977. -384 с. – Режим доступа: ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/1550
3) Введение в физику плазмы [Электронный ресурс] : Учеб. пособие по курсу "Физика плазмы" / Чирков А.Ю. - М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006." - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5703828279.html

б) дополнительная литература:

1) В.Л. Гинзбург. Теоретическая физика и астрофизика. М.: Наука, 1987,1981,1979. -450с. -11 экз.
2) А.Ф.Александров, Л.С. Богданкевич, А.А. Рухадзе. Основы электродинамики плазмы. М.: Высшая школа,1989.- 407с.— 9 экз.
3) Лекции по физике плазмы [Электронный ресурс] / И.А. Котельников - М. : Лаборатория знаний, 2017. - http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014935.html
4) *Л.А. Арцимович, Р.З. Сагдеев*. Физика плазмы для физиков. Атомиздат, 1979. -317 с. -6 экз.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1) Он-лайн журнал Physics of Plasmas http://phys.org/journals/physics-of-plasmas/
2) Davis Millimeter-Wave Research Center. Microwave/Millimeter Wave Technology. Plasma Diagnostics. http://tempest.das.ucdavis.edu/pdg/

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Для проведения лекций и практических занятий требуется типовое оборудование лекционной аудитории.

Для проведения занятий лабораторного типа используются комплексы экспериментального оборудования, в том числе оборудование учебно-исследовательских лабораторий ВШОПФ, большая часть из которого является уникальным.

Для подготовки самостоятельных контрольных работ, отчётов о лабораторных работах и для их графического представления (если это необходимо), а также для расширения коммуникационных возможностей студенты имеют возможность работать в компьютерных классах с соответствующим лицензионным программным обеспечением и выходом в Интернет.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная физика».

Авторы _____ М. Д. Токман

_____ А. М. Горбачев

Рецензент _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии факультета «Высшая школа общей и прикладной физики»
от _____ года, протокол № _____.

Председатель методической комиссии _____ А. М. Фейгин