

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Нелинейные эффекты в плазме

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Электромагнитные волны в средах

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Нелинейные эффекты в плазме относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области акустики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	<p>ПК-1.001: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач</p> <p>ПК-1.002: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с использованием современных информационных и коммуникационных технологий</p>	<p>ПК-1.001:</p> <p>Знать: методы критического анализа и оценки современных научных достижений в области своей профессиональной деятельности;</p> <p>Уметь: определять наиболее актуальные направления исследований в области профессиональной деятельности;</p> <p>Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимых исследований.</p> <p>ПК-1.002:</p> <p>Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных;</p> <p>Уметь: систематизировать и анализировать данные большого объема;</p> <p>Владеть: навыками работы с большим объемом данных, полученных из различных источников.</p>	Тест	Экзамен: Контрольные вопросы

<p>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области акустики и радиофизики и оформлять их результаты</p>	<p>ПК-2.001: Анализирует современное состояние исследований в области физики и радиофизики, современные подходы к описанию и моделированию различных физических явлений и оценке полученных результатов</p> <p>ПК-2.002: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.003: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.004: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики</p>	<p>ПК-2.001:</p> <p>Знать: современное состояние исследований, современные подходы к описанию различных явлений в области своей профессиональной деятельности;</p> <p>Уметь: анализировать современное состояние исследований в области физики и радиофизики;</p> <p>Владеть: навыками моделирования различных явлений в области физики и радиофизики.</p> <p>ПК-2.002:</p> <p>Знать: современные подходы к моделированию различных явлений;</p> <p>Уметь: выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные и расчетно-теоретические методы исследования;</p> <p>Владеть: навыками проведения моделирования или эксперимента для решения конкретной научно-исследовательской задачи.</p> <p>ПК-2.003:</p> <p>Знать: основные принципы организации научного исследования;</p> <p>Уметь: анализировать процесс выполнения научного исследования и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах;</p> <p>Владеть: навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов.</p> <p>ПК-2.004:</p> <p>Знать: современные подходы</p>	<p>Тест</p>	<p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>
--	--	---	-------------	---

		<p>к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности;</p> <p>Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики;</p> <p>Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненной научно-исследовательской задачи.</p>		
<p>ПК-3: Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>ПК-3.001: Использует знание нормативных документов для составления заявок, грантов, проектов НИР, применяет заданные требования и правила при оформлении рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях</p> <p>ПК-3.002: Представляет результаты НИР академическому и бизнес-сообществу</p> <p>ПК-3.003: Участвует в составлении и подаче конкурсных заявок на выполнение научно-исследовательских и проектных работ по направленности Радиофизика</p>	<p>ПК-3.001:</p> <p>Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации;</p> <p>Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению рукописей к публикации в рецензируемых научных изданиях;</p> <p>Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров, публикаций.</p> <p>ПК-3.002:</p> <p>Знать: основные способы представления и продвижения результатов НИР;</p> <p>Уметь: структурировать презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты;</p> <p>Владеть: навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом.</p> <p>ПК-3.003:</p> <p>Знать: основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР;</p> <p>Уметь: анализировать</p>	Тест	<p>Экзамен:</p> <p>Задания</p>

		проектную документацию на выполнение НИР; Владеть: навыками составления части проектной документации для проведения НИР.		
--	--	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	0
- КСР	2
самостоятельная работа	29
Промежуточная аттестация	45 экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
I. Введение. 1. Основные свойства плазмы. Нормальные волны в плазме.	7	4		4	3
I. Введение. 2. Физическая природа нелинейных явлений в плазме	4	2		2	2
I. Введение. 3. Основные типы тепловых нелинейных явлений. Классификация нелинейных явлений по виду взаимодействий.	4	2		2	2
II. Некоторые неустойчивости плазмы. 4. Классификация неустойчивостей в плазме..	2	1		1	1
II. Некоторые неустойчивости плазмы. 5. Пучковая неустойчивость в изотропной плазме.	4	2		2	2
II. Некоторые неустойчивости плазмы. 6. Параметрические неустойчивости	4	2		2	2

II. Некоторые неустойчивости плазмы. 7. Стрикционные параметрические неустойчивости	6	4		4	2
II. Некоторые неустойчивости плазмы. 8. Тепловая параметрическая неустойчивость в области верхнего гибридного резонанса волны накачки.	4	2		2	2
III. Взаимодействие волн и частиц в плазме. 9. Уравнение переноса в плазме: вывод с учетом нелинейности.	3	1		1	2
III. Взаимодействие волн и частиц в плазме. 10. 3-х волновое взаимодействие	7	4		4	3
III. Взаимодействие волн и частиц в плазме. 11. Индуцированное рассеяние волн на частицах	4	2		2	2
IV. Сильная турбулентность. Динамическое описание нелинейных явлений. 12. Приближения слабой и сильной турбулентности. Усредненное описание плазмы.	4	2		2	2
IV. Сильная турбулентность. 13. Режимы сильной турбулентности	4	2		2	2
IV. Сильная турбулентность. 14. Параболическое уравнение. Неустойчивости самосжатия и самофокусировки.	4	2		2	2
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	108	32	0	34	29

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

1. Гинзбург В. Л. - Распространение электромагнитных волн в плазме. - М.: Наука, 1967. - 683 с.
2. Михайловский А. Б. - Теория плазменных неустойчивостей: [в 2 т.]. Т. 1. - М.: Атомиздат, 1975. - 272 с.
3. Кадомцев Б. Б. - Коллективные явления в плазме. - М.: Наука, 1988. - 304 с.
4. Цытович В. Н. - Нелинейные эффекты в плазме. - М.: Наука, 1967. - 287 с.
5. Силин В. П. - Параметрическое воздействие излучения большой мощности на плазму. - М.: Наука, 1973. - 287 с.
6. Гершман Б. Н., Ерухимов Л. М., Яшин Ю. Я. - Волновые явления в ионосфере и космической плазме. - М.: Наука, 1984. - 392 с.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Выберите правильное выражение для силы Миллера в изотропной плазме (ω — частота волны, e и m_e — заряд и масса электрона, E — напряжённость электрического поля).

a)

$$F_M = -\frac{e^2}{4m_e^2} \nabla |E(\mathbf{r})|^2$$

b)

$$F_M = -\frac{e^2}{4m_e^2 \omega^2} \nabla |E(\mathbf{r})|^2$$

c)

$$F_M = -\frac{1}{4m_e^2 \omega^2} \nabla |E(\mathbf{r})|^2$$

d)

$$\Phi_M = -\frac{e^2}{4m_e^2 \omega^2} |E(\mathbf{r})|^2$$

e)

$$F_M = -\frac{e}{4m_e^2 \omega^2} \nabla |E(\mathbf{r})|^2$$

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2

2. Какие дисперсионное уравнение и условия синхронизма соответствуют параметрической распадной неустойчивости? (N, T — концентрация и температура плазмы, ω_i — частоты волны накачки ($i = 0$) и возбуждающихся в результате неустойчивости волн ($i > 0$), γ и γ_i — инкремент неустойчивости и декременты затухания возбуждающихся волн, $\alpha \sim 1$ — безразмерный коэффициент, A, B и C — коэффициенты, имеющие размерность частоты, V_{T_i} — тепловая скорость ионов.)

a)

$$(\gamma + \gamma_1)(\gamma + \gamma_2) = \gamma_{\text{nonlin}} = A \frac{|E_0|^2}{4\pi NT},$$

$$\omega_0 = \omega_1 + \omega_2, \quad \mathbf{k}_0 = \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2;$$

b)

$$(\gamma + \gamma_1) = \gamma_{\text{nonlin},1} = B \left(\frac{\omega_0 - \omega_1}{\kappa V_{T_1}} \right) \frac{|E_0|^2}{4\pi NT}$$

$$\omega_0 = \omega_1 + \alpha \kappa V_{T_1}, \quad \mathbf{k}_0 = \mathbf{k}_1 + \kappa;$$

c)

$$(\gamma - \gamma_1)(\gamma - \gamma_2) = \gamma_{\text{nonlin}}^2 = A^2 \frac{|E_0|^2}{4\pi NT},$$

$$\omega_0 = \omega_1 + \omega_2, \quad \mathbf{k}_0 = \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2;$$

d)

$$(\gamma + \gamma_1) = \gamma_{\text{nonlin},1} = B \frac{|E_0|^2}{4\pi NT}$$

$$\omega_0 = \omega_1, \quad \mathbf{k}_0 = \mathbf{k}_1 \pm \kappa;$$

e)

$$(\gamma + \gamma_1)(\gamma + \gamma_2) = \gamma_{\text{nonlin}}^2 = A^2 \frac{|E_0|^2}{4\pi NT},$$

$$\omega_0 = \omega_1 + \omega_2, \quad \mathbf{k}_0 = \mathbf{k}_1 + \mathbf{k}_2;$$

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-3

3.

$$\frac{W_{\omega_0}}{\omega_0} + \frac{W_{\omega_1}}{\omega_1} = \text{const},$$

$$\frac{W_{\omega_0}}{\omega_0} + \frac{W_{\omega_2}}{\omega_2} = \text{const}.$$

Какому из законов сохранения при трёхволновом взаимодействии соответствуют данные равенства (W_{ω_i} — спектральная плотность энергии волны, ω_i — частоты волны накачки ($i = 0$) и возбуждающихся в результате неустойчивости волн ($i > 0$)?)

- a) Закону сохранения энергии.
- b) Закону сохранения импульса.
- c) Закону сохранения момента импульса.
- d) Закону сохранения числа квантов.
- e) Закону сохранения числа частиц.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатор достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Контрольные вопросы

Экзамен

Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-1 (Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области акустики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности)

1. Пучковая неустойчивость в плазме.
2. Квазилинейная теория плазмы. Стабилизация пучковой неустойчивости.
3. Параметрическая неустойчивость. Вывод дисперсионного уравнения.

Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-2 (Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области акустики и радиофизики и оформлять их результаты)

1. Основные свойства плазмы: квазинейтральность, дебаевское экранирование, коллективные явления.
2. Нормальные волны в плазме.
3. Физическая природа нелинейных явлений: тепловая стрикционная, ионизационная нелинейности.

Оценочное средство - Задания

Экзамен

Критерии оценивания (Задания - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

Типовые задания (Задания - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-3 (Способен разрабатывать и подготавливать составные части документации, проектов планов и программ проведения отдельных этапов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок)

Оформить отчет по итогам выполнения экзаменационного задания.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Гинзбург Виталий Лазаревич. Распространение электромагнитных волн в плазме. - 2-е изд., перераб. - М. : Наука, 1967. - 683 с. : с черт. - 3.01., 95 экз.
2. Михайловский Анатолий Борисович. Теория плазменных неустойчивостей : [в 2 т.]. Т. 1 : Неустойчивости однородной плазмы. - 2-е изд., перераб., доп. - М. : Атомиздат, 1975. - 272 с. : с черт. - 1.78., 16 экз.
3. Кадомцев Борис Борисович. Коллективные явления в плазме. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1988. - 304 с. - 3.10., 12 экз.
4. Цытович Вадим Николаевич. Нелинейные эффекты в плазме / АН СССР. - М. : Наука, 1967. - 287 с. : ил. - 0.95., 5 экз.
5. Силин Виктор Павлович. Параметрическое воздействие излучения большой мощности на плазму. - М. : Наука, 1973. - 287 с. : ил. - 1.33., 3 экз.
6. Гершман Борис Николаевич. Волновые явления в ионосфере и космической плазме. - М. : Наука, 1984. - 392 с. : ил. - 4.60., 27 экз.

Дополнительная литература:

1. Электродинамика плазмы / под ред. Ахиезера А. И. - М. : Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1974. - 719 с. - 3.05., 9 экз.
2. Александров Андрей Федорович. Основы электродинамики плазмы : [учеб. для физ. специальностей ун-тов] / под ред. А. А. Рухадзе. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. - 423, [1] с. : граф. - ISBN 5-06-001404-5 (в пер.) : 1.20., 12 экз.
3. Основы физики плазмы : [в 2 т.]. Доп. Т. / под ред. А. А. Галеева, Р Судана . - М. : Энергоатомиздат, 1984. - 239 с. : ил. - (Физика плазмы / под общ. ред. Р. З. Сагдеева, М. Н. Розенблюта). - 3.00., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. Microsoft Office (номера лицензий: 62421356 (12 шт.), 62421349);
2. Acrobat Professional 11.0 (номера лицензий: 65195558, 6 шт.)
3. Электронно-библиотечные системы (электронная библиотека):
<http://e.lanbook.com/>;
<http://www.biblioclub.ru>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Грач Савелий Максимович, доктор физико-математических наук, профессор.

Рецензент(ы): Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Калинин Андрей Владимирович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 14.11.2022, протокол № 08/22.