

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Спецлаборатории по электромагнитным волнам в средах

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

03.04.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Электромагнитные волны в средах

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Специальные лаборатории по электромагнитным волнам в средах 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
УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.001: Понимает структуру жизненного цикла проекта УК-2.002: Организует жизненный цикл проекта в соответствии с его спецификой	УК-2.001: Знать этапы выполнения лабораторной работы и эксперимента; Уметь составлять график работы и следовать назначенному плану выполнения работы; Владеть навыками выполнения всех этапов экспериментальной работы. УК-2.002: Знать: основные принципы планирования эксперимента; Уметь: планировать и проектировать эксперимент; Владеть навыками выполнения всех этапов экспериментальной работы.	Индивидуальное устное собеседование	Зачёт: Задания
ПК-1: Способен анализировать и обрабатывать научную информацию и результаты исследований в области физики и радиофизики при решении задач своей профессиональной деятельности	ПК-1.1: Применяет принципы сбора и анализа информации, рассматривает и оценивает современные научные достижения, а также генерирует новые идеи при решении исследовательских и практических задач ПК-1.2: Работает с большим объемом данных, систематизирует и анализирует информацию, полученную из различных источников, в том числе с	ПК-1.1: Знать методы анализа и оценки информации при выполнении научного эксперимента; Уметь: систематизировать и анализировать теоретические данные, обосновывающие эксперимент; Владеть: навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных) и критического анализа информации по тематике проводимого	Задания	Зачёт: Контрольные вопросы

	использованием современных информационных и коммуникационных технологий	<p>эксперимента</p> <p>ПК-1.2:</p> <p>Знать: современные информационные и коммуникационные технологии сбора и анализа большого объема данных;</p> <p>Уметь: систематизировать и обрабатывать экспериментально полученные данные; Владеть: навыками анализа и обработки результатов измерений с целью получения результата исследования</p>		
<p>ПК-2: Способен выполнять теоретические и экспериментальные исследования и разработки по отдельным разделам тем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области физики и радиофизики и оформлять их результаты</p>	<p>ПК-2.1: 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-2.2: Выбирает и применяет аналитические, аналитико-численные, экспериментальные методы исследования в соответствии с типом поставленной задачи</p> <p>ПК-2.3: Участвует в планировании, подготовке и проведении НИР</p> <p>ПК-2.4: Анализирует полученные данные, формулирует выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики</p>	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знать теоретические основы электродинамики и особенностей распространения электромагнитных волн в средах; основное оборудование и принципы его работы для проведения радиофизических исследований:</p> <p>осциллографическое, оптическое, спектральное, измерительное; Уметь: анализировать современное состояние исследований по тематике эксперимента;</p> <p>Владеть: навыками моделирования различных явлений в области физики и радиофизики</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Знать: методы экспериментальных исследований и принципы измерений; Уметь самостоятельно ставить основные физические эксперименты; Владеть навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	Задания	<p>Зачёт:</p> <p>Задания</p>

		<p>ПК-2.3: Знать: основные принципы организации экспериментальной работы; Уметь: анализировать процесс выполнения эксперимента и, в случае необходимости, корректировать план исследования на определенных этапах; Владеть: навыками планирования эксперимента, анализа получаемых результатов и формулировки выводов</p> <p>ПК-2.4: Знать: современные подходы к оценке полученных результатов в области своей профессиональной деятельности; Уметь: анализировать полученные данные, формулировать выводы и рекомендации по отдельным разделам тем в области физики и радиофизики; Владеть: навыками оценки полученных результатов и формулировки выводов для выполненного эксперимента</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</p>	<p>ПК-3.001: Знать: основные требования к составлению научно-технических отчетов и документации; Уметь: применять заданные требования и правила к оформлению отчета по лабораторной работе; Владеть: навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов и обзоров.</p> <p>ПК-3.002: Знать: основные способы представления и продвижения результатов НИР; Уметь: структурировать</p>	Задания	<p>Зачёт: Задания</p>

	Радиофизика	<p>презентационный материал, выделять основные результаты деятельности для их представления и расставлять акценты; Владеть: навыками представления результатов НИР перед научным и академическим сообществом.</p> <p>ПК-3.003: Знать: основные этапы подготовки НИР и составления проекта НИР; Уметь: анализировать проектную документацию на выполнение НИР; Владеть: навыками составления части проектной документации для проведения НИР.</p>		
--	-------------	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	

			(практические занятия/лабораторные работы), часы		
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Лабораторная работа	71		32	32	39
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

Этапы выполнения лабораторной работы:

Этап 1.

- 1.1. Теоретическая подготовка, которая состоит в изучении методических материалов к лабораторной работе (см. п. 7) и приведенной в них дополнительной литературы;
- 1.2. Практическая подготовка, состоящая в решении разнообразных расчетных задач по тематике лабораторной работы;
- 1.3. Допуск обучающегося к выполнению лабораторной работы - собеседование (допуск к выполнению лабораторной работы).

Этап 2.

- 2.1. Проведение исследования, наблюдения, эксперимента;
- 2.2. Проверка протокола выполнения лабораторной работы.

Этап 3.

- 3.1. Обработка и анализ результатов исследования;
- 3.2. Формулирование выводов по результатам исследования и оформление отчета о лабораторной работе;
- 3.3. Отчет по лабораторной работе.

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 - 32 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

1. Миловский Н.Д., Мартынова О.В., Зиновьев А.П. Преобразование лазерного излучения методами нелинейной оптики. Н. Новгород: ННГУ, 2014.
2. Гавриленко В.Г., Сорокин А.В., Щегольков Ю.Б. Лазерное моделирование малоуглового рассеяния волн в случайно неоднородных средах. Специальный практикум по радиофизике и

электронике. Часть II. / Под редакцией С.Н. Гурбатова. – Н. Новгород: ИПФ РАН, 2001. – 332с.

3. Гавриленко В.Г., Калинин А.В. Методы измерения характеристик антенн по сигналам внеземных радиоисточников. Электронное учебно-методическое пособие. Н. Новгород: ННГУ, 2012. – 58 с.

4. Миловский Н.Д. Асимптотические методы в теории волн. Учебно-методическое пособие. Н. Новгород: ННГУ. 2014. 138 с. Режим доступа:
<http://www.unn.ru/pages/ranking/method/amtv.pdf>

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 - Индивидуальное устное собеседование) для оценки сформированности компетенции УК-2:

Дать описание экспериментальной установки, изложить последовательность действий при выполнении практических заданий во время проведения экспериментальной части работы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Индивидуальное устное собеседование)

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»

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Составить протокол выполнения лабораторной работы по итогам выполнения практической части лабораторной работы.

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-1:

По лабораторной работе «Преобразование лазерного излучения методами нелинейной оптики»:

1. Что такое дифракционный предел расходимости излучения лазерного пучка? Как зависит расходимость излучения от поперечного размера пучка и от кривизны фазового фронта его поля?

По лабораторной работе «Лазерное моделирование малоуглового рассеяния волн в случайно неоднородных средах»:

1. Дать определение ширины углового спектра.

По лабораторной работе «Измерение характеристик зеркальной антенны по сигналам внеземных источников радиоизлучения»:

1. Дать определение следующим характеристикам антенн: диаграммы направленности (ДН), коэффициента усиления (КУ), шумовой температуры (Тш).

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. *По лабораторной работе «Преобразование лазерного излучения методами нелинейной оптики»:*
 1. Как происходит дифракция плоской волны на решетке показателя преломления? Что такое высшие порядки дифракции? Каковы условия реализации брэгговской самодифракции двух интенсивных волн (пучков)?
 2. Какие параметры среды и распространяющихся в ней волн влияют на эффективность теплового механизма нелинейности? Какую роль играет при этом движение среды?
2. *По лабораторной работе «Лазерное моделирование малоуглового рассеяния волн в случайно неоднородных средах»:*
 1. Чем определяется ширина углового спектра после прохождения лазерного излучения через чистую воду?
 2. От чего зависит ширина пьедестала углового спектра при однократном рассеянии?
3. *По лабораторной работе «Измерение характеристик зеркальной антенны по сигналам внеземных источников радиоизлучения»:*
 1. Какие характеристики антенн могут быть измерены радиоастрономическим способом? Сформулировать основные требования к радиоисточникам.
 2. Изложить последовательность действий при измерении ДН, КУ и Тш радиоастрономическим способом.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

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 (индикатора 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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 с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции УК-2

Сравнить экспериментальные данные с теоретическими оценками и объяснить полученные результаты.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-3

Оформить отчет по итогам выполнения лабораторной работы.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. По лабораторной работе «Преобразование лазерного излучения методами нелинейной оптики»:
 1. Рассчитайте теоретически время релаксации «пропускающей» решетки показателя преломления.
 2. Рассчитайте теоретически коэффициент отражения ОВФ-зеркала для конкретных экспериментальных условий.
2. По лабораторной работе «Лазерное моделирование малоуглового рассеяния волн в случайно неоднородных средах»:
 1. Чем определяется ширина пространственного спектра при многократном малоугловом рассеянии?
 2. Какую форму имеет функция корреляции случайного поля на значительном удалении от хаотического экрана с отверстием?
3. По лабораторной работе «Измерение характеристик зеркальной антенны по сигналам внеземных источников радиоизлучения»:

1. Построить центральные сечения ДН антенны, измеренные в двух ортогональных плоскостях (по азимуту и по углу места) по радиоизлучению двух источников - Солнца и геостационарного ИСЗ.
2. Определить ширину главного лепестка ДН (в двух плоскостях) по уровню -3 дБ по построенным сечениям ДН.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

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»

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. По лабораторной работе «Преобразование лазерного излучения методами нелинейной оптики»:
 1. Что такое дифракционный предел расходимости излучения лазерного пучка? Как зависит расходимость излучения от поперечного размера пучка и от кривизны фазового фронта его поля?
 2. В чем состоит основная идея метода ПДВ? Почему важно параксиальное распространение двух взаимодействующих волн?
2. По лабораторной работе «Лазерное моделирование малоуглового рассеяния волн в случайно неоднородных средах»:
 1. Чем определяется ширина углового спектра после прохождения лазерного излучения через чистую воду?
 2. От чего зависит ширина пьедестала углового спектра при однократном рассеянии?
3. По лабораторной работе «Измерение характеристик зеркальной антенны по сигналам внеземных источников радиоизлучения»:
 1. Дать определение следующих характеристик антенн: диаграммы направленности (ДН), коэффициента усиления (КУ), шумовой температуры (Тш).
 2. Какие характеристики антенн могут быть измерены радиоастрономическим способом? Сформулировать основные требования к радиоисточникам.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

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

Оценка	Критерии оценивания
	компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»

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

Основная литература:

1. Гавриленко Владимир Георгиевич. Методы измерения характеристик антенн по сигналам внеземных радиоисточников : учебно-методическое пособие / В. Г. Гавриленко, А. В. Калинин ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 58 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=851281&idb=0>.
2. Борн Макс. Основы оптики / пер с англ. С. Н. Бреуса [и др.] ; под ред. Г. П. Мотулевич. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1973. - 719 с. : ил. - 5.10., 1 экз.
3. Маркузе Д. Оптические волноводы : пер. с англ. / под ред. [и с предисл.] В. В. Шевченко. - М. : Мир, 1974. - 576 с. : черт. - 3.03., 3 экз.
4. Теория волн : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1990. - 432 с. : граф. - ISBN 5-02-014050-3 (в пер.) : 3.10., 4 экз.

Дополнительная литература:

1. Власов Сергей Николаевич. Самофокусировка волн / РАН, Ин-т приклад. физики. - Н. Новгород : Изд-во Ин-та приклад. физики РАН, 1997. - 220 с. - ISBN 5-201-09307-8 : 22.00., 3 экз.
2. Вайнштейн Лев Альбертович. Электромагнитные волны. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Радио и связь, 1988. - 440 с. : ил. - ISBN 5-256-00064-0 (в пер.) : 2.90., 225 экз.
3. Ваганов Роальд Борисович. Основы теории дифракции / АН СССР, Моск. физ. -техн. ин-т. - М. : Наука, 1982. - 272 с. : ил. - (Современные физико-технические проблемы). - 2.50., 20 экз.
4. Рытов Сергей Михайлович. Введение в статистическую радиофизику : [учеб. пособие для физ. специальностей вузов]. Ч. 2 : Случайные поля / под общ. ред. С. М. Рытова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука, 1978. - 463 с. : ил. - 1.30., 137 экз.
5. Гавриленко Владимир Георгиевич. Пространственно-временной спектральный анализ волн, рассеянных в турбулентных средах : учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 1998. - 103, [2] с. : ил. - 20.00., 13 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, специализированным оборудованием: 1. Лабораторная установка для обращения волнового фронта лазерного излучения методами нелинейной оптики. 2. Лабораторная установка для исследования рассеяния лазерного излучения в хаотических средах. 3. Лабораторная установка для приема и измерения сигналов внеземных радиоисточников на базе полноповоротной параболической антенны с зеркалом 2,5 метра.

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 подготовки/специальности 03.04.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Миловский Николай Дмитриевич, кандидат физико-математических наук, доцент
Гавриленко Владимир Георгиевич, доктор физико-математических наук, профессор
Калинин Андрей Владимирович, доктор технических наук, старший научный сотрудник.

Рецензент(ы): Грязнова Ирина Юрьевна, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Кудрин Александр Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18.12.2023, протокол № 09/23.