

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

Теоретическая механика

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Направление подготовки / специальность

03.03.03 - Радиофизика

Направленность образовательной программы

Фундаментальная радиофизика

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.20 Теоретическая механика относится к обязательной части 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
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физики и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности;	ОПК-1.1: Обладает фундаментальными знаниями в области физики и радиофизики ОПК-1.2: Анализирует физические аспекты теории и возможности ее использования для решения научно-исследовательских задач ОПК-1.3: Решает научно-исследовательские задачи, в том числе в сфере педагогической деятельности	ОПК-1.1: Знает основные составляющие аппарата теоретической механики (определения, математические методы, теоремы). ОПК-1.2: Умеет применять формульный аппарат теоретической механики для решения физических задач. ОПК-1.3: Владеет аппаратом теоретической механики для решения научно-исследовательских задач	Собеседование	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы
ОПК-2: Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;	ОПК-2.1: Использует методы радиофизических измерений и методы обработки результатов ОПК-2.2: Формулирует задачи экспериментального и теоретического исследования в области радиофизики, использует радиофизическое измерительное оборудование и применяет теоретические методы ОПК-2.3: Применяет практические навыки	ОПК-2.1: Использует методы, основанные на формализмах Лагранжа и Гамильтона ОПК-2.2: Формулирует задачи экспериментального и теоретического исследования в области теоретической механики ОПК-2.3: Применяет практические	Собеседование	Экзамен: Задачи Контрольные вопросы

	радиофизических исследований и представления результатов	навыки использования формализмов Лагранжа и Гамильтона, методы отыскания интегралов движения, исследования малых (линейных) колебаний и движения частиц в полях.		
--	--	--	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	4
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	33
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 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/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Лагранжева механика	19	6	6	12	7
Движение материальной точки в центральном поле	18	6	6	12	6
Малые колебания потенциальных консервативных систем	18	6	6	12	6
Движение твердого тела	18	6	6	12	6
Гамильтонова механика	24	8	8	16	8
Аттестация	45				
КСР	2			2	
Итого	144	32	32	66	33

Содержание разделов и тем дисциплины

Раздел 1. Лагранжева механика

- 1.1. Обобщенные координаты. Вариационный принцип Гамильтона.
- 1.2. Уравнения Лагранжа. Неединственность функции Лагранжа физической системы. Точечные преобразования.
- 1.3. Фундаментальные симметрии пространства-времени. Функция Лагранжа свободной материальной точки (классической частицы).
- 1.4. Аддитивность функций Лагранжа невзаимодействующих подсистем. Функция Лагранжа для систем материальных точек: потенциальные системы, неавтономные потенциальные системы, потенциальные системы с голономными связями.
- 1.5. Функция Лагранжа обобщенно-потенциальных систем. Сила Лоренца как обобщенно-потенциальная сила.
- 1.6. Циклические переменные. Законы сохранения и изменения обобщенных импульсов и обобщенной энергии.

Раздел 2. Движение материальной точки в центральном поле

- 2.1 Интегрирование уравнений движения материальной точки в центральном поле. Финитное и инфинитное движение, достижимость центра поля. Виды траекторий.

Раздел 3. Малые колебания автономных потенциальных систем

- 3.1. Положения равновесия механических систем. Устойчивость состояний равновесия по Ляпунову. Теорема Лагранжа об устойчивости положений равновесия. Функция Лагранжа малых колебаний.
- 3.2. Уравнения движения для малых колебаний и их общее решение.
- 3.3. Функция Лагранжа нормальных колебаний. Отыскание нормальных координат.

Раздел 4. Гамильтонова механика

- 4.1. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона механической системы. Уравнения Гамильтона. Закон изменения обобщенной энергии. Циклические переменные и расщепление системы уравнений Гамильтона.
- 4.2. Скобки Пуассона. Закон изменения произвольной функции состояния. Свойства скобок Пуассона. Теорема Пуассона.
- 4.3. Канонические преобразования. Действие как функция координат и времени. Производящие функции канонических преобразований.
- 4.4. Инвариантность скобок Пуассона относительно канонических преобразований. Фундаментальные скобки Пуассона. Необходимое и достаточное условие каноничности преобразования.
- 4.4. Метод Гамильтона-Якоби. Уравнение Гамильтона-Якоби. Понятие полного интеграла. Метод разделения переменных. Укороченное уравнение Гамильтона-Якоби.
- 4.6. Бесконечно-малые канонические преобразования. Движение как каноническое преобразование. Теорема Лиувилля.
- 4.7. Полностью интегрируемые системы. Переменные «действие-угол». Квазипериодическое движение.

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.

Темы практических занятий, по которым дается домашнее задание

1. Системы с одной степенью свободы
2. Функция Лагранжа, уравнения Лагранжа
3. Циклические переменные и интегралы движения
4. Движение частиц в центрально-симметричном поле
5. Малые колебания частиц с одной и несколькими степенями свободы
6. Функция Гамильтона и уравнения Гамильтона, интегралы движения
7. Скобки Пуассона
8. Производящие функции
9. Уравнения Гамильтона-Якоби.

Выполнение домашних заданий проверяется на занятиях.

Вопросы, которые должны быть проработаны в ходе самостоятельной работы

1. Формулировка вариационного принципа Гамильтона.
2. Уравнения Лагранжа.
3. Функция Лагранжа: а) материальной точки в поле тяжести; б) заряженной частицы в электромагнитном поле; в) сферического маятника; г) гармонического осциллятора.
4. Законы изменения обобщенного импульса и обобщенной энергии для потенциальных систем.
5. Циклические переменные и интегралы движения.
6. Уравнения Гамильтона. Основные законы сохранения.
7. Гамильтониан: а) заряженной частицы в электромагнитном поле; б) гармонического осциллятора.
8. Определение скобок Пуассона.
9. Выражение для скорости изменения произвольной функции состояния на траекториях движения гамильтоновой системы.
10. Функция Лагранжа частицы в поле центральной силы.
11. Эффективный потенциал частицы в поле центральной силы.
12. Основные интегралы движения частицы в поле центральной силы.
13. Четыре режима движения в поле центральной силы.
14. Условия равновесия и устойчивость потенциальных консервативных систем.
15. Лагранжиан малых колебаний потенциальных консервативных систем.
16. Лагранжиан нормальных колебаний потенциальных консервативных систем.
17. Характеристическое уравнение для частот нормальных колебаний.
18. Углы и соотношения Эйлера.
19. Кинетическая энергия твердого тела (теорема Кёнига).
20. Тензор инерции твердого тела.
21. Выражение кинетической энергии вращения и кинетического момента вращения через: а) тензор инерции общего вида; б) тензор инерции, приведенный к главным осям.
22. Запись осевого момента через тензор инерции.
23. Четыре вида производящих функций, формулы канонических преобразований.
24. Критерий каноничности преобразований.
25. Полный интеграл уравнения Гамильтона-Якоби для консервативных систем. Укороченное уравнение Гамильтона-Якоби.

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 - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

1. Определение функционала действия и формулировка вариационного принципа в механике Лагранжа.
1. Уравнения Лагранжа.
2. Функция Лагранжа: а) материальной точки в поле тяжести; б) заряженной частицы в электромагнитном поле; в) сферического маятника; г) гармонического осциллятора.
3. Определение обобщённого импульса, выражение для обобщённой энергии.
1. Циклические переменные и интегралы движения.
3. Законы изменения обобщенного импульса и обобщенной энергии в механике Лагранжа.
2. Функция Лагранжа частицы в центральном поле.
3. Эффективный потенциал частицы в центральном поле.
4. Одномерное движение: решение в квадратурах.
5. Одномерное движение: достижимые области.
6. Отыскание положений равновесия потенциальных консервативных систем, условие устойчивости.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

1. Функция Лагранжа малых колебаний потенциальных консервативных систем.
2. Функция Лагранжа нормальных колебаний.
3. Характеристическое уравнение для частот малых колебаний.
4. Нахождение функции Гамильтона по заданной функции Лагранжа.
5. Уравнения Гамильтона. Основные законы сохранения.
6. Функция Гамильтона заряженной частицы в электромагнитном поле.

Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

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

Оценка	Критерии оценивания
	компетенция сформирована на уровне «отлично» ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ 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» ИЛИ Хотя бы одна компетенция 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	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	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 отдельными несущественными недочетами и,	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

				с недочетами		выполнены все задания в полном объеме	
<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	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. К вертикальной оси AB прикреплена горизонтальная штанга длины a . На дальнем от оси конце штанги расположен шарнир, вокруг которого в плоскости оси и штанги может вращаться отрезок длины b . На конце отрезка закреплена частица массы m . Вся система может свободно вращаться вокруг оси AB . Частица движется, таким образом, по поверхности тора. Система находится в однородном гравитационном поле с ускорением свободного падения g , направленным

противоположно оси AB .

Найти функцию Лагранжа, интегралы движения, получить закон движения в квадратурах.

- К вертикальной оси AB прикреплена горизонтальная штанга длины a . На дальнем от оси конце штанги расположен шарнир, вокруг которого в плоскости оси и штанги может вращаться отрезок длины b . На конце отрезка закреплена частица массы m . Вся система может свободно вращаться вокруг оси AB . Частица движется, таким образом, по поверхности тора. Система находится в однородном гравитационном поле с ускорением свободного падения g , направленным противоположно оси AB .

Найти функцию Лагранжа, интегралы движения, найти закон движения частицы, близкого к окружности, методом малых колебаний.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

- К вертикальной оси AB прикреплена горизонтальная штанга длины a . На дальнем от оси конце штанги расположен шарнир, вокруг которого в плоскости оси и штанги может вращаться отрезок длины b . На конце отрезка закреплена частица массы m . Вся система вращается вокруг оси AB с заданной угловой скоростью Ω . Частица движется, таким образом, по поверхности тора. Система находится в однородном гравитационном поле с ускорением свободного падения g , направленным противоположно оси AB .

Найти функцию Лагранжа, найти частоту малых колебаний.

- К вертикальной оси AB прикреплена горизонтальная штанга длины a . На дальнем от оси конце штанги расположен шарнир, вокруг которого в плоскости оси и штанги может вращаться отрезок длины b . На конце отрезка закреплена частица массы m . Вся система может свободно вращаться вокруг оси AB . Частица движется, таким образом, по поверхности тора. Система находится в однородном гравитационном поле с ускорением свободного падения g , направленным противоположно оси AB .

Найти функцию Лагранжа, функцию Гамильтона, записать уравнения Гамильтона, свести к уравнению для одной степени свободы методом отщепления циклических переменных.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

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

Оценка	Критерии оценивания
	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»

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Обобщенные координаты. Вариационный принцип в механике. Уравнения Лагранжа.
2. Функция Лагранжа свободной материальной точки.
3. Функция Лагранжа для систем материальных точек: потенциальные системы, неавтономные потенциальные системы, потенциальные системы с голономными связями.
4. Функция Лагранжа обобщенно-потенциальных систем. Сила Лоренца как обобщенно-потенциальная сила.
5. Циклические переменные. Законы сохранения и изменения обобщенных импульсов. Обобщенная энергия. Законы сохранения и изменения обобщенной энергии. Теорема Нётер.
6. Движение материальной точки в центральном поле. Режимы финитного и инфинитного движения, с падением и без падения на центр поля.
7. Состояния равновесия механических систем. Устойчивость состояний равновесия по Ляпунову. Теорема Лагранжа об устойчивости положений равновесия. Функция Лагранжа малых колебаний.
8. Уравнения движения для малых колебаний и их общее решение.
9. Функция Лагранжа нормальных колебаний. Нормальные координаты. Отыскание преобразования к нормальным координатам.
10. Определение твердого тела. Эйлеровы углы. Вектор угловой скорости. Соотношения Эйлера.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Кинетическая энергия твердого тела. Теорема Кёнига.

2. Выражение для кинетической энергии вращательного движения твёрдого тела через тензор инерции. Компоненты тензора инерции.
3. Преобразования компонент тензора инерции. Приведение тензора инерции к главным осям. Главные оси и моменты инерции. Выражение кинетической энергии вращательного движения через тензор инерции, приведённый к главным осям.
4. Преобразование Лежандра. Функция Гамильтона механической системы. Уравнения Гамильтона. Закон изменения обобщённой энергии. Циклические переменные и понижение порядка уравнений Гамильтона.
5. Скобки Пуассона. Закон изменения произвольной функции состояния. Свойства скобок Пуассона. Фундаментальные скобки Пуассона. Теорема Пуассона.
6. Канонические преобразования. Действие как функция координат и времени. Производящие функции канонических преобразований.
7. Инвариантность скобок Пуассона относительно канонических преобразований. Необходимое и достаточное условие каноничности преобразования.
8. Метод Гамильтона-Якоби. Уравнение Гамильтона-Якоби. Понятие полного интеграла.
9. Методы упрощения задачи отыскания полного интеграла уравнения Гамильтона-Якоби: укороченное уравнение Гамильтона-Якоби, метод разделения переменных, случай циклических переменных.
10. Бесконечно-малые канонические преобразования. Движение как каноническое преобразование. Теорема Лиувилля.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

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

Оценка	Критерии оценивания
	«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»

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

Основная литература:

1. Ландау Лев Давидович. Теоретическая физика : учеб. пособие для студентов физ. специальностей ун-тов : в 10 т. Т. 1. Механика. - Изд. 4-е, испр. - М. : Наука, 1988. - 216 с. - ISBN 5-02-013850-9 : 0.90., 364 экз.
2. Голдстейн Герберт. Классическая механика. - 2-е изд. - М. : Наука, 1975. - 415 с. : с черт. - 2.02., 68 экз.

Дополнительная литература:

1. Коткин Г. Л. Сборник задач по классической механике : [для физ. специальностей ун-тов]. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Наука, 1977. - 319 с. : ил. - 0.70., 105 экз.
2. Коткин Глеб Леонидович. Сборник задач по классической механике : для физ. специальностей ун-тов. - М. : Наука, 1969. - 240 с. : ил. - 24.00., 93 экз.

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

-

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 подготовки/специальности 03.03.03 - Радиофизика.

Автор(ы): Канаков Олег Игоревич, доктор физико-математических наук.

Рецензент(ы): Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Матросов Валерий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 18 декабря 2023 года, протокол № 09/23.