

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
от 30.11.2022 г. протокол № 13

Рабочая программа дисциплины

Дополнительные главы аналитической механики

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

магистратура

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.04.02 Прикладная математика и информатика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование физико-механических процессов

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к обязательной части. Код **(Б1.О.09)**.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.О.09 , «Дополнительные главы аналитической механики» относится к обязательной части ООП направления подготовки направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

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**	
ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	<i>ОПК-1.1. Знает</i> как решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Знать как решать актуальные задачи аналитической и прикладной механики.	<i>Собеседование</i>
	<i>ОПК-1.2. Умеет</i> решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Уметь решать актуальные задачи аналитической и прикладной	<i>Собеседование</i>
	<i>ОПК-1.3. Владеет навыками</i> решения актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	Владеть навыками решения актуальные задачи аналитической и прикладной	<i>Контрольная работа</i>
ОПК-3 Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<i>ОПК-3.1. Знает</i> как разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Знать как разрабатывать математические модели, описывающие механические системы и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<i>Собеседование</i>
	<i>ОПК-3.2. Умеет</i> разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	Уметь разрабатывать математические модели, описывающие механические системы и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	<i>Собеседование</i>
	<i>ОПК-3.3. Владеет навыками</i> разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной	Владеть навыками разработки математических модели, описывающие механические системы и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	

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**	
	деятельности		
ПК-1. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых проблем и задач в области профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых проблем и задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-1.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых проблем и задач в области профессиональной деятельности.</p> <p>ПК-1.3. Имеет опыт применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых проблем и задач в области профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых проблем и задач в области аналитической механики</p> <p>Уметь применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых проблем и задач в области аналитической механики</p> <p>Владеть навыками применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых проблем и задач в области аналитической механики</p>	<i>Контрольная работа</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	4 з.е.
Часов по учебному плану	144
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация – экзамен	36

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения							
№	Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
			Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
			из них			Всего	
З.ЛеТ ²	З.СеТ ³	З.ЛаТ ⁴					
1.	Методологические аспекты возникновения и развития аналитической механики. Классификация связей. Понятия степеней свободы, обобщенные координаты.	14	4	4		8	6
2.	Вывод уравнений динамики (уравнение Лагранжа 1-го рода, 2-го рода, уравнение Нильсона, уравнения Аппеля, уравнения Гамильтона).	14	4	4		8	6
3.	Вариационные принципы механики. Принцип виртуальных перемещений. Дифференциальные вариационные принципы. Принцип Гамильтона–Остроградского. Принцип Лагранжа. Принцип Лагранжа в форме Якоби.	14	4	4		8	6
4.	Постановка самосогласованных задач динамики распределенных систем.	14	4	4		8	6
5.	Постановки задачи динамики механических систем (колебания струны, стержня, балки, механической цепи). Корректная постановка задачи о параметрических и нелинейных колебаниях одномерных систем.	12	4	4		8	4
6.	Преобразование Лежандра. Метод канонических преобразований интегрирования уравнений Гамильтона.	14	4	4		8	6
7.	Теорема Гамильтона-Якоби. Методы интегрирования.	12	4	4		8	4
8.	Групповые методы аналитической механики. Преобразование симметрии. Прямая теорема Нетер. Обратная теорема Нетер.	12	4	4		8	4
	Текущий контроль (КСР)	2				2	
	Контроль	36					
	ИТОГО	144	32	32	0	66	42
¹ Самостоятельная работа обучающегося. ² Занятия лекционного типа. ³ Занятия семинарского типа. ⁴ Занятия лабораторного типа.							

Краткое содержание разделов и тем дисциплины

1. Классификация связей. Понятия степеней свободы, обобщенные координаты.
2. Уравнения динамики (уравнение Лагранжа 1-го рода, 2-го рода)
3. Уравнение Нильсона,
4. Уравнения Аппеля,
5. Уравнения Гамильтона).
6. Вариационные принципы механики.

7. Принцип виртуальных перемещений.
8. Дифференциальные вариационные принципы. Принцип Гамильтона–Остроградского.
9. Принцип Лагранжа. Принцип Лагранжа в форме Якоби.
10. Постановка самосогласованных задач динамики распределенных систем.
11. Постановки задачи динамики механических систем (колебания струны, стержня, балки, механической цепи).
12. Корректная постановка задачи о параметрических и нелинейных колебаниях одномерных систем.
13. Преобразование Лежандра. Метод канонических преобразований интегрирования уравнений Гамильтона.
14. Теорема Гамильтона–Якоби. Методы интегрирования.
15. Групповые методы аналитической механики. Преобразование симметрии.
16. Прямая теорема Нетер. Обратная теорема Нетер.
17. Интегральные инварианты Пуанкаре.

Практические занятия (семинарские занятия) 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 (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: разработки математических моделей, описывающие механические системы, анализа концептуальных и теоретических моделей
- компетенций - ОПК-1; ОПК-3; ПК-1.

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий семинарского типа.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

В рамках дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы (порядок их выполнения, форма контроля):

- повторение материала, пройденного на занятиях лекционного типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях лекционного и семинарского типа),
- самостоятельное изучение отдельных вопросов программы (1 раз в семестр, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к занятиям семинарского типа, решение задач по списку, представленному преподавателем (в течение всего семестра, опрос на занятиях семинарского типа),
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости экзамен).

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств включает: контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме *задач (практических заданий), контрольных работ* и контрольные материалы для проведения промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		Знания	Умения	Навыки
плохо	не зачтено	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа
неудовлетворительно		Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.
удовлетворительно	зачтено	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами
хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.
очень хорошо		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.
отлично		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.
превосходно		Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже

Оценка		Уровень подготовки
		«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»
незачтено	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»

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

5.2.1. Контрольные вопросы

№	Вопросы	Код формируемой компетенции
1	Классификация связей. Понятия степеней свободы, обобщенные координаты.	ОПК-1,
2	Уравнения динамики (уравнение Лагранжа 1-го рода, 2-го рода	ОПК-1,
3	Уравнение Нильсона,	ОПК-1,
4	Уравнения Аппеля,	ОПК-1,
5	Уравнения Гамильтона).	ОПК-1,
6	Вариационные принципы механики.	ОПК-1,
7	Принцип виртуальных перемещений.	ОПК-1,
8	Дифференциальные вариационные принципы. Принцип Гамильтона–Остроградского.	ОПК-1,
9	Принцип Лагранжа. Принцип Лагранжа в форме Якоби.	ОПК-1,
10	Постановка самосогласованных задач динамики распределенных систем.	ОПК-1,
11	Постановки задачи динамики механических систем (колебания струны, стержня, балки, механической	ОПК-1,

	цепи).	
12	Корректная постановка задачи о параметрических и нелинейных колебаниях одномерных систем.	ОПК-1,
13	Преобразование Лежандра. Метод канонических преобразований интегрирования уравнений Гамильтона.	ОПК-1,
14	Теорема Гамильтона–Якоби. Методы интегрирования.	ОПК-1,
15	Групповые методы аналитической механики. Преобразование симметрии.	ОПК-1,
16	Прямая теорема Нетер. Обратная теорема Нетер.	ОПК-1,
17	Интегральные инварианты Пуанкаре.	ОПК-1,

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-3

1. Групповые методы аналитической механики.
2. Преобразование симметрии.
3. Вариационные принципы механики.
4. Постановка самосогласованных задач динамики распределенных систем.
5. Классификация связей. Понятия степеней свободы, обобщенные координаты.
6. Принцип Лагранжа. Принцип Лагранжа в форме Якоби.
7. Уравнения динамики (уравнение Лагранжа 1-го рода, 2-го рода.
8. Уравнение Нильсона, Уравнения Аппеля, Уравнения Гамильтона.

5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Постановки задачи динамики механических систем (колебания струны, стержня, балки, механической цепи).
2. Корректная постановка задачи о параметрических и нелинейных колебаниях одномерных систем.
3. Преобразование Лежандра. Метод канонических преобразований интегрирования уравнений Гамильтона.
4. Теорема Гамильтона–Якоби. Методы интегрирования.
5. Групповые методы аналитической механики. Преобразование симметрии.
6. Прямая теорема Нетер. Обратная теорема Нетер.
7. Интегральные инварианты Пуанкаре

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Добронравов В.В. Основы аналитической механики. М.: Высш. школа, 1976. 263 с. 3 экз.

2. Бутенин Н.В., Фуфаев Н.А. Введение в аналитическую механику. М.: Наука, 1991. 256 с. 25 экз.
3. Гантмахер Ф.Р. Лекции по аналитической механике. М.: Академкнига, 2001. 25 экз
4. Сборник задач по аналитической механике / Е.С. Пятницкий и др. М.: Физматлит, 2002. 400 с. 5 экз.

б) дополнительная литература:

1. Лурье А.И. Аналитическая механика. М.: Физматгиз, 1961. 5 экз.

**в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы
(в соответствии с содержанием дисциплины)**

http://www.ph4s.ru/book_ph_kl_mex.htm

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: мультимедийная техника (компьютер, проектор, экран).

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 ОС ННГУ 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Автор(ы)

к.ф.-м.н., доцент Ляхов А.Ф.

Заведующий кафедрой
теоретической,
компьютерной и
экспериментальной
механики

д.ф.-м.н., профессор Игумнов Л.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 30.11.2022 года, протокол № 3.