

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
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

**Рабочая программа дисциплины
Прикладная механика**

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования
бакалавриат

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность
01.03.03 Механика и математическое моделирование

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения
очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина **Теоретическая и прикладная механика-2** относится к обязательной части.

№ 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.17, Теоретическая и прикладная механика-2 относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование .

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-2 Способен применять методы математического и алгоритмического моделирования, современный математический аппарат в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	ОПК-2.1. Знает основные положения, терминологию и методологию в области математического и алгоритмического моделирования.	Знает основы теоретической и прикладной механики способен применять в научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности	<i>Собеседование</i>
	ОПК-2.2. Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук.	Умеет осуществлять анализ и выбор методов решения задач на основе теоретических знаний в области математических и компьютерных наук. с применением фундаментальных знаний механики и математики.	<i>Контрольная работа</i>
	ОПК-2.3. Владеет навыками применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования, при решении задач профессиональной деятельности	Владеет навыками применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования при решении задач фундаментальных разделов механики.	<i>Контрольная работа</i>
ОПК-5 Способен использовать в педагогической деятельности научные основы знаний в сфере математики и механики	ОПК-5.1. Знает основы преподавания физико-математических дисциплин и информатики в средней школе и специальных учебных заведениях.	Знает основы преподавания физико-математических дисциплин в школе средней школе и специальных учебных заведениях.	<i>Собеседование</i>
	ОПК-5.2. Умеет использовать полученные фундаментальные и специальные знания в области физико-математических наук в преподавательской деятельности.	Умеет использовать полученные знания в преподавательской деятельности в сфере и механики	

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-5.3. Владеет навыками планирования и подготовки учебных занятий, а также представления научных знаний.	Владеет навыками планирования и подготовки учебных занятий	

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 з.е.
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
Контроль самостоятельной работы (КСР)	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация — зачет (5 семестр)	

3.2. Содержание дисциплины

Очная форма обучения						
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе				СР ¹ , часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				
		из них				
		ЗЛеТ ²	ЗСеТ ³	ЗЛаТ ⁴	Всего	
Основные свойства нелинейных систем.	23	6	6		12	11
Теория удара	15	3	3		6	9
Динамика системы тел переменного состава	14	2	2		5	9
Структура математической модели и устойчивость движения. Теоремы Лагранжа, Томсона и Тета, Ирншоу.	19	5	5		9	10
Текущий контроль	1				1	
	72	16	16		33	39
Самостоятельная работа обучающегося.						
² Занятия лекционного типа.						
³ Занятия семинарского типа.						
⁴ Занятия лабораторного типа.						

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1. Основные свойства нелинейных систем.

Зависимость периода свободных колебаний маятника от амплитуды.

Ангармонические колебания.

Метод Крылова –Боголюбова. Слабо-нелинейные собственные колебания.

Асимптотические методы разделения движений. Метод Ван-дер-Поля. Вынужденные колебания нелинейной системы на примере уравнения Дуффинга.

Автоколебания. Фрикционные автоколебания.Разрывные колебания тормозной колодки.

2.Удар. Ударный импульс. Общие теоремы теории удара: об изменении количества движения при ударе; об изменении момента количества движения при ударе; общее уравнение динамики системы материальных точек при ударе.

Удар материальной точки о препятствие. Прямой удар, гипотеза Ньютона. Косой удар, гипотезы приращения скорости в касательном направлении. Столкновение двух материальных точек. Удар шаров. Удар твердых тел. Действие удара на твердое тело, имеющее неподвижную ось вращения. Центр удара.

3.Системы переменного состава. Реактивная сила. Уравнение Мещерского. Задачи Циолковского.

4. Структура математической модели и устойчивость движения. Теоремы Лагранжа, Томсона и Тета, Ирншоу.

Динамика волчка Лагранжа, гибкого вала. Левитации тел в силовых полях. Устойчивость параллельных течений жидкости (возбуждение ветровых волн), тело, левитирующее в электрическом поле. Двойной маятник.

О стабилизации и дестабилизации трением.

«Классический» флаттер.

О влиянии диссипации на устойчивость ограниченных систем.

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 16 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: применения базовых знаний в области математического и алгоритмического моделирования при решении задач фундаментальных разделов механики; планирования и подготовки учебных занятий в сфере и механики.
- компетенций – ОПК-2; ОПК-5.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

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 (зачет).

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 *зачёту*.

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 «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»
Не зачтено	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 (ОПК-2, ОПК-5)

- Опишите основные особенности свободных колебаний нелинейной системы
- Методы анализа нелинейных колебательных систем.
- Опишите ангармонические колебания.
- Опишите особенности вынужденных колебаний нелинейной системы.
- Приведите примеры автоколебательных систем.
- Объясните возникновение колебаний скрипичной струны под действием движущегося с постоянной скоростью смычка.
- В каких задачах допустима идеализация при помощи удара.
- Удар материальной точки о препятствие: физический смысл гипотез, положенных в основу описания.
- Действие удара на тело, имеющее неподвижную ось: опишите условия отсутствия ударных реакций.
- Запишите уравнения движения системы (волчок Лагранжа, гибкий вал, точечный заряд, левитирующий в электростатическом поле двух других неподвижных зарядов), классифицируйте силы и проведите исследование устойчивости с помощью общих теорем по структуре сил.

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции (ОПК-2)

Два одинаковых упругих шара А и В движутся навстречу один другому. При каком соотношении между скоростями до удара шар А после удара остановится?

Определить положение центра удара прямоугольной мишени для стрельбы. Высота мишени h .

Однородная прямая призма с квадратным основанием стоит на горизонтальной плоскости и может вращаться вокруг ребра АВ, лежащего в этой плоскости. Ребро основания призмы равно a , высота $3a$, масса $3m$. В середину боковой грани, противоположной ребру АВ, ударяет шар массы m с горизонтальной скоростью v . Полагая, что удар неупругий и что масса шара сосредоточена в его центре, определить наименьшую величину скорости, при которой призма опрокинется.

Капля движется в однородном поле тяжести в среде. Вследствие конденсации происходит увеличение массы капли по закону $\dot{m} = \alpha S$, где S - площадь поверхности. Найти скорость капли.

Несколько звеньев однородной цепи свешиваются с края стола. Остальная часть цепи сложена в кучу на краю стола. В начальный момент скорость цепи равна нулю. Найти ускорение цепи.

Ведро массы m тянут из колодца на веревке с постоянной силой F . Вода вытекает из ведра с постоянной скоростью. В течение интервала времени T вся вода вытекает. Найти скорость ведра в момент времени T .

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

а) основная литература:

1. Журавлев В.Ф. Основы классической механики. М. Физматлит, 2001. 320 с. (27 экз)
2. Бугаенко Г.А., Маланин В.В., Яковлев В.И. Основы классической механики. М. Высшая школа, 1999. 306 с. (56 экз)
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Т.1,2 (78 экз)
4. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. С-Петербург. Изд-во «Лань», 1998. 448 с. (20 экз.)
5. Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Е.Н. Сборник задач по аналитической механике. М. Наука, 1980. 320 с. (354 экз.)
6. Кульпина Н.Ю., Новиков В.В. Как решать задачи по теоретической механике. Н. Новгород. ННГУ, 2010. 34 с. (20 экз. на каф. ТКЭМ)

б) дополнительная литература:

1. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики Т.1.2
2. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения. М. Наука. 1971, 312 стр. (8 экз.)
3. Журавлев В.Ф., Климов Д.М. Прикладные методы в теории колебаний. М.: Наука. 1988, Наука. 1988, 28 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории, оборудованные мультимедийной техникой (компьютер, проектор, экран), для проведения занятий лекционного и семинарского типа.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ 01.03.03 Механика и математическое моделирование

Автор д.ф.-м.н., профессор Новиков В.В.

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 ноября 2022 года, протокол № 3.