

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 «16» июня 2021 г. № 8

Рабочая программа дисциплины

Прикладная механика

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

специалитет

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность образовательной программы

Фундаментальная механика и приложения

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Квалификация (степень)

специалист

(бакалавр / магистр / специалист)

Форма обучения

очная

(очная / очно-заочная / заочная)

Нижний Новгород
2021год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
2	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.ДВ.04.01, «Прикладная механика» относится к части ООП специальность 01.05.01 Фундаментальные математика и механика, формируемой участниками образовательных отношений.

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**	
ПК-1. Владеет методами математического исследования при анализе проблем механики на основе знаний фундаментальных физико-математических и компьютерных наук и навыками проблемно-задачной формы представления научных знаний	ПК-1.1. Знает теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем математики и механики. ПК-1.2. Умеет применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы. ПК-1.3. Владеет навыками научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой.	Знает теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем математики и механики. Умеет применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы. Владеет навыками научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой.	<i>Собеседование</i> <i>Контрольная работа</i> <i>Контрольная работа</i>
ПК-3. Умеет самостоятельно разрабатывать, исследовать, применять математические	ПК-3.1. Знает классические модели естествознания, методы решения задач, современные программные комплексы для проведения расчётных исследований, методы	Знает классические модели естествознания, методы решения задач, современные программные комплексы для проведения расчётных исследований,	<i>Собеседование</i> <i>реферат</i> <i>доклад на семинаре</i>

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**	
модели для расчётов, проводить расчётные работы и исследования, обработку результатов, оформление отчётной документации	проведения, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований. ПК-3.2. Умеет проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований. ПК-3.3. Владеет навыками применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований.	методы проведения, обработки и анализа результатов экспериментальных исследований. Умеет проводить расчётно-экспериментальные исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований. Владеет навыками применения математического моделирования и расчётно-экспериментальных исследований.	

1. 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	16
- занятия семинарского типа	32
- текущий контроль (КСР)	2
самостоятельная работа	58
Промежуточная аттестация – экзамен	36

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		

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	36	6	12		18	18
Теория удара	20	3	7		10	10
Динамика системы тел переменного состава	12	2	4		6	6
Структура математической модели и устойчивость движения. Теоремы Лагранжа, Томсона и Тэта, Ирншоу.	38	5	9		14	24
¹ 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.

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
		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 незначительных 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 незначительными недочетами, выполнены	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
		все задания в полном объеме.	
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

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 (ПК-1, ПК-3)

1. Два одинаковых упругих шара А и В движутся навстречу один другому. При каком соотношении между скоростями до удара шар А после удара остановится?
2. Определить положение центра удара прямоугольной мишени для стрельбы. Высота мишени h .
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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 .

5.2.3 Темы контрольных работ

1. Удар
2. Динамика систем переменного состава

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

а) основная литература:

1. Бухгольц Н.Н. Основы курса теоретической механики. Т.1,2 (более 50 экз.)
2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. С-Петербург. Изд-во «Лань», 1998. 448 с. (более 100 экз.)
3. Пятницкий Е.С., Трухан Н.М., Ханукаев Ю.И., Яковенко Е.Н. Сборник задач по аналитической механике. М. Наука, 1980. 320 с. (более 100 экз.)
4. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения. М. Наука. 1971, 312 стр. (8 экз.)

5. Новиков В.В., Буланихина Н.Ю., Капитанов Д.В. Динамика твердого тела. Учебно-методическое пособие. Н. Новгород. Нижегородский госуниверситет. 2014. 44 стрэ (библиотека электронных изданий ННГУ)

б) дополнительная литература:

1. Культина Н.Ю., Новиков В.В. Как решать задачи по теоретической механике. Н. Новгород. ННГУ, 2010. 34 с. (в необходимом количестве на кафедре теоретической, компьютерной и экспериментальной механики)

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 01.05.01 Фундаментальные математика и механика.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 2 июня 2021 года, протокол № 8.

Автор(ы)

д.ф.-м.н., профессор
Новиков В.В.

Рецензент(ы)

Заведующий кафедрой
теоретической,
компьютерной и
экспериментальной механики

д.ф.-м.н., профессор
Игумнов Л.А.