

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)

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

_____ Гегель В.П.

«_____» _____ 2020

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
2020 год

I. Лист актуализации

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 2019 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК
_____ 20__ г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 Дисциплины (модули) Б1.В.ДВ.04.01.

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**	
<i>ПК-1</i> . 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	<i>ПК-1.1.</i>	Знает теоретические основы фундаментальных методов исследования проблем механики.	<i>Собеседование</i>
	<i>ПК-1.2.</i>	. Умеет самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определения целей и задач исследования, а также выбора корректного метода исследования научной проблемы.	<i>Контрольная работа</i>
	<i>ПК-1.3..</i>	Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в области механики, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой.	<i>Контрольная работа</i>
<i>ПК-3</i> Умеет самостоятельно разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов,	<i>ПК3-1</i>	Знает классические модели механики, методы решения задач, современные программные комплексы для проведения расчётных исследований, методы проведения, обработки и анализа	<i>Собеседование</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**	
проводить расчётные работы и исследования, обработку результатов, оформление отчётной документации		результатов исследований.	
	<i>ПК-3.2</i>	Умеет самостоятельно проводить исследования, выбирать и применять современные программные комплексы, получать, обрабатывать и анализировать результаты исследований	<i>реферат</i>
	<i>ПК-3.3</i>	Имеет практический опыт применения математического и компьютерного моделирования	<i>доклад на семинаре</i>

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	Всего	
Введение	4	2			2	2
Влияние структуры сил на устойчивость линейных систем	10	2	4		6	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	
Вынужденные колебания механических систем	10	2	4		6	4
Нелинейные колебания механических систем. Автоколебания	20	4	8		12	8
Удар	14	2	6		8	6
Системы переменного состава.	12	2	4		6	6
Уравнения движения твердого тела с одной неподвижной точкой: динамические уравнения Эйлера, кинематические уравнения. Гироскоп.	18	4	6		10	8
¹ Самостоятельная работа обучающегося.						
² Занятия лекционного типа.						
³ Занятия семинарского типа.						
⁴ Занятия лабораторного типа.						

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1.Свободные колебания линейных систем.Влияние структуры сил на устойчивость. Теоремы Томсона и Тета. Теорема Ирншоу.

Примеры исследования устойчивости: волчок, вращающийся вал, тело, левитирующее в электрическом поле

2. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Резонанс.

Раскачка осциллятора из состояния покоя (незатухающий осциллятор, затухающий осциллятор).

3..Вынужденные колебания систем с n степенями свободы. Гармонические коэффициенты влияния. Резонанс. Антирезонанс.

Гаситель колебаний

4. Основные свойства нелинейных систем.

Ангармонические колебания.

5.. Асимптотические методы разделения движений. Метод Ван-дер-Поля.

Вынужденные колебания нелинейной системы.

6.Автоколебания. Фрикционные автоколебания.Разрывные колебания тормозной колодки.

7.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.

8.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.

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

10. Уравнения движения твердого тела с одной неподвижной точкой: динамические уравнения Эйлера, кинематические уравнения.

11. Задача о свободном движении тела с неподвижной точкой: симметричный волчок и тело общего вида (геометрическая интерпретация решения).

12. Гироскоп. Уравновешенный гироскоп и его практическое применение

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
		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
		Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
	негрубых ошибок	все задания, в полном объеме, но некоторые с 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»
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

Влияние гироскопических и диссипативных сил на устойчивость системы

Вынужденные колебания систем с 2 степенями свободы. Антирезонанс.

Вынужденные колебания нелинейной системы.

Общие теоремы теории удара.

Уравнение Мещерского

Способы задания ориентации твердого тела с одной неподвижной точкой. Система углов конечного вращения. Кинематические уравнения.

Уравновешенный гироскоп и его практическое применение

5.2.2. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции (ОПК-1, ОПК-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 .
7. Найти компоненты тензора инерции в главных центральных осях следующих однородных тел массы m
 - а. прямоугольный параллелепипед a, b, c .
 - б. кругового конуса с высотой h и радиусом основания R .

8. Пусть движение твердого тела таково, что вектор абсолютной угловой скорости тела имеет постоянные проекции на оси симметрии системы координат, связанной с самим телом. Показать, что в этом случае тело вращается вокруг неподвижной оси с постоянной угловой скоростью, т.е. вектор угловой скорости не изменяется по отношению к невращающейся системе координат.

9. Вывести кинематические уравнения движения твердого тела в углах Крылова.

5.2.3 Темы контрольных работ

1. Устойчивость и колебания Вынужденные колебания механических систем
2. Удар
3. Динамика систем переменного состава

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

а) основная литература:

1. Бухгольц Н.Н. Основы курс 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 ФГОС ВО с учетом рекомендаций ОПОП ВО по специальности 01.05.01 «Фундаментальная математика и механика» (профиль «Фундаментальная механика и приложения»).

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.