

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

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 10 от 02.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Механический практикум

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

01.04.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы

Математическое моделирование физико-механических процессов

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.05 Механический практикум относится к части, формируемой участниками образовательных отношений 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
ПК-11: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической деятельности	<p>ПК-11.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.2: Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p> <p>ПК-11.3: Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач</p>	<p>ПК-11.1: Знать основные правила проведения исследований механических моделей.</p> <p>ПК-11.2: Уметь самостоятельно проводить исследования, решать прикладные задачи, получать и анализировать результаты.</p> <p>ПК-11.3: Владеть навыками применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей, самостоятельного проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.</p>	Отчет по лабораторным работам	Зачёт: Контрольные вопросы
ПК-5: Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной деятельности	<p>ПК-5.1: Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности</p> <p>ПК-5.2: Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и</p>	<p>ПК-5.1: Знать методы математического и экспериментального исследования.</p> <p>ПК-5.2: Уметь самостоятельно разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов.</p>	Отчет по лабораторным работам	Зачёт: Контрольные вопросы

	прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности ПК-5.3: Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности	ПК-5.3: Владеть навыками проведения расчётно-экспериментальные работы и исследования, обработки результатов, оформления отчётной документации. Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения		
--	---	---	--	--

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	2
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	0
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

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	
	Ф	Ф	Ф	Ф	Ф
Соударение тел.	23		10	10	13
Колебания связанных маятников.	23		10	10	13
Срыв механических колебаний.	25		12	12	13

Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	72	0	32	33	39

Содержание разделов и тем дисциплины

1. Соударение тел. Исследуется удар двух шаров; различными способами определяются время удара, максимальное перемещение и ударная сила, которые сравниваются с теоретическими значениями, полученными на основании теории Герца.
2. Колебания связанных маятников. Экспериментальное определение и теоретический расчёт собственных частот системы с последующим их сравнением, наблюдение формы главных колебаний, исследование вопроса о влиянии наложения дополнительных связей на собственные частоты системы, изучение явления передачи энергии от одного колеблющегося тела к другому, теоретический расчёт и экспериментальное определение частот биения.
3. Срыв механических колебаний. Изучается явление срыва механических стационарных колебаний на примере системы, состоящей из балки и укрепленного на ней электромотора с несбалансированными вращающимися частями.

Практические занятия /лабораторные работы 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 / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 4 ч.

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.

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

- выполнение домашних отчетных работ по результатам эксперимента.
- подготовка к промежуточному контролю успеваемости (зачет).

Этапы выполнения отчетной работы

1. Подготовка.

Общее ознакомление с проблематикой конкретного эксперимента.

2. Планирование.

Составляется план выполнения расчетной работы, распределяется бюджет времени. В случае группового выполнения проекта распределяются обязанности между участниками.

Составляется график выполнения работ и график сдачи отчетной работы. Итогом этого этапа является утверждение плана и графика выполнения и сдачи работы.

3. Изучение теоретического материала

3.1. Составление обзора источников

Проводится сбор информации и анализ источников, необходимых для выполнения расчетной работы. Составляется обзор литературы. Собираются основные факты, характеризующие изучаемую систему.

3.2. Изучение теоретических основ решения проблемы

В ходе этого этапа осуществляется изучение основных теоретических подходов к решению проблемы. Осуществляется освоение теоретического (учебного) материала, лежащего в основе выполнения расчетной работы. Осуществляется изучение и составляется обзор основных аналитических и численных методов решения

1. Аналитическое исследование

Осуществляется создание математической модели для избранной системы. Проводится аналитическое исследование модели. Создаются предпосылки для численного эксперимента.

2. Численный эксперимент

На этом этапе осуществляется численный эксперимент. Осуществляется изучение стандартных пакетов прикладных программ, практическое использование вычислительных средств для решения поставленной задачи. Создание программного обеспечения для решения задачи в случае необходимости.

3. Анализ и обобщение.

На этом этапе проводится анализ полученных результатов и формулировка выводов. Исследование полученного решения при различных параметрах модели. Сопоставление полученного решения с экспериментальными (статистическими) данными. Обоснование гипотезы, объясняющей наблюдаемый феномен.

4. Представление проекта.

Готовится письменный отчет по проделанному эксперименту.

5. Подведение итогов.

Дается отзыв руководителя. Выставляется оценка. Возможно обсуждение в студенческих группах, перекрестные студенческие оценки.

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 - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-11:

Лабораторная работа 1

Соударение тел. Исследуется удар двух шаров; различными способами определяются время удара, максимальное перемещение и ударная сила, которые сравниваются с теоретическими значениями, полученными на основании теории Герца.

Лабораторная работа 2

Колебания связанных маятников. Экспериментальное определение и теоретический расчёт собственных частот системы с последующим их сравнением, наблюдение формы главных колебаний, исследование вопроса о влиянии наложения дополнительных связей на собственные частоты системы, изучение явления передачи энергии от одного колеблющегося тела к другому, теоретический расчёт и экспериментальное определение частот биения.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-5:

Лабораторная работа 3

Срыв механических колебаний. Исследование колебаний механической системы с одной степенью свободы: собственные и вынужденные колебания. Анализ амплитудно-частотных показателей системы в зависимости от частоты внешней силы.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Ответ полный и правильный на основании изученной теории; теоретический материал и решение поставленных задач изложены в необходимой логической последовательности, грамотный научный язык; ответ самостоятельный. Могут быть допущены две-три не существенные ошибки, исправленные по требованию преподавателя.
не зачтено	Ответ обнаруживает непонимание студентом основного содержания учебного материала или допущены существенные ошибки, которые не могут быть исправлены при наводящих вопросах преподавателя

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 не существенных 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	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены

	обучающегося от ответа	ошибки	ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	все задания, в полном объеме без недочетов
<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 некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован 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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-11

Лабораторная работа 1

Соударение тел.

- 1) Что такое механический удар и как он происходит?
- 2) Что такое коэффициент восстановления и от чего он зависит?
- 3) Какие другие экспериментальные методы изучения ударных явлений вам известны? В чем они заключаются?
- 4) Как меняется вид коэффициента восстановления, если учесть, что в проводимом эксперименте шары перед ударом движутся не поступательно?
- 5) Как изменяется ускорение в течение всего удара (качественно) в зависимости от координаты или времени?
- 6) Как изменяется скорость в течение всего удара (качественно) в зависимости от координаты или времени?
- 7) Как изменяется перемещение в течение всего удара (качественно) в зависимости от времени?
- 8) Как изменяется сила взаимодействия в течение всего удара (качественно) в зависимости от координаты или времени?
- 9) Что такое волновые процессы при ударе?
- 10) Какие другие экспериментальные методы изучения ударных явлений вам известны? В чем они заключаются?

Лабораторная работа 2

Колебания связанных маятников.

- 1) В чем смысл уравнения Лагранжа второго рода?
- 2) Что такое количество степеней свободы? Как их определить?
- 3) Что такое парциальная частота?
- 4) Что такое собственная частота?
- 5) Что такое биение?
- 6) Что такое резонанс?
- 7) Как определить момент инерции тела?
- 8) Как связаны собственные и парциальные частоты?
- 9) Какие методы определения жесткости пружины вы знаете?

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-5

Лабораторная работа 3

Срыв механических колебаний.

- 1) Что такое механические колебания?
- 2) Что такое собственные колебания?
- 3) Что такое вынужденные колебания?
- 4) Когда наблюдается резонанс в системе?
- 5) В чем отличие прямого и обратного хода?
- 6) Что такое амплитудно-частотная характеристика?
- 7) Что такое срыв колебаний?
- 8) Запишите и поясните уравнение осциллятора без трения?
- 9) Запишите и поясните уравнение осциллятора с трением?
- 10) Как ведет себя система при резонансе при наличии и отсутствии линейного трения?

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

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

Основная литература:

1. Лабораторный практикум по механике материалов и конструкций : учеб. пособие для студентов, обучающихся по специальности "Механика" / под ред. А. К. Любимова ; Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. гос. ун-та, 2003. - 360 с. - ISBN 5-85746-495-1 : 41.00., 51 экз.
2. Горяченко Вадим Демьянович. Элементы теории колебаний : учеб. пособие для вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 2001. - 395 с. - ISBN 5-06-004166-2 : 80.85., 2 экз.
3. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики : [для втузов : в 2 т.]. Т. 2. Динамика. - 3-е изд., испр. - М. : Наука, 1985. - 496 с. : ил. - 1.30., 4 экз.

Дополнительная литература:

1. Бухгольц Н. Н. Основной курс теоретической механики : [в 2 ч. : для гос. ун-тов]. Ч. 2. Динамика системы материальных точек / в перераб. и с доп. С. М. Тарга. - Изд. 5-е, стер. - М. : Наука, 1969. - 332 с. : черт. - 0.66., 65 экз.
2. Герц Генрих Рудольф. Принципы механики, изложенные в новой связи / изд. подгот. А. Т. Григорьян, Л. С. Полак ; общ. ред. И. И. Артоболевского ; пер. с нем. В. Ф. Котова, А. В. Сулимо-Самуйло ; Акад. наук СССР, Ин-т истории, естествознания и техники. - М. : Изд-во Акад. наук СССР, 1959. - 386 с., 1 л. портр. - (Классики науки). - 15.00., 1 экз.

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

1. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics/theoretical.htm>
2. Яковенко Г.Н. Лекции по теоретической механике, МФТИ, 2003.
<http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Jakovenko2003ru-A4.pdf>
3. Некрасов А.И. Курс теоретической механики. Том 2. Динамика (2-е изд.) М.: ГИТТЛ, 1953.
http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Nekrasov_t2_1953ru.djvu

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: 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 по направлению подготовки/специальности 01.04.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Капитанов Денис Владимирович, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Игумнов Леонид Александрович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.