

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

Механический практикум

(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 части, формируемой участниками образовательных отношений.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.05 , Механический практикум 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**	
ПК-5. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач научной деятельности	ПК-5.1. Знает типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности.	Знать методы математического и экспериментального исследования.	<i>Индивидуальное собеседование</i>
	ПК-5.2. Умеет применять типовые математические методы и методологии разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности.	Уметь самостоятельно разрабатывать, исследовать, применять математические модели для расчётов.	<i>Лабораторные работы</i>
	ПК-5.3. Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения для решения задач научной деятельности.	Владеть навыками проведения расчётно-экспериментальные работы и исследования, обработки результатов, оформления отчётной документации. Имеет навыки разработки системного и прикладного программного обеспечения	<i>Лабораторные работы</i>
ПК-11. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых задач производственно-технологической	ПК-11.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач.	Знать основные правила проведения исследований механических моделей.	<i>Индивидуальное собеседование</i>
	ПК-11.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и	Уметь самостоятельно проводить исследования, решать прикладные задачи,	<i>Лабораторные работы</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**	
	теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач.	получать и анализировать результаты.	
деятельности	ПК-11.3. Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых производственно-технологических задач.	Владеть навыками применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей, самостоятельного проведения работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследования.	<i>Лабораторные работы</i>

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):	
- занятия лабораторного типа	32
- КСР	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация –	зачет

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	
Соударение тел.	23			10	10	13
Колебания связанных маятников.	23			10	10	13
Срыв механических колебаний.	25			12	12	13
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Итого	72			32	32	39

¹ Самостоятельная работа обучающегося.
² Занятия лекционного типа.
³ Занятия семинарского типа.
⁴ Занятия лабораторного типа.

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

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 (лабораторного 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 (лабораторных занятий) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: проведения расчётно-экспериментальных работ и исследования, обработки результатов; самостоятельного проведения работ по обработке и анализу решаемых задач.
- компетенций - ПК-5; ПК-11.

Текущий контроль успеваемости проходит в рамках занятий лабораторного типа и индивидуальных консультаций.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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.

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 *контрольных вопросов к зачету*.

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Шкала оценивания сформированности компетенций		Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
		<u>Знания</u>	<u>Умения</u>	<u>Навыки</u>
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,	Продemonстрированы все	Продemonстрированы

Шкала оценивания сформированности компетенций	Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)		
	Знания	Умения	Навыки
	соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	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 для собеседования ПК-5, ПК-11:

Лабораторная работа «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. Какой вид будет иметь выражение для коэффициента восстановления, если учесть, что в проводимом эксперименте шары перед ударом движутся не поступательно? Использовать закон сохранения энергии.

Лабораторная работа «Колебания связанных маятников»

1. Запишите уравнение 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. Лабораторная работа «Срыв механических колебаний»
8. Что такое механические колебания?
9. Что такое собственные колебания?
10. Что такое вынужденные колебания?
11. Когда наблюдается резонанс в системе?
12. В чем отличие прямого и обратного хода?

Лабораторная работа «Соударение тел»

1. Как изменяется ускорение в течение всего удара (качественно) в зависимости от координаты или времени?
2. Как изменяется скорость в течение всего удара (качественно) в зависимости от координаты или времени?
3. Как изменяется перемещение в течение всего удара (качественно) в зависимости от времени?
4. Как изменяется сила взаимодействия в течение всего удара (качественно) в зависимости от координаты или времени?
5. Что такое волновые процессы при ударе?
6. Оцените частоту собственных колебаний шара.
7. Какие другие экспериментальные методы изучения ударных явлений вам известны? В чем они заключаются?

Лабораторная работа «Колебания связанных маятников»

1. Как определить момент инерции тела?
2. Как связаны собственные и парциальные частоты?
3. Какие методы определения жесткости пружины вы знаете?
4. Лабораторная работа «Срыв механических колебаний»
5. Что такое амплитудно-частотная характеристика?
6. Что такое срыв колебаний?
7. Запишите и поясните уравнение осциллятора без трения?
8. Запишите и поясните уравнение осциллятора с трением?
9. Как ведет себя система при резонансе при наличии и отсутствии линейного трения?

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лабораторный практикум по механике материалов и конструкций / под ред. проф. А.К. Любимова. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2003. – 360 с. (45 экз.)
2. Элементы теории колебаний: Учеб. пособие для вузов. – 2е изд., перераб. и доп. / В.Д. Горяченко – М.: Высш. шк., 2001. – 395с. (390 экз.)
3. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. Том 2. Динамика (2-е издание). М.: Наука, 1979. http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/ButeninLuncMerkin_t2_1979ru.djvu

б) дополнительная литература:

1. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Том 2: Динамика системы материальных точек (4-е издание). М.: Наука, 1966. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/BuhgolcKurs2-1965ru.djvu>
2. Герц Г. Принципы механики, изложенные в новой связи. М.: АН СССР, 1959. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Gerc1959ru.djvu>
3. Яковенко Г.Н. Лекции по теоретической механике, МФТИ, 2003. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Jakovenko2003ru-A4.pdf>
4. 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

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

(в соответствии с содержанием дисциплины)

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

6. 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 к.ф.-м.н., доцент Капитанов Д.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 30.11.2022 года, протокол № 3.