

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Скачков Андрей Павлович**

Рабочая программа дисциплины

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ПРАКТИКУМ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ
ЭКСПЕРИМЕНТ**

Код УМК 68278

Утверждено
Протокол №6
от «16» июня 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **01.03.03** Механика и математическое моделирование
направленность Программа широкого профиля

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.03.03 Механика и математическое моделирование (направленность : Программа широкого профиля)

ОПК.5 Способен применять методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.5.1 Применяет методики проведения экспериментальных исследований

ОПК.5.2 Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности

ПК.1 Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Индикаторы

ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований

ПК.2 Способен апробировать результаты научно-исследовательской деятельности

Индикаторы

ПК.2.2 Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.03.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Программа широкого профиля)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	7
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	0
Проведение практических занятий, семинаров	0
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	42
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (7 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент. Первый семестр

Данная дисциплина предназначена для более глубокого усвоения материала по курсам «Механика сплошных сред» и «Сопротивление материалов» и развития практических навыков работы студентов с лабораторным оборудованием. Важными факторами формирования специалиста-механика, его мышления, творческого отношения к проблемам современной механики являются: практические навыки работы с лабораторными установками, решение поставленных задач, моделирование механических процессов с помощью специализированных компьютерных программ и др.

Введение. Ознакомление с лабораторией. Инструктаж по технике безопасности

Основные виды экспериментов, проводимых при испытании твердых деформируемых тел. Знакомство с Лабораторией и экспериментальными установками. Прохождение инструктажа по технике безопасности.

Испытание материалов на растяжение с построением диаграммы

Знакомство с экспериментальной техникой, предназначенной для проведения исследований при растяжении образцов. Проведение экспериментов с предложенными образцами. Построение диаграммы растяжения. Обработка полученной диаграммы. Определение основных характеристик исследуемых образцов. Сравнение полученных данных с табличными.

Испытание материалов на сжатие с построением диаграммы

Знакомство с экспериментальной техникой, предназначенной для проведения исследований при сжатии образцов. Проведение экспериментов с предложенными образцами. Построение диаграммы сжатия. Обработка полученной диаграммы. Определение основных характеристик исследуемых образцов. Сравнение полученных данных с табличными.

Испытание материалов на кручение с построением диаграммы

Знакомство с экспериментальной техникой, предназначенной для проведения исследований на кручение образцов. Проведение экспериментов с предложенными образцами. Построение диаграммы кручения. Обработка полученной диаграммы. Определение основных характеристик исследуемых образцов. Сравнение полученных данных с табличными.

Изгиб двухопорной балки

Знакомство с экспериментальной установкой. Проведение эксперимента. Определение параметров прогиба в заданных точках. Теоретический расчет предложенной схемы нагружения. Обработка и сравнение экспериментальных и теоретических результатов. Проверка выполнения основных теорем при изгибе балки.

Косой изгиб с определением центра изгиба

Знакомство с экспериментальной установкой. Проведение серии экспериментов на косой изгиб с последующим определением центра изгиба. Теоретический расчет предложенной схемы нагружения. Сравнение экспериментальных и теоретических результатов. Экспериментальная проверка найденного центра изгиба.

Определение модуля Юнга образца

Знакомство с экспериментальной установкой. Проведение эксперимента на растяжение с регистрацией его параметров. Обработка результатов эксперимента с определением модуля Юнга предложенного образца. Статистическая обработка полученных результатов.

Устойчивость сжатых стержней

Знакомство с экспериментальной установкой. Подготовка образцов к эксперименту с определением

необходимых параметров образцов. Проведение эксперимента по определению критической силы.
Проведение теоретических расчетов и сравнение с экспериментальными результатами.

Устойчивость цилиндрической оболочки на сжатие

Знакомство с экспериментальной установкой. Подготовка образцов к эксперименту с определением необходимых параметров образцов. Проведение эксперимента по определению критической силы.
Проведение теоретических расчетов и сравнение с экспериментальными результатами.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Методы решения задач теории упругости: метод. рекомендации по решению задач для спецкурса "Механика сплошных сред"/Перм. гос. нац. исслед. ун-т.-2-е изд..-Пермь,2012.-1.
<https://elis.psu.ru/node/20447>

2. Горохов, В. Л. Планирование и обработка экспериментов : учебное пособие / В. Л. Горохов, В. В. Цаплин. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 88 с. — ISBN 978-5-9227-0608-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63623.html>

Дополнительная:

1. Верещагин И. Ф., Ибраев Г. К., Сесюнин Н. А. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов/И. Ф. Верещагин, Г. К. Ибраев, Н. А. Сесюнин.-Пермь,1972.-116.-Библиогр.: с. 113-114

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ
<http://window.edu.ru/> Единое окно доступа к образовательным ресурсам

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС);
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Необходимое лицензионное и (или) свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «LibreOffice», Alt Linux;

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

- система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).
- система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.
- система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для проведения лабораторных работ требуется «Учебно-научная лаборатория термомеханических методов испытаний», оснащенная специализированным оборудованием. Состав оборудования определен в Паспорте лаборатории.

Для групповых (индивидуальных) консультаций - аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения текущего контроля - аудитория, оснащенная меловой (и) или маркерной доской.

Самостоятельная работа студентов: аудитория, оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», с обеспеченным доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными

компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физико-механический практикум и вычислительный эксперимент**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ОПК.5

Способен применять методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.5.1 Применяет методики проведения экспериментальных исследований</p>	<p>В результате обучения студент должен знать основы теории эксперимента в механике, уметь использовать результаты эксперимента в математическом моделировании механических процессов, владеть методами обработки экспериментальных данных.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не имеет представления об основах теории эксперимента в механике, выполняет обработку экспериментальных данных с грубыми ошибками.</p> <p align="center">Удовлетворительн Студент имеет представление об основах теории эксперимента в механике, может выполнять обработку экспериментальных данных с некоторыми неточностями..</p> <p align="center">Хорошо Студент понимает основы теории эксперимента в механике, умеет использовать результаты эксперимента в математическом моделировании механических процессов. Может выполнять обработку экспериментальных данных с незначительными неточностями.</p> <p align="center">Отлично Студент знает основы теории эксперимента в механике, умеет использовать результаты эксперимента в математическом моделировании механических процессов. Правильно выполняет обработку экспериментальных данных.</p>
<p>ОПК.5.2 Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p>	<p>В результате обучения студент должен знать параметры материалов и конструкций, которые можно определять в экспериментах, уметь получать необходимый результат при обработке экспериментальных данных, владеть навыками формулировать рекомендации на основе полученных результатов.</p>	<p align="center">Неудовлетворител Студент не знает параметры материалов и конструкций, которые можно определять в экспериментах, не умеет получать необходимый результат при обработке экспериментальных данных, не владеет навыками формулировать рекомендации на основе полученных результатов.</p> <p align="center">Удовлетворительн Студент имеет представление о параметрах материалов и конструкций, которые можно</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>определять в экспериментах, затрудняется получать необходимый результат при обработке экспериментальных данных.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Студент знает параметры материалов и конструкций, которые можно определять в экспериментах, умеет получать необходимый результат при обработке экспериментальных данных.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент знает параметры материалов и конструкций, которые можно определять в экспериментах, умеет получать необходимый результат при обработке экспериментальных данных, владеет навыками формулировать рекомендации на основе полученных результатов.</p>

ПК.2

Способен апробировать результаты научно-исследовательской деятельности

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.2.2 Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада</p>	<p>В результате обучения студент должен знать и уметь использовать современные средства обработки результатов экспериментов, Владеть навыками представления результатов в форме отчетов, презентаций, докладов.</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Студент не знает и не умеет использовать современные средства обработки результатов экспериментов, не владеет навыками представления результатов в форме отчетов, презентаций, докладов.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Студент имеет представление о современных средствах обработки результатов экспериментов.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Студент имеет представление о современных средствах обработки результатов экспериментов, владеет навыками представления результатов в форме отчетов, презентаций, докладов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент знает и умеет использовать современные средства обработки результатов экспериментов, владеет навыками представления результатов в форме отчетов, презентаций, докладов.</p>

ПК.1

Способен решать профессиональные задачи, возникающие при проведении научных и прикладных исследований

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований	В результате обучения студент должен знать основы теории эксперимента, уметь формулировать рекомендации на основе экспериментальных данных, владеть терминологией предметной области.	Неудовлетворител Студент не знает основы теории эксперимента, не умеет формулировать рекомендации на основе экспериментальных данных, не владеет терминологией предметной области. Удовлетворительн Студент знает основы теории эксперимента, затрудняется формулировать рекомендации на основе экспериментальных данных. Хорошо Студент знает основы теории эксперимента, владеет терминологией предметной области. Отлично Студент знает основы теории эксперимента, умеет формулировать рекомендации на основе экспериментальных данных, владеет терминологией предметной области.

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований ПК.2.2 Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада ОПК.5.1 Применяет методики проведения экспериментальных исследований ОПК.5.2 Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Определение модуля Юнга образца Защищаемое контрольное мероприятие	Умение использовать основы теории эксперимента в механике, понимание роли эксперимента в математическом моделировании процессов и явлений реального мира, навыки публичного представления полученных результатов

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.2.2 Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада</p> <p>ОПК.5.1 Применяет методики проведения экспериментальных исследований</p> <p>ОПК.5.2 Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p>	<p>Устойчивость сжатых стержней</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение использовать основы теории эксперимента в механике, понимание роли эксперимента в математическом моделировании процессов и явлений реального мира, навыки публичного представления полученных результатов</p>
<p>ПК.1.2 Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p>ПК.2.2 Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада</p> <p>ОПК.5.1 Применяет методики проведения экспериментальных исследований</p> <p>ОПК.5.2 Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p>	<p>Устойчивость цилиндрической оболочки на сжатие</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Умение использовать основы теории эксперимента в механике, понимание роли эксперимента в математическом моделировании процессов и явлений реального мира, навыки публичного представления полученных результатов</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

Определение модуля Юнга образца

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Обработка экспериментальных данных. Анализ полученных результатов.	10
Сравнительный анализ экспериментальных данных и результатов аналитического расчета.	10
Проведение эксперимента, получение экспериментальных данных.	7
Построение математической модели планируемого эксперимента.	3

Устойчивость сжатых стержней

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **3 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Обработка экспериментальных данных. Анализ полученных результатов.	10
Сравнительный анализ экспериментальных данных и результатов аналитического расчета.	10
Проведение эксперимента, получение экспериментальных данных.	7
Построение математической модели планируемого эксперимента.	3

Устойчивость цилиндрической оболочки на сжатие

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Понимание роли эксперимента в математическом моделировании изучаемых явлений.	10
Обработка экспериментальных данных. Анализ полученных результатов.	10
Сравнительный анализ экспериментальных данных и результатов аналитического расчета.	10
Проведение эксперимента, получение экспериментальных данных.	7
Построение математической модели планируемого эксперимента.	3