

**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

<b>Направления подготовки</b>	01.03.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Программа широкого профиля)
<b>форма обучения</b>	очная
<b>№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины</b>	7
<b>Объем дисциплины (з.е.)</b>	3
<b>Объем дисциплины (ак.час.)</b>	108
<b>Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:</b>	42
<b>Проведение лекционных занятий</b>	0
<b>Проведение практических занятий, семинаров</b>	0
<b>Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку</b>	42
<b>Самостоятельная работа (ак.час.)</b>	66
<b>Формы текущего контроля</b>	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
<b>Формы промежуточной аттестации</b>	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](http://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><b>ОПК.5.1</b> 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"><b>Неудовлетворител</b> Студент не имеет представления об основах теории эксперимента в механике, выполняет обработку экспериментальных данных с грубыми ошибками.</p> <p align="center"><b>Удовлетворительн</b> Студент имеет представление об основах теории эксперимента в механике, может выполнять обработку экспериментальных данных с некоторыми неточностями..</p> <p align="center"><b>Хорошо</b> 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"><b>Отлично</b> Студент знает основы теории эксперимента в механике, умеет использовать результаты эксперимента в математическом моделировании механических процессов. Правильно выполняет обработку экспериментальных данных.</p>
<p><b>ОПК.5.2</b> 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"><b>Неудовлетворител</b> 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"><b>Удовлетворительн</b> 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;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>определять в экспериментах, затрудняется получать необходимый результат при обработке экспериментальных данных.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></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;"><b>Отлично</b></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><b>ПК.2.2</b> 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;"><b>Неудовлетворител</b></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;"><b>Удовлетворительн</b></p> <p>Студент имеет представление о современных средствах обработки результатов экспериментов.</p> <p style="text-align: center;"><b>Хорошо</b></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;"><b>Отлично</b></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
<b>ПК.1.2</b> 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.	<b>Неудовлетворител</b> Студент не знает основы теории эксперимента, не умеет формулировать рекомендации на основе экспериментальных данных, не владеет терминологией предметной области. <b>Удовлетворительн</b> Студент знает основы теории эксперимента, затрудняется формулировать рекомендации на основе экспериментальных данных. <b>Хорошо</b> Студент знает основы теории эксперимента, владеет терминологией предметной области. <b>Отлично</b> 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
<b>ПК.1.2</b> Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований <b>ПК.2.2</b> Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада <b>ОПК.5.1</b> Применяет методики проведения экспериментальных исследований <b>ОПК.5.2</b> Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Определение модуля Юнга образца <b>Защищаемое контрольное мероприятие</b>	Умение использовать основы теории эксперимента в механике, понимание роли эксперимента в математическом моделировании процессов и явлений реального мира, навыки публичного представления полученных результатов

<b>Компетенция (индикатор)</b>	<b>Мероприятие текущего контроля</b>	<b>Контролируемые элементы результатов обучения</b>
<p><b>ПК.1.2</b> Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p><b>ПК.2.2</b> Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада</p> <p><b>ОПК.5.1</b> Применяет методики проведения экспериментальных исследований</p> <p><b>ОПК.5.2</b> Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p>	<p>Устойчивость сжатых стержней</p> <p><b>Защищаемое контрольное мероприятие</b></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><b>ПК.1.2</b> Решает профессиональные задачи, предполагающие многообразие выбора, при проведении научных и прикладных исследований</p> <p><b>ПК.2.2</b> Представляет результаты проведенных исследований научному сообществу в виде статьи или доклада</p> <p><b>ОПК.5.1</b> Применяет методики проведения экспериментальных исследований</p> <p><b>ОПК.5.2</b> Использует результаты экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p>	<p>Устойчивость цилиндрической оболочки на сжатие</p> <p><b>Итоговое контрольное мероприятие</b></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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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**

<b>Показатели оценивания</b>	<b>Баллы</b>
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