

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра вычислительной и экспериментальной механики

Авторы-составители: **Скачков Андрей Павлович**
Морозов Илья Александрович

Рабочая программа дисциплины

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО СОВРЕМЕННЫМ ПРОБЛЕМАМ
МЕХАНИКИ**

Код УМК 92365

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

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Лабораторный практикум по современным проблемам механики

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Направление: **01.04.03** Механика и математическое моделирование
направленность Фундаментальная и прикладная механика

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Лабораторный практикум по современным проблемам механики** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность : Фундаментальная и прикладная механика)

ОПК.3 Способен разрабатывать новые методы экспериментальных исследований и применять современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности

Индикаторы

ОПК.3.1 Анализирует и разрабатывает новые методы при проведении экспериментальных исследований

ОПК.3.2 Применяет классические методы экспериментальных исследований и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	01.04.03 Механика и математическое моделирование (направленность: Фундаментальная и прикладная механика)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	1
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	36
Проведение лекционных занятий	12
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	72
Формы текущего контроля	Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (1 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Лабораторный практикум по современным проблемам механики

Целью практикума является получение основ работы с современным экспериментальным оборудованием для механических испытаний, методами обработки данных.

Сканирующая зондовая микроскопия и наноиндентация

Техника сканирующей зондовой микроскопии. Принципы работы сканирующих зондовых микроскопов. Сканирующие элементы (сканеры) зондовых микроскопов. Устройства для прецизионных перемещений зонда и образца. Методы сканирующей зондовой микроскопии. Сканирующая туннельная микроскопия. Атомно-силовая микроскопия.

Макроскопические механические испытания

Описание экспериментального комплекса для проведения статических и динамических испытаний. Одноосное и двуосное нагружение.

Анализ и обработка экспериментальных данных

Краткая характеристика используемого экспериментального оборудования. Изучение влияния скорости деформирования на механические свойства вязкоупругого материала. Изучение процесса установления при циклическом растяжении образцов резины. Растяжение образцов из упругопластического материала. Модели упругого поведения материалов.

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 аудиторные 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. Кузьмичев Д. А., Радкевич И. А., Смирнов А. Д. Автоматизация экспериментальных исследований: учебное пособие для вузов / Д. А. Кузьмичев, И. А. Радкевич, А. Д. Смирнов. - Москва: Наука, 1983. - 391. - Библиогр.: с. 380-383. - Предм. указ.: с. 386-388
2. Экспериментальная механика. В 2 кн. / под ред. А. Кобаяси; пер. с англ. под ред. Б. Н. Ушакова. Кн. 1. - М.: Мир, 1990, ISBN 5-03-001543-4. - 616. - Библиогр.: с. 582-606
3. Актуальные проблемы механики. Современная механика и развитие идей В. Г. Шухова: сборник трудов / Рос. АН. Ин-т проблем механики им. А. Ю. Ишлинского. - Москва: Наука, 2011, ISBN 978-5-02-037490-4. - 191. - Библиогр. в конце отд. ст.
4. Экспериментальная механика. В 2 кн. / под ред. А. Кобаяси; пер. с англ. под ред. Б. Н. Ушакова. Кн. 2. - М.: Мир, 1990, ISBN 5-03-001544-2. - 552. - Библиогр.: с. 509-544

Дополнительная:

1. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. Методы планирования эксперимента / Н. Джонсон, Ф. Лион. - Москва: Мир, 1981. - 516.
2. Введение в математический пакет Matlab: Учебно-методическое пособие / сост.: Т. И. Семенова, В. Н. Шакин. - Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2016. - 88.
<http://www.iprbookshop.ru/61469.html>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.psu.ru/elektronnye-resursy-dlya-psu> Электронные ресурсы для ПГНИУ

<https://www.ntmdt-si.ru/resources> зондовая микроскопия

<http://www.mathnet.ru/> Общероссийский математический портал

<https://exponenta.ru/> экспонента.ру

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

Образовательный процесс по дисциплине **Лабораторный практикум по современным проблемам механики** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

Образовательный процесс по дисциплине 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 свободно распространяемое программное обеспечение:

- приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC»;
- офисный пакет приложений «Open Office»

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

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 лекционных занятий требуется аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.

Для проведения лабораторных работ требуется лаборатория «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) 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 компьютера 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
Лабораторный практикум по современным проблемам механики**

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

ОПК.3

Способен разрабатывать новые методы экспериментальных исследований и применять современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ОПК.3.1 Анализирует и разрабатывает новые методы при проведении экспериментальных исследований</p>	<p>Студент понимает суть эксперимента, владеет навыками его проведения, умеет провести сбор и анализ результатов, делает логичные выводы из результатов. В зависимости от полученных входных данных предлагает и разрабатывает новые методы обработки и анализа.</p>	<p>Неудовлетворител Студент не способен провести эксперимент правильно и не может собрать результаты.</p> <p>Удовлетворительн Студент может провести эксперимент и собрать требуемые данные, по приведённым методам может получить хотя бы один выводимый результат.</p> <p>Хорошо Студент понимает суть эксперимента, владеет навыками его проведения, умеет провести сбор данных, но анализирует результаты с недостаточной мерой понимания.</p> <p>Отлично Студент понимает суть эксперимента, владеет навыками его проведения, умеет провести сбор и анализ результатов, делает логичные выводы из результатов. Предлагает новые метода анализа.</p>
<p>ОПК.3.2 Применяет классические методы экспериментальных исследований и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности</p>	<p>Студент владеет классическими методами экспериментальных исследований. Знаком с современным экспериментальным оборудованием и способен применять его в профессиональной деятельности. Используя аналогию и имеющиеся знания, способен разобраться с принципами работы нового оборудования.</p>	<p>Неудовлетворител Студент не владеет классическими методами экспериментальных исследований, не знаком с современным экспериментальным оборудованием.</p> <p>Удовлетворительн Студент поверхностно владеет классическими методами экспериментальных исследований, знаком с современным экспериментальным оборудованием, но не способен проводить эксперименты.</p> <p>Хорошо Студент владеет классическими методами</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>экспериментальных исследований. Знаком с современным экспериментальным оборудованием и способен применять его для проведения базовых экспериментов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Студент владеет классическими методами экспериментальных исследований. Знаком с современным экспериментальным оборудованием и способен применять его в профессиональной деятельности.</p>

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
ОПК.3.1 Анализирует и разрабатывает новые методы при проведении экспериментальных исследований	Сканирующая зондовая микроскопия и наноиндентация Защищаемое контрольное мероприятие	Атомно-силовая микроскопия.
ОПК.3.1 Анализирует и разрабатывает новые методы при проведении экспериментальных исследований	Макроскопические механические испытания Защищаемое контрольное мероприятие	Проведение экспериментов на вибростенде.
ОПК.3.1 Анализирует и разрабатывает новые методы при проведении экспериментальных исследований	Анализ и обработка экспериментальных данных Итоговое контрольное мероприятие	Напряженно-деформированное состояние материалов.

Спецификация мероприятий текущего контроля

Сканирующая зондовая микроскопия и наноиндентация

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Анализ и выводы по результатам эксперимента.	13
Проведение эксперимента на атомно-силовом микроскопе.	7

Обработка результатов эксперимента.	7
Методика проведения эксперимента.	3

Макроскопические механические испытания

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Анализ и выводы по результатам эксперимента.	13
Проведение эксперимента на вибростенде.	7
Обработка результатов эксперимента.	7
Методика проведения эксперимента.	3

Анализ и обработка экспериментальных данных

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

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

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

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Анализ и выводы по результатам эксперимента.	13
Определение механических характеристик по результатам эксперимента.	10
Проведение эксперимента на нагружной машине	7
Обработка результатов эксперимента.	7
Методика проведения эксперимента.	3