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  протокол от  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_ |

**Рабочая программа дисциплины**

|  |
| --- |
| Физико-механический практикум |

*(наименование дисциплины (модуля))*

Уровень высшего образования

|  |
| --- |
| бакалавриат |

(бакалавриат / магистратура / специалитет)

Направление подготовки / специальность

|  |
| --- |
| 01.03.03 Механика и математическое моделирование |

*(указывается код и наименование направления подготовки / специальности)*

Направленность образовательной программы

|  |
| --- |
| Математическое моделирование и компьютерный инжиниринг |

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

|  |
| --- |
| очная |

*(очная / очно-заочная / заочная)*

Нижний Новгород

 2021 год

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП**

Дисциплина «Физико-механический практикум» относится к вариативной части.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Место дисциплины в учебном плане образовательной программы** | **Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД** |
| 2 | Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть | Дисциплина Б1.В.10, «Физико-механический практикум» относится к вариативной части ООП направления подготовки 01.03.03 Механика и математическое моделирование. |

1. **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\*\*** |
| **ОПК-3**. Способен использовать методы физического моделирования и современное экспериментальное оборудование в профессиональной деятельности | **ОПК-3.1**. **Знает** основные положения, терминологию и методологию в области физического моделирования, а также основы теории эксперимента в механике. | **Знает** физические основы механики, основы теории эксперимента в механике, основные принципы определения механических величин. | *Собеседование,* |
| **ОПК-3.2**. **Умеет** определять необходимые методы физического моделирования и экспериментальных исследований в зависимости от поставленных задач. | **Умеет** выделить и обосновать применение необходимых экспериментальных методов для решаемых задач. | *Выполнение заданий* |
| **Владеет навыками** применения методов физического моделирования и современного экспериментального оборудования для решения стандартных профессиональных задач. | **Владеет навыками** применения экспериментальных методов с использованием современного экспериментального оборудования для решения стандартных задач механики. | *Собеседование по отчетам о выполненных работах* |

1. **Структура и содержание дисциплины** 
   1. **Трудоемкость дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **очная форма обучения** |
| **Общая трудоемкость** | **\_6\_\_ ЗЕТ** |
| **Часов по учебному плану** | **216** |
| **в том числе** |  |
| **аудиторные занятия (контактная работа):** |  |
| **- занятия лекционного типа** |  |
| **- занятия семинарского типа**  **Контроль самостоятельной работы (КСР)** | **96**  **2** |
| **самостоятельная работа** | **118** |
| **Промежуточная аттестация –зачет** |  |

* 1. **Содержание дисциплины**

| **Очная форма обучения** | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание  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** | **Занятия лабораторного типа** | **Всего** |
| Построение истинных диаграмм деформирования по результатам испытаний образцов на осевое растяжение | 18 |  | 8 |  | 8 | 10 |
| Построение диаграмм деформирования по результатам испытания на кручение | 18 |  | 8 |  | 8 | 10 |
| Определение микро- и макротвердости материалов | 18 |  | 8 |  | 8 | 10 |
| Экспериментальное исследование устойчивости прямолинейных стержней при осевом сжатии | 18 |  | 8 |  | 8 | 9 |
| В т.ч. текущий контроль |  |  | 1 |  | 1 |  |
| Перемещения и деформации при прямом и косом изгибе консольной балки | 36 |  | 16 |  | 16 | 20 |
| Определение коэффициента тензочувствительности партии датчиков с помощью балки равного сопротивления | 36 |  | 16 |  | 16 | 20 |
| Плоское напряженное состояние на примере цилиндрической оболочки под внутренним давлением | 36 |  | 16 |  | 16 | 20 |
| Исследование динамики колебаний механических систем | 36 |  | 16 |  | 16 | 19 |
| В т.ч. текущий контроль |  |  | 1 |  | 1 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Итого | 216 |  | 96 |  |  |  |

Краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)

1. **Построение истинных диаграмм деформирования по результатам испытаний образцов на осевое растяжение:**на примере растяжения образца доразрушение исследование процессов деформирования, построение вторичных условных и истинных диаграмм деформирования; определение предела прочности, относительно удлинения на разрыв; определение модуля Юнга, коэффициента Пуассона, предела текучести.
2. **Построение диаграмм деформирования по результатам испытания на кручение**: на примере кручения образца с круглым поперечным сечением до разрушения исследование процессов деформирования, построение вторичных условных и истинных диаграмм деформирования; определение предела прочности при кручении; знакомство с торсиометром, определение сдвигового модуля упругости, предела текучести при кручении.
3. **Определение микро- и макротвердости материалов**: на примере плоских металлических образцов ознакомление с методами измерения твердости, измерение твердости по Бринеллю, Роквеллу и Виккерсу.
4. **Экспериментальное исследование устойчивости прямолинейных стержней при осевом сжатии:** экспериментальное исследование эйлеровой критической силы в зависимости от длины, сечения, материала, условий закрепления; критерий начальных несовершенств, метод Саусвела определения критической силы.
5. **Перемещения и деформации при прямом и косом изгибе консольной балки**. Что такое и что не такое: консольная балка, изгиб, прямой изгиб, косой изгиб, главные оси сечения. Принцип независимости действия нагрузок при косом изгибе. Закон Гука для балки. Закон Гука при нагрузке и разгрузке. Жесткость в зависимости от ориентации сечения.
6. **Определение коэффициента тензочувствительности партии датчиков с помощью балки равного сопротивления.** Тензометрический метод измерения деформаций. Проволочный тензодатчик. Тензостанция. Причины разброса показаний тензодатчиков. Балка равного сопротивления. Распределение деформаций и напряжений в балке.
7. **Плоское напряженное состояние на примере цилиндрической оболочки под внутренним давлением**. Что такое плоское напряженное состояние. Почему напряженное состояние в круговой цилиндрической оболочке под внутренним давлением можно считать плоским. Двуосное и одноосное напряженное состояние. Изменение деформаций и напряжений при повороте осей координат.
8. **Исследование динамики колебаний механических систем.** Степени свободы системы. Закон движения тела. Уравнения Лагранжа. Собственные и парциальные колебания. Решение и исследование уравнения вынужденных колебаний связанных маятников.Биения. Влияние параметра.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет),включающий выполнение заданий и собеседование по результатам отчетов о выполненных лабораторных работах.

1. **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде лабораторной (в специализированной аудитории) и самостоятельной работы студентов.

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

* самостоятельная теоретическая подготовка к занятиям практического типа (в течение всего семестра, опрос на занятиях практического типа),
* подготовка и отчет по выполненным в специализированной аудитории лабораторным работам.

Формами контроля самостоятельной работы студентов, соответственно, являются:

* сдача теоретического допуска к лабораторной работе (может проходить как в письменной форме, так и в форме устного собеседования)
* защита отчета о выполненной лабораторной работе

Зачет выставляется автоматически при условии успешной сдачи всех запланированных на семестр работ

Примеры общих теоретических вопросов и заданий для собеседований приведены в п. 5.2

1. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

***Фонд оценочных средств включает*** контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме контрольных вопросов и заданий для лабораторных работ и отчета по лабораторным работам. Оценочных средств для промежуточной аттестации не предусматривается, так как зачет по дисциплине выставляется по совокупности выполненных и сданных лабораторных работ.

* 1. **Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине**

| **Шкала оценивания сформированности компетенций** | | **Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Знания | Умения | Навыки |
| **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. | Продемонстрированы 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 | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами. |
| **очень хорошо** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами. | Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **отлично** | Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок. | Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме. | Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов. |
| **превосходно** | Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки. | Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полномобъеме без недочетов | Продемонстрирован 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» |

* 1. **Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения**
     1. **Контрольные задания для оценки формирования компетенции ОПК-3**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Задание |
|  | Эксперимент и его основы. |
|  | Способы планирования эксперимента. |
|  | Методы обработки экспериментальных данных |

* + 1. **Контрольные вопросы для оценки формирования компетенции ОПК-3**

|  |  |
| --- | --- |
| № | Вопрос |
|  | Способы проведения эксперимента. |
|  | Средства измерений. |
|  | Экспериментальные образцы. |
|  | Последовательность испытаний. |
|  | Планирование эксперимента. |
|  | Методы измерений. |
|  | Оценка погрешности. |
|  | Метод наименьших квадратов. |

1. **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

| **№** | **а) основная литература:** | **К-во**[[1]](#footnote-1) |
| --- | --- | --- |
|  | Лабораторный практикум по механике материалов и конструкций / под ред. проф. А.К. Любимова. Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2003. 360 с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=60042&DB=1> |  |
|  | Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М.: Наука, 1967. 552 с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80337&DB=1>, <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80338&DB=1>, <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80339&DB=1> | Э |
|  | Работнов Ю.Н. Сопротивление материалов. М.: ГИФМЛ, 1962. 458 с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=467681&DB=1>, <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=80306&DB=1>, <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/books/Rabotnov1962ru.djvu> | Э |
|  | Белл Ф. Дж. Экспериментальные основы механики деформируемых твердых тел. В 2-х ч. (1984), <https://lib-bkm.ru/load/114-1-0-669>,  <https://yadi.sk/d/L8XTdl36FsBKz> | Э |

| **№** | **б) дополнительная литература:** | **К-во**[[2]](#footnote-2) |
| --- | --- | --- |
|  | Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. М.: Наука, 1988. 712 с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=85835&DB=1>, <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=85836&DB=1> | Э |
|  | Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М.: Мир, 1972. 384 с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=75839&DB=1> | Э |
|  | Адлер Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 280 с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=93922&DB=1> | Э |
|  | Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1985. 248 с. <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66863&DB=1>, <http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=66864&DB=1> | Э |

| **№** | **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы  (в соответствии с содержанием дисциплины)** | **«л» или «с»**[[3]](#footnote-3) |
| --- | --- | --- |
|  | <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mechanics.htm> | С |

1. **Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторное оборудование кафедры теоретической, компьютерной и экспериментальной механики, 118, 120 (2 корпус ННГУ).

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 ФГОС ВО 01.03.03 Механика и математическое моделирование.

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики

от 24.02.2021 года, протокол № 5.

Автор(ы) \_доц. Киселев В.Г., доц. Леонтьев Н.В.

Рецензент(ы) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой ТКЭМ\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ профессор Игумнов Л.А.

1. Указать количество экземпляров в библиотеке ННГУ. Если издание доступно в электронном виде (указана ссылка), указать букву «э». (АВЖ) [↑](#footnote-ref-1)
2. Указать количество экземпляров в библиотеке ННГУ. Если издание доступно в электронном виде (указана ссылка), указать букву «э». (АВЖ) [↑](#footnote-ref-2)
3. Указать букву «л», если программное обеспечение лицензионное, или «с» – в свободном доступе. (АВЖ) [↑](#footnote-ref-3)