

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

  
\_\_\_\_\_ Н.В.Лобов

« 15 » февраля 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Учебно-исследовательская работа  
(наименование)

**Форма обучения:** \_\_\_\_\_ очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** \_\_\_\_\_ бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** \_\_\_\_\_ 288 (8)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 15.03.03 Прикладная механика  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Прикладная механика (общий профиль, СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели - обеспечить приобретение естественно-научных знаний с концептуальным представлением о важнейших достижениях современной науки и техники, об основных научно-технических разработках выдающихся ученых естествоиспытателей Мира; о применении и разработке программного обеспечения для решения проблем прикладной механики.

Задачи:

изучить

- основные инженерные проблемы и задачи механики, тенденции развития;
- общие понятия и определения, гипотезы и принципы, которые используются в различных разделах естествознания;

сформировать умения

- моделировать реальные процессы с использованием простых расчетных схем, моделей форм, нагружения и закрепления, отражающих наиболее важные факторы;
- проводить оценку погрешностей при проведении экспериментальных исследований, применяя методы обработки экспериментальных результатов;
- решать задачи, с использованием фундаментальных законов и принципов физики, химии, механики, математики и т.д;

сформировать навыки

- самостоятельного изучения научной литературы с целью разработки индивидуального проекта, работы, построения презентации и доклада по индивидуальным темам;
- применения методов научного, теоретического и эмпирического познания, используемых в прикладной механике;
- построения и разработки алгоритмов и программ для решения инженерных задач прикладной механики.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- инженерные методы и подходы к решению проблем и задач прикладной механики;
- научные методы познания;
- методы программирования и алгоритмизации.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-12	ИД-1ОПК-12	Знает современные тенденции развития техники и технологии	Знает современные тенденции развития техники и технологии	Индивидуальное задание
ОПК-12	ИД-2ОПК-12	Умеет применять в профессиональной деятельности подходы и принципы прикладной механики	Умеет применять в профессиональной деятельности подходы и принципы прикладной механики	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-12	ИД-3ОПК-12	Владеет навыками использования методов решения прикладных задач с учетом современного состояния проблемы.	Владеет навыками использования методов решения прикладных задач с учетом современного состояния проблемы.	Защита лабораторной работы
ОПК-14	ИД-1ОПК-14	Знает основы алгоритмизации и программирования для разработки прикладных компьютерных программ	Знает основы алгоритмизации и программирования для разработки прикладных компьютерных программ	Дифференцированный зачет
ОПК-14	ИД-2ОПК-14	Умеет разрабатывать прикладное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Умеет разрабатывать прикладное программное обеспечение для решения профессиональных задач	Защита лабораторной работы
ОПК-14	ИД-3ОПК-14	Владеет навыками разработки алгоритмов и фрагментов прикладного программного обеспечения	Владеет навыками разработки алгоритмов и фрагментов прикладного программного обеспечения	Защита лабораторной работы
ПКО-1	ИД-1ПКО-1	Знает методологию научных исследований.	Знает методологию научных исследований.	Зачет
ПКО-1	ИД-2ПКО-1	Умеет обобщать, анализировать и систематизировать информацию для подготовки аналитических обзоров по заданной теме	Умеет обобщать, анализировать и систематизировать информацию для подготовки аналитических обзоров по заданной теме	Индивидуальное задание
ПКО-1	ИД-3ПКО-1	Владеет навыками самостоятельного изучения, критического осмысления и систематизации научно-технической информации	Владеет навыками самостоятельного изучения, критического осмысления и систематизации научно-технической информации	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах			
		Номер семестра			
		1	2	3	4
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	112	28	28	28	28
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:					
- лекции (Л)	32	8	8	8	8
- лабораторные работы (ЛР)	72	18	18	18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)					
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	2	2	2	2
- контрольная работа					
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	176	44	44	44	44
2. Промежуточная аттестация					
Экзамен					
Дифференцированный зачет	9				9
Зачет	27	9	9	9	
Курсовой проект (КП)					
Курсовая работа (КР)					
Общая трудоемкость дисциплины	288	72	72	72	72

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Общие понятия, определения и обозначения, содержание различных разделах механики	2	4	0	12
Элементы материаловедения. Прочность, жесткость, устойчивость материалов кон-струкций. Структура и свойства конструкционных материалов, используемых при производстве деталей машин и механизмов. Напряженно-деформированное состояние. Определение деформации и напряжения, единицы измерения. Понятие напряжения как меры интенсивности внутренней силы. Виды простых деформаций: растяжение, сжатие, изгиб и кручение. Сходства и различия напряженных состояний.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Модели и расчетные схемы конструкций	2	4	0	12
<p>Примеры основных гипотез, допущений и принципов, используемых в механике для моделирования реальных процессов: гипотезы о сплошности, однородности и изотропности материала; гипотеза о связи между напряжениями и деформациями; гипотеза о малости перемещений и деформаций, принцип Сен-Венана.</p> <p>Схематизация реальных объектов по геометрическим признакам: стержневые системы, пластины, оболочки, массивные тела. Моделирование нагружений, схематизации внешних нагрузок по координатам, времени, воздействию внешних полей и сред. Примеры основных видов силовых нагрузок: объемные, массовые силы; поверхностные распределенные нагрузки; сосредоточенные силы. Идеализация и схематизация опорных закреплений: идеальный шарнир, жесткая заделка. Примеры моделирования разрушения, критерии прочности, предельное состояние.</p>				
Определение механических свойств материалов	2	4	0	12
<p>Математические модели, описывающие связь между напряжениями и деформациями, разработанные на основе экспериментальных данных. Лабораторные исследования материалов на прочность.</p> <p>Испытания на растяжение: диаграммы растяжения конструкционных материалов и их характерные параметры, пределы пропорциональности, упругости, текучести материала. Сравнение механических свойств пластичных и хрупких материалов при растяжении и сжатии.</p>				
Модели конструкционных материалов	2	6	0	8
<p>Понятия упругости, пластичности, хрупкости. Изменение свойств материалов в зависимости от температуры, давления, действия агрессивных окружающих сред, циклических и динамических нагрузок. Определение усталости и ползучести материала. Элементы линейной механики разрушения, наличие трещин, концентраторов напряжений.</p> <p>Элементы материаловедения. Виды кристаллических структур. Типы элементарных ячеек и характерные параметры, примеры металлов, имеющих различное строение. Виды дефектов кристаллической решетки. Точечные дефекты: вакансии, атомы внедрения и замещения, линейные дефекты.</p> <p>Различные виды конструкционных материалов.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Металлы, пластмассы, композиционные материалы, материалы со сверх- и улучшенными механическими свойствами.				
ИТОГО по 1-му семестру	8	18	0	44
2-й семестр				
Этапы развития естествознания	2	4	0	10
Историческое развитие естествознания				
Свойства пространства и времени	2	4	0	10
Основные виды взаимодействия. Основные принципы и фундаментальные законы спец разделов естествознания.				
Модернизация технической базы промышленности	2	4	0	10
Перспективные материалы и технологии. Традиционные и новые материалы, микроэлектронные технологии.				
Методология современного эксперимента	2	6	0	14
Подготовка и проведение эксперимента. Анализ и обработка экспериментальных данных				
ИТОГО по 2-му семестру	8	18	0	44
3-й семестр				
Знакомство с математическим пакетом символьных вычислений Wolfram Mathematica.	2	2	0	6
Основы программирования в wolfram mathematica. Синтаксис, блочная структура программы. Основные встроенные функции.				
Работа со списками и матрицами.	2	4	0	10
Встроенные функции для работы со списками и матрицами.				
Решение уравнений и систем уравнений, в том числе дифференциальных.	2	6	0	14
Аналитическое решение уравнений. Численное решение уравнений. Аналитическое решение дифференциальных уравнений. Численное решение дифференциальных уравнений.				
Отображение результатов. Графика.	1	2	0	4
Вывод результатов вычислений. Графика и 3D графика. Построение и оформление графиков: толщина линий, стиль текста, подписи, легенда и т.д., рисование поверх графика, 3D графики.				
Работа с файлами и тестовыми строками.	1	4	0	10
Форматы десятичной записи числа. Запись в файл данных различного типа. Чтение файла.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Регулярные выражения. Выборочное чтение данных из файла с использованием регулярных выражений.				
ИТОГО по 3-му семестру	8	18	0	44
4-й семестр				
Аффинные пространства и декартовы системы координат	1	2	0	8
Точечное аффинное пространство. Декартовы системы координат в точечном аффинном пространстве. Представление точек радиус-векторами. Линейно независимая система векторов. Базис. Декартовы координаты радиус-вектора.				
Криволинейные системы координат в аффинном пространстве	1	2	0	6
Криволинейные системы координат. Требования, налагаемые на криволинейные системы координат. Примеры криволинейных систем координат. Локальный базис. Пример нахождения локального базиса.				
Евклидово пространство	1	2	0	6
Скалярное умножение векторов. Фундаментальная матрица. Свойства фундаментальной матрицы. Ортогональные, нормированные и ортонормированные базисы. Взаимный (сопряженный) локальный базис. Пример нахождения фундаментальной матрицы и локального базиса.				
Векторное умножение в линейном пространстве	1	2	0	6
Векторное умножение векторов. Тождества, содержащие скалярное и векторное умножения векторов. Полярные и аксиальные векторы.				
Ковариантное дифференцирование векторного поля	1	2	0	6
Производные векторного поля по криволинейным координатам. Формулы переноса векторов локального ортонормированного базиса вдоль криволинейных координат. Ковариантная производная контравариантных компонент векторного поля.				
Инвариантные дифференциальные операторы	2	4	0	6
Оператор Гамильтона. Градиент скалярного поля. Дивергенция векторного поля.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Ротор векторного поля. Градиент векторного поля. Оператор Лапласа.				
Дифференциальные и интегральные тождества	1	4	0	6
Дифференциальные тождества в аффинном пространстве. Интегральные тождества на основе теорем Гаусса-Остроградского и Стокса.				
ИТОГО по 4-му семестру	8	18	0	44
ИТОГО по дисциплине	32	72	0	176

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Синтаксис матпакета wolfram mathematica. Блочная структура программы. Основные встроенные функции, построение пользовательских функций, циклы.
2	Создание списков. Встроенные функции для работы со списками.
3	Матрицы. Матричные операции: определитель, собственные числа и векторы, обратная матрица и т.д.
4	Аналитическое решение уравнения и систем уравнений.
5	Численное решение уравнений и систем уравнений. Различия и нюансы использования функций NSolve и FindRoot.
6	Построение графиков. Оформление графиков. Стили линий, точек, осей, надписей. Легенда графика.
7	3D графика.
8	Дифференцирование и интегрирование функций. Интегрирование по площади и по объёму произвольной формы.
9	Аналитическое решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений.
10	Численное решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений. Опция Method.
11	Чтение из файла данных различного формата.
12	Работа с файлами. Запись в файл в различных форматах. Формат десятичного числа.
13	Работа с текстовыми строками. Регулярное выражение. Использование регулярных выражений при чтении из файла.

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, анализ решения проблем и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Горелов А. А. Концепции современного естествознания : учебное пособие для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. Москва : Академия, 2010. 510 с.	5
2	Горелов Н. А., Круглов Д. В. Методология научных исследований : учебник для бакалавриата и магистратуры. Москва : Юрайт, 2014. 290 с. 18,13 усл. печ. л.	3
3	Механика материалов. Методы и средства экспериментальных исследований / Вильдеман В. Э., Бабушкин А. В., Третьяков М. П., Ильиных А. В., Третьякова Т.В., Ипатова А. В., Словииков С. В., Лобанов Д. С. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 164 с. 10,5 усл. печ. л.	36
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		

1	Аль-Ани Н. М. Концепция современного естествознания : учебник для вузов. СПб : Политехника, 2008. 240 с.	3
2	Келлер И. Э. Тензорное исчисление : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2018. 175 с. 9,24 усл. печ. л.	4
3	Колмогоров Г. Л., Кузнецова Е. В., Тиунов В. В. Технологические остаточные напряжения и их влияние на долговечность и надёжность металлоизделий : коллективная монография. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. 225 с. 14,25 усл. печ. л.	15
4	Концепции современного естествознания : учебник для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2012. 334 с. 21,0 усл. печ. л.	1
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений : справочное пособие / Касаткин Б.С., Кудрин А.Б., Лобанов Л.М., Пивторак В.А. Киев : Наук. думка, 1981. 583 с.	32
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Кузнецова Е. В., Колмогоров Г. Л., Мельникова Т. Е. Строительная механика машин : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018. 74 с. 4,75 усл. печ. л.	10
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Кузнецова Е. В. Специальные разделы естествознания : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2006. 80 с.	11

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Симонов Ю. Н., Симонов М. Ю. Физика прочности и механические испытания металлов : курс лекций. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 198 с. 12,4 сл. печ. л.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7582">https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib7582</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022 )
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Mathematica Professional Version (лиц. L3263-7820*)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.
Среды разработки, тестирования и отладки	C++ Builder 2007 Enterprise , лиц. PO-398ESD, ПНИПУ

#### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

#### 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Комплект лабораторного оборудования в составе: Микротвердомер полуавтоматический НМV-G21ST фирмы Shimadzu (Япония), в комплекте (Инв.№ 04102153) Поляризационно-проекционная установка (Инв.№ 013801791) Специальная испытательная машина предельным усилием 10 тс ти-па УМЭ-10ТМ с частотно-регулируемым приводом, современной компьютеризированной системой измерения, управления и обра-ботки результатов испытаний, включая модуль системного кон-троллера и ноутбук (Инв.№ 013801752) Машина разрывная (Инв.№ 013801755) Машина испытательная разрывная (Инв.№ 013801754) Машина усталостная ТВУ-8 (Инв.№ 013801758) Копер испытательный Компаратор (Инв.№ 013801750) Динамометры Индикаторы часового типа Штангенциркули Весы лабораторные Тензорезисторы	1
Лабораторная работа	Программно-аппаратный комплекс в составе: Системный блок AquariusEltE50 S67, IntelDQ57TML, IntelCorei7-860, SamsungDDRIII SDRAMPC3-10600, HDD 750 GbSATA-II 300 WesternDigital, DVD+/-RWSamsungSH-S223C, PCI-512MATIRadeonHD5670 GDDR3 VGA+DVI+HDMI, Мышь AquariusMouseOptical 2 keyScroll, Клавиатура AquariusKeyboard 104r/l, Монитор Samsung P2350 (KUV) - 10 шт. Проектор BengProjector BP6210 Киноэкран	1
Лекция	Комплект оборудования для проведения презентаций высокой четкости в составе: Проектор, персональный компьютер	1

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе