

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



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 19 » сентября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Теория упругости с основами пластичности и ползучести
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений
(код и наименование направления)

Направленность: Строительство подземных сооружений
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели: формирование фундаментальных знаний в области расчетов элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость; освоение методов расчета элементов конструкций.

Задачи: усвоение фундаментальных основ и понятий теории упругости твердого тела; формирование знаний о характеристиках механического состояния деформируемых твердых тел; представлений о создании и детализированных расчетных моделей реальных конструкций; освоение классических аналитических методов решения задач механики деформируемых тел, их достоинства и недостатки

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- строительные конструкции и их элементы из материалов, работающие под действием статических и динамических нагрузок;
- математические модели деформирования элементов конструкций;
- аналитические методы определения напряженно-деформированного состояния элементов конструкций

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
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает основные теоретические и экспериментальные подходы к исследованию напряженно–деформированного и предельного состояния нагруженных конструкций и их элементов; основные типовые методики расчетов на прочность, жесткость и устойчивость основных характеристик конкретных механических объектов; физико-механические характеристики упругих тел; основные характеристики напряженно-деформированного состояния конструкций, необходимые для оценки их прочности и надежности; современные методы моделирования и исследование процессов в механике деформируемого твердого тела	Знает: порядок выбора фундаментальных законов, описывающих изучаемый процесс или явление	Зачет
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет выбирать и модифицировать существующие типовые методики расчета прочности и жесткости нагруженных конструкций и их элементов; существующие определяющие соотношения для проектирования машин и конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости	Умеет : составлять математическую модель, описывающую изучаемый процесс или явление, проводить выбор и обоснование граничных и начальных условий; оценивать адекватность результатов моделирования, формулировать предложения по использованию математической модели для решения задач профессиональной деятельности.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет применения типовых инженерных методик оценки прочностных характеристик и предельного состояния в механике материалов и конструкций; навыками использования математических методов решения задач деформирования при проектировании конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости	Владеет навыками: применения типовых задач теории оптимизации в профессиональной деятельности	Контрольная работа

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	36	36	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				
Раздел 1. Уравнения механики деформируемого твердого тела.	4	0	10	16
Тема 1. Краткий исторический очерк развития механики деформирования твердого тела (МДТТ). Тема 2. Сведения из тензорного анализа. Тема 3. Определение напряженного состояния. Тема 4. Теория деформаций. Тема 5. Физические уравнения теории упругости.				
Раздел 2. Общая постановка задач деформирования.	4	0	10	12
Тема 6. Постановка основных задач теории упругости. Тема 7. Кручение и изгиб призматических стержней.				
Раздел 3. Плоские задачи механики упругого деформирования.	4	0	8	16
Тема 8. Плоские задачи теории упругости. Тема 9. Плоские задачи в криволинейной системе координат.				
Раздел 4. Осесимметричные задачи теории упругости.	4	0	8	10
Тема 10. Осесимметричные задачи теории упругости.				
ИТОГО по 5-му семестру	16	0	36	54
ИТОГО по дисциплине	16	0	36	54

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Базисные вектора и их преобразование. Действия над тензорами
2	Использование функции напряжений для решения плоских задач. Определение поля напряжений по заданным внешним нагрузкам для прямоугольных областей. Определение НДС треугольной подпорной стенки
3	Задача Ляме и задача горячей посадки. Определение НДС вращающихся дисков. Различные способы отыскания решения
4	Решение задачи о растяжении прямоугольной области под действием заданной системы сил вариационным методом
5	Деформирование элементов конструкций в рамках упруго-пластического деформирования
6	Решение задач деформирования пластин и оболочек (изгиб прямоугольной, круглой и эллиптической пластинки, деформирование цилиндрической оболочки)
7	Решение задачи о кручении призматического стержня произвольного сечения. Выбор наилучшего метода, сопоставление с решениями сопромата
8	Задача о клине. Определение поля напряжений полуплоскости под действием сосредоточенной нагрузки на границе

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
9	Определение поля напряжений и деформаций в различных системах координат. Граничные условия. Постановка задач деформирования.
10	Определение поля напряжений цилиндра под действием заданного поля температур
11	Решение простейших задач теории упругости

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.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций 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 практическим занятиям, 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
1. Основная литература		
1	Иосилевич Г. Б., Лебедев П. А., Стреляев В. С. Прикладная механика : учебник для втузов. Репр. изд. Москва : Альянс, 2017. 575 с. 30,24 усл. печ. л.	11

2	Кожаринова Л. В. Основы теории упругости и пластичности : учебное пособие для вузов. Москва : Изд-во АСВ, 2010. 136 с. 8,5 усл. печ. л.	9
3	Черкасов В. Д., Карташов В. А., Киселев Е. В. Введение в теорию упругости : учебное пособие. Саранск : Изд-во МГУ им. Н.П. Огарева, 2003. 103 с.	6
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Горшков А.Г., Старовойтов Э.И., Тарлаковский Д.В. Теория упругости и пластичности : учебник для вузов. М. : Физматлит, 2002. 415 с.	54
2	Кац А. М. Теория упругости : учебник для вузов / А. М. Кац. - СПб: Лань, 2002.	28
3	Липовцев Ю. В. Прикладная теория упругости : учебное пособие / Ю. В. Липовцев, М. Ю. Русин. - М.: Дрофа, 2008.	3
4	Николаенко В. Л. Основы расчета типовых элементов конструкций в примерах и задачах : учебное пособие для вузов / В. Л. Николаенко. - Минск: Технопринт, 2004.	12
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Молотников В. Я. Теория упругости и пластичности / Молотников В. Я., Молотникова А. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/lan94741	локальная сеть; авторизованный доступ

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

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук, проектор, экран	1
Практическое занятие	Ноутбук	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Теория упругости с основами пластичности и ползучести»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Специальность:	08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений
Специализация:	«Строительство подземных сооружений»
Квалификация выпускника:	специалист
Выпускающая кафедра:	Строительное производство и геотехника
Форма обучения:	очная

Курс: 3

Семестр(ы): 5

Трудоёмкость:

- | | |
|--|-------|
| - кредитов по рабочему учебному плану: | 3 ЗЕ |
| - часов по рабочему учебному плану: | 108 ч |

Виды контроля: зачет

Пермь 2023 г.

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Теория упругости с основами пластичности и ползучести» является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина «Теория упругости с основами пластичности и ползучести» участвует в формировании 1-ой компетенции ОПК-1:

ОПК-1 - Способен решать прикладные задачи строительной отрасли, используя теорию и методы фундаментальных наук.

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение 5 семестра и разбито на 4 раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные, практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического и практического материала, выполнении к защите расчетно-графических работ, а также сдаче зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля			
	Текущий	Рубежный		Промежуточный
	С	РК	РГР	Зачет
3.1 Знает основные теоретические и экспериментальные подходы к исследованию напряженно–деформированного и предельного состояния нагруженных конструкций и их элементов; основные типовые методики расчетов на прочность, жесткость и устойчивость основных характеристик конкретных механических объектов; физико-механические характеристики упругих тел; основные характеристики напряженно- деформированного состоянии конструкций, необходимые для оценки их прочности и надежности; современные методы моделирования и исследование процессов в механике деформируемого твердого тела	С	РКР	РГР	ТВ
Освоенные умения				
У.1 Умеет выбирать и модифицировать существующие типовые методики расчета прочности и жесткости нагруженных конструкций и их элементов; существующие определяющие соотношения для проектирования машин и конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости	С	РКР	РГР	ТВ
Приобретенные владения				
В.1 Владеет применения типовых инженерных методик оценки			РГР	ПЗ

прочностных характеристик и предельного состояния в механике материалов и конструкций; навыками использования математических методов решения задач деформирования при проектировании конструкций с целью обеспечения их прочности и устойчивости				
--	--	--	--	--

С-собеседование, РКР – рубежная контрольная работа; РГР – расчетно-графическая работа; КР– курсовая работа; ТВ – теоретический вопрос экзамена (зачета), ПЗ - практическое задание экзамена (зачета).

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимых с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Описание критериев и показателей оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

2.1. Текущий и промежуточный контроль

Текущий и промежуточный контроль для оценивания компонента знаний дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчета о практическом занятии. Результаты по 4-балльной шкале оценивания и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.1.1. Защита отчета о практическом занятии

Всего запланировано 18 практических занятий. Типовые темы практических занятий приведены в РПД. Защита отчета о практическом занятии проводится индивидуально каждым студентом.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме теоретического опроса и контрольных работ после изучения каждого раздела учебной дисциплины.

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД, запланирована 1 рубежная контрольная работа «Основные уравнения теории упругости» в семестре после освоения студентами соответствующих разделов учебных модулей дисциплины.

2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача индивидуальных заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения всех практических заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС программы специалитета.

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания. Студенту выдается комплексное индивидуальное задание для проверки усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы.

Дисциплина «Теория упругости с основами пластичности и ползучести»
Задания по образовательной программе
08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

№	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенции
1	Движение и его параметры для различных рассматриваемых объектов	Что изучает предмет «Механика»?	ОПК-1
2	В зависимости от вида движения и свойств объекта	По какому принципу классифицируются разделы механики?	ОПК-1
3	свойства и параметры движения сплошной среды	Что изучает «Механика сплошной среды»?	ОПК-1
4	такой вид деформирования тела, при котором после снятия внешней нагрузки не наблюдаются остаточные деформации	Что такое «упругое деформирование тела»?	ОПК-1
5	Появляются остаточные или необратимые деформации	Что такое пластическое деформирование	ОПК-1
6	Физическая величина, характеризующая интенсивность внутренних усилий	Что такое напряжения в сплошной среде?	ОПК-1
7	Паскаль, кг/м ² , кН/см ² , Н/мм ² , МПа	В чем измеряются напряжения?	ОПК-1
8	Напряжения, направленные перпендикулярные площадке, на которой они действуют	Что такое нормальные напряжения?	ОПК-1
9	Напряжения, направленные в плоскости площадки, на которой они действуют	Что такое касательные напряжения?	ОПК-1
10	Напряжения, действующие на главных площадках, на которых отсутствуют касательные напряжения	Что такое главные напряжения?	ОПК-1
11	на октаэдрических площадках	На каких площадках действуют главные касательные напряжения?	ОПК-1
12	Закон парности касательных напряжений	Из условий равновесия, записанных для моментов относительно координатных осей, элементарного объема сплошной среды следует закон – название?	ОПК-1
13	Три: линейный, квадратичный, кубический	Сколько основных инвариантов имеет тензор напряжений, перечислите	ОПК-1
14	на шаровую и девиаторную составляющие	На какие слагаемые может быть разложен тензор напряжений в соответствии с основными видами напряженного состояния?	ОПК-1

15	характеризует гидростатическое напряжение растяжения-сжатия	За что отвечает шаровая составляющая тензора напряжений?	ОПК-1
16	за касательные напряжения, связанные с формоизменением тела при постоянном объеме	За что отвечает девиаторная составляющая тензора напряжений?	ОПК-1
17	6: три нормальных и три касательных	Сколько независимых компонентов имеет тензор напряжений?	ОПК-1
18	является симметричным тензором второго ранга	Является ли тензор напряжений симметричным?	ОПК-1
19	Кинематическая характеристика сплошной среды, характеризующая на какой процент изменился тот или иной характерный размер тела	Что такое деформация сплошной среды?	ОПК-1
20	деформация изменения линейного размера тела	Что такое линейная деформация?	ОПК-1
21	изменение характерных углов при деформировании тела	Что такое сдвиговая деформация?	ОПК-1
22	является безразмерной величиной	В каких единицах измеряется деформация?	ОПК-1
23	Тензор малых деформаций Коши	Как называется тензор малых деформаций? Именем какого ученого он назван?	ОПК-1
24	симметричным тензором второго ранга	Симметричен ли тензор деформаций	ОПК-1
25	физические или определяющие соотношения	Отношения, связывающие кинематические и силовые характеристики сплошной среды, тензора напряжений и деформаций - это	ОПК-1
26	Две	Сколько независимых констант имеют определяющие соотношения для изотропного тела?	ОПК-1
27	Коэффициент пропорциональности между напряжениями и деформациями	Что такое модуль Юнга?	ОПК-1
28	Коэффициент пропорциональности между касательными напряжениями	Что такое модуль сдвига?	ОПК-1
29	Коэффициент, характеризующий отношение поперечной к продольной деформации	Что такое коэффициент Пуассона?	ОПК-1
30	15 уравнений	Сколько основных уравнений составляет постановка краевой задачи теории упругости?	ОПК-1