




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дальневосточный Федеральный Университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП Строительство уникальных
зданий и сооружений

 Т.Э. Уварова
(подпись)

« 27 » _____ сентября _____ 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой гидротехники, теории
зданий и сооружений

 Н.Я. Цимбельман
(подпись)

« 27 » _____ сентября _____ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести

Направление 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки - очная

курс - 3, семестр - 5
лекции – 36 часов
практические занятия – 18 час.
лабораторные работы – не предусмотрены
в том числе с использованием МАО лек. 14/пр. 6 час.
всего часов аудиторной нагрузки – 54 час.
в том числе с использованием МАО 20 час.
самостоятельная работа – 90 час.
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.
контрольные работы - нет
курсовая работа/курсовой проект – не предусмотрен
зачет – не предусмотрен
экзамен – 5 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. №1030 и приказа ректора ДВФУ №12-13-1282 от 07 июля 2015 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры гидротехники теории зданий и сооружений
Протокол № 1 от « 27 » _____ сентября _____ 2018 г.

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент Н.Я. Цимбельман

Составитель: к.т.н. А.В. Баенхаев

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

**Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»**

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности», входит в базовую часть Блока 1 Дисциплины (модули) учебного плана (Б1.Б.24).

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа. Учебным планом предусмотрены: лекционные занятия (36 часов), практические занятия (18 часов) и самостоятельная работа студента (54 часа и 36 часов подготовку к экзамену). Форма контроля – экзамен. Дисциплина реализуется на 3 курсе в 5 семестре.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вариационное исчисление», «Физика», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов».

Дисциплина охватывает следующий круг вопросов: основные понятия теории упругости, пластичности, ползучести, определение напряженно-деформированного состояния трехмерных тел.

Цель дисциплины - овладение базовыми знаниями и умениями в области механики деформируемого твердого тела (теории упругости, пластичности, ползучести).

Задачи дисциплины:

- формирование представления о работе основных видах конструкций и их расчетных схемах, освоение методов расчета и оценки плоских и пространственных элементов строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.

- изучение общих методов определения напряжений, деформаций и перемещений в элементах конструкций любой формы, а также оценка точности полученных в сопротивлении материалов приближенных решений.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

Для успешного изучения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1);

- способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-3).

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, владения), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих общепрофессиональных компетенций:

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК – 6 использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности,	знает	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.

применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	умеет	применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету напряженно-деформированного состояния конструкций.
	владеет	методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов
ОПК – 7 способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	знает	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета
	умеет	строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности
	владеет	методами расчета строительных конструкций

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины применяются следующие методы активного обучения: «лекция-беседа», «групповая консультация».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Семестр 5

Раздел 1. . Постановка и методы решения задачи теории упругости (22 часа).

Тема 1. Статические уравнения теории упругости (8 часов).

Введение. Основные гипотезы, используемые в теории упругости. Напряженное состояние тела. Напряжения на наклонной площадке. Дифференциальные уравнения равновесия. Статические граничные условия. Тензор напряжений, шаровой тензор и девиатор напряжений. Главные площадки и главные напряжения, инварианты тензора напряжений. Матричная форма записи статических уравнений.

Тема 2. Геометрические и физические уравнения теории упругости (4 часа).

Компоненты перемещений и компоненты деформаций. Дифференциальные уравнения Коши. Тензор деформаций. Главные оси деформаций и главные деформации. Уравнения совместности деформаций Сен-Венана. Матричная форма записи геометрических уравнений. Обобщенный закон Гука. Формы записи закона Гука. Потенциальная энергия деформации. Матричная форма записи физических уравнений.

Тема 3. Постановки задач теории упругости (4 часа).

Дифференциальная постановка задач теории упругости. Методы решения задач теории упругости. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Уравнения Ляме. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами-Митчелла.

Тема 4. Плоская задача теории упругости (6 часов).

Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Основные уравнения плоской задачи в декартовых координатах. Функция напряжений Эри. Решение плоской задачи в полиномах. Примеры решения задач в полиномах. Плоская задача теории упругости в полярных координатах.

Раздел 2. Метод конечных элементов в применении к упругим системам (8 часов).

Тема 1. Метод конечных элементов в применении к продольной деформации стержня (2 часа).

Идея метода конечных элементов. Дифференциальная постановка задачи. Основная интегральная формула. Вариационная постановка задачи. Конечно-элементная дискретизация. Аппроксимация перемещений. Построение матрицы жесткости конечного элемента. Формирование матрицы жесткости системы. Разрешающие уравнения метода конечных элементов.

Тема 2. Метод конечных элементов в применении к изгибу стержня (4 часа).

Дифференциальная постановка задачи. Вариационные постановки задачи. Метод конечных элементов в форме метода перемещений. Смешанный (гибридный) метод конечных элементов.

Тема 3. Решение плоской задачи теории упругости методом конечных элементов (2 часа).

Постановка плоской задачи теории упругости в матричном виде. Основная интегральная формула. Вариационное уравнение Лагранжа и принцип стационарности полной потенциальной энергии. Построение схемы метода конечных элементов для плоской задачи теории упругости.

Раздел 3. Основы теории пластичности и ползучести(6 час).

Тема 1. Основы теории пластичности (2 часа).

Простейшие задачи теории пластичности. Основы деформационной теории пластичности.

Тема 2. Приближенные методы решения задач пластичности (2 часа).

Метод упругих решений. Метод переменных параметров упругости. Метод последовательных нагружений.

Тема 3. Ползучесть и релаксация в твердых телах (2 часа).

Явления ползучести материалов и релаксации напряжений. Модели упруго-вязких тел. Модели Фойгта и Максвелла. Обобщенная модель упруго-вязкого тела. Постановка задач теории ползучести. Теории упрочнения, течения, старения.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Семестр 5

Темы практических занятий (18 часов).

Раздел 1. Постановка и методы решения задачи теории упругости (12 часов).

Занятие 1 (2 часа). Вводное занятие. Повторение основных понятий сопротивления материалов. Теория изгиба балки Бернулли. Решение задач расчета балки Бернулли.

Занятие 2 (2 часа). Расчет стержневой системы в программном комплексе.

Занятие 3 (2 часа). Напряженное состояние тела. Решение задач на определение напряжений на наклонных площадках.

Занятие 4 (2 часа). Напряженное состояние тела. Решение задач на определение главных площадок и главных напряжений.

Занятие 5 (2 часа). Плоская задача теории упругости. Решение плоской задачи в полиномах.

Занятие 6 (2 часа). Плоская задача теории упругости. Расчет балки-стенки в программном комплексе.

Раздел 2. Метод конечных элементов в применении к упругим системам (4 часа).

Занятие 7 (4 часа). Решение задач методом конечных элементов.

Раздел 3. Основы теории пластичности и ползучести (2 часа).

Занятие 8 (2 часа). Нелинейный расчет толстостенной трубы

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физика среды и ограждающих конструкций» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Постановка и методы решения задачи теории упругости .	ОПК-6	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета задач теории упругости.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			применять математические методы, физические законы для решения задач теории упругости.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического исследования напряженно-деформированного состояния трехмерных тел	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
		ОПК-7	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета как задачи теории упругости.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	Устный опрос	Экзамен
			методами расчета строительных конструкций	Устный опрос	Экзамен
2	Раздел 2. Метод конечных элементов в применении к упругим системам .	ОПК-6	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
		ОПК-7	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета	Устный опрос	Экзамен
			строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами расчета строительных конструкций	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
3	Раздел 3. Основы теории пластичности и ползучести	ОПК-6	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы нелинейного расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			применять математические методы, физические законы для нелинейного расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами нелинейного расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
		ОПК-7	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их нелинейного расчета	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами нелинейного расчета строительных конструкций	Устный опрос (УО-1)	Экзамен

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, а также критерии и показатели, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, представлены в Приложении 2.

При проведении текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении текущей и промежуточной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;

- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже, наличие специальных кресел и других приспособлений).

- форма проведения текущей и промежуточной аттестации для студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумажном носителе, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. "Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс] : учебное пособие / К.М. Иванов [и др.]; под ред. К.М. Иванова. - СПб. : Политехника, 2011." – <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785732509960.html>
2. Александров, В.М. Аналитические методы в контактных задачах теории упругости [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Александров, М.И. Чебаков. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2004. — 299 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48233>
3. Механика деформируемого твердого тела : учебник для вузов / В. В. Пикуль ; Дальневосточный федеральный университет. Владивосток : Изд. дом Дальневосточного федерального университета, 2012. 333 с. <https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:681590&theme=FEFU> (10 экз.)
4. Новожилов, В.В. Теория упругости [Электронный ресурс]: монография/ Новожилов В.В.— Электрон. текстовые данные. — СПб.: Политехника, 2012. — 409 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15914> <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785732509564.html>
5. Основы теории упругости и пластичности [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Кожаринова Л.В. - М. : Издательство АСВ, 2010. – <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785930937121.html>
6. Подскребко, М.Д. Соппротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс] : учеб. пос. / М.Д. Подскребко. - Минск: Выш. шк., 2009. - 669 с. <http://znanium.com/catalog/product/505197> <http://www.iprbookshop.ru/20141.html>
7. Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ К.М. Иванов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2016.- 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59486.html>

8. Прикладная теория пластичности [Электронный ресурс]: учебное пособие/ К.М. Иванов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Политехника, 2016.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59486.html>
9. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности: Учебник / Г.С. Варданян, В.И. Андреев и др.; Под ред. Г.С. Варданяна, Н.М. Атарова - 2 изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 638 с.
<http://znanium.com/catalog/product/256769>
10. Техническая механика (для учащихся строительных вузов и факультетов) [Электронный ресурс] : Учебник / Андреев В.И., Паушкин А.Г., Леонтьев А.Н. - Издание 2-е исправленное и дополненное. - М. : Издательство АСВ, 2013. –
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785930938678.html>
11. Техническая механика (для учащихся строительных вузов и факультетов) [Электронный ресурс] : Учебник / Андреев В.И., Паушкин А.Г., Леонтьев А.Н. - Издание 2-е исправленное и дополненное. - М. : Издательство АСВ, 2013. –
<http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785930938678.html>
12. Каюмов, Р. А. Конспект лекций «Основы теории упругости и элементы теории пластин и оболочек» [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. А. Каюмов. — Электрон. текстовые данные. — Казань : Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 80 с. — 978-5-7829-0486-9. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/73314.html>
13. Молотников, В.Я. Теория упругости и пластичности [Электронный ресурс] / В.Я. Молотников, А.А. Молотникова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 532 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94741>
14. Котович, А. В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Котович, И. В. Станкевич. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012. — 112 с. — 978-5-7038-3567-8. — Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/31229.html>

Дополнительная литература

1. Перельмутер, А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Перельмутер А.В., Сливкер В.И.— Электрон. текстовые данные. — М.: ДМК Пресс, 2009. — 456 с.— Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/7880>
2. Перельмутер, А.В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Электронный ресурс] : руководство / А.В. Перельмутер, В.И. Сливкер. — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2009. — 596 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1296>
3. Сопротивление материалов. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.М. Атаров [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 64 с.— Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/16998.html>
4. Сопротивление материалов. Часть 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Н.М. Атаров [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 80 с.— Режим доступа:
<http://www.iprbookshop.ru/19269.html>
5. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов. Основы теории упругости, пластичности, ползучести и механики разрушения [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Д. Подскребко. — Электрон. текстовые данные. — Минск : Вышэйшая школа, 2009. — 669 с. — 978-985-06-1373-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20141.html>
6. Ледовской, И. В. Теория упругости. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. В. Ледовской. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 48 с. — 978-5-9227-0344-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19044.html>
7. Теория упругости. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. В. Ледовской, В. В. Роцин, О. Б. Халецкая, Г. С. Шульман. — Электрон. текстовые данные.

— СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 83 с. — 978-5-9227-0349-9. — Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/19045.html>

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Научная электронная библиотека НЭБ <http://elibrary.ru/querybox.asp?scope=newquery>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>
4. ЭБС znanium.com НИЦ «ИНФРА-М» <http://znanium.com/>
5. ЭБС IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Научная библиотека ДВФУ публичный онлайн каталог <http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?theme=FEFU>
7. Информационная система ЕДИНОЕ ОКНО доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/resource>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Место расположения компьютерной техники, на котором установлено ПО, кол-во рабочих мест	Перечень программного обеспечения
Компьютерный класс кафедры Гидротехники. теории зданий и сооружений ауд. Е 708, 19 рабочих мест	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Revit Architecture – система для работы с чертежами; – SCAD Office – система для расчёта строительных конструкций – Лира САПР - система для расчёта строительных конструкций – PTC MathCAD – математический пакет
Компьютерный класс кафедры Гидротехники. теории зданий и сооружений ауд. Е 709, 25 рабочих мест	<ul style="list-style-type: none"> – Microsoft Office Professional Plus 2016 – офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.); – 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных; – Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF; – AutoCAD Electrical 2015 Language Pack – English - трёхмерная система автоматизированного проектирования и черчения; – Revit Architecture – система для работы с чертежами – SCAD Office – система для расчёта строительных конструкций; – Лира САПР - система для расчёта строительных конструкций – PTC MathCAD – математический пакет

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Рекомендации по работе с литературой: в процессе освоения теоретического материала дисциплины необходимо вести конспект лекций и добавлять к лекционному материалу информацию, полученную из рекомендуемой литературы.

При этом, желательно проводить анализ полученной дополнительной информации и информации лекционной, анализировать существенные дополнения, возможно на следующей лекции ставить вопросы, связанные с дополнительными знаниями.

Рекомендации по подготовке к экзамену: к сессии необходимо иметь полный конспект лекций и проработанные практические занятия. Перечень вопросов к экзамену помещён в фонде оценочных средств (приложение 2), поэтому подготовиться к сдаче экзамена лучше

систематически, прослушивая очередную лекцию и поработав на очередном практическом занятии.

Требования к допуску на зачет/экзамен

Для допуска к зачету/экзамену студент должен:

- обязательно посещать занятия (для очной формы обучения);
- иметь конспект лекций;
- иметь материалы по практическим занятиям,
- иметь материалы выполнения лабораторных работ (при наличии в учебном плане);
- выполнить в полном объеме задания к практическим занятиям (например, решенные задач и прочие задания, предусмотренные рабочей учебной программой дисциплины в рамках практических занятий);
- защитить контрольные работы и тесты (при наличии в учебном плане);
- защитить расчетно-графические работы (при наличии в учебном плане);
- защитить курсовую работу или курсовой проект (при наличии в учебном плане);

Студент обязан не только представить комплект выполненных заданий и прочих материалов, необходимых для допуска к зачету/экзамену по изучаемой дисциплине, но и уметь ответить на вопросы преподавателя, касающиеся решения конкретной задачи или выполненного студентом задания.

В случае невыполнения выше изложенных требований студент *не допускается* к сдаче зачета или экзамена.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Студенты используют для работы собственные персональные компьютеры, а также имеют возможность пользоваться современными компьютерами, где установлены соответствующие пакеты прикладных программ, в аудиториях Е708 и Е709 Инженерной школы.

Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования
Компьютерный класс кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. Е 708, на 19 человек, общей площадью 78 м ²	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty (19 шт.)
Компьютерный класс кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений, ауд. Е 709, на 25 человек, общей площадью 77 м ²	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty (25 шт.)
Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)	Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видео увеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками

Мультимедийная аудитория	Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видео коммутации; Подсистема аудио коммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудио процессор DMP 44 LC Extron; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).
--------------------------	---

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки - очная

Владивосток

2016

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	В течение семестра	Работа с теоретическим материалом	54 час	УО-1 ПР-1
2	январь	Подготовка к экзамену	36 час	экзамен

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 1

«Исследование плоского напряженного состояния по заданным напряжениям на произвольных площадках»

Номер варианта задания выбирается в соответствии с шифром **СВА**, которым являются три последние цифры номера зачетной книжки: **А** - последняя цифра зачетной книжки, **В** - предпоследняя и **С** - третья от конца.

Исследование плоского напряженного состояния по заданным напряжениям на произвольных площадках. Проверка прочности

1. Найдите полное, нормальное и касательное напряжения на наклонной площадке.
2. Найдите величины главных напряжений и угол наклона главных площадок к заданным площадкам. Покажите главные площадки с действующими на них напряжениями на рисунке.
3. Определите величины наибольших касательных напряжений: наибольшего касательного напряжения для заданного плоского напряженного состояния. Покажите на рисунке площадки, на которых действуют τ_{\max} . Найдите нормальные напряжения на этих площадках.
4. Проверьте прочность материала заданного элементарного параллелепипеда. Найдите действительный коэффициент запаса прочности. Покажите на рисунке опасные площадки.

Таблица 1

<i>A</i>	№ схемы на рис. 1	σ_x , МПа	σ_z , МПа	<i>B</i>	τ_{xz} , МПа	β , град	<i>C</i>	$\sigma_{\text{пред.}}$, МПа	Материал
0	1	10	-20	0	30	15	0	240	Сталь
1	2	-20	30	1	-40	30	1	180/600	Чугун
2	3	50	40	2	50	45	2	150	Бронза
3	4	-30	-50	3	-60	60	3	150/500	Чугун
4	1	-10	30	4	10	75	4	210	Алюминий
5	2	20	-40	5	-20	15	5	160/480	Чугун
6	3	-70	-60	6	20	30	6	260	Сталь
7	4	40	30	7	-10	45	7	120	Бронза
8	4	-80	70	8	-30	60	8	180/600	Чугун
9	3	60	-30	9	40	75	9	200	Алюминий

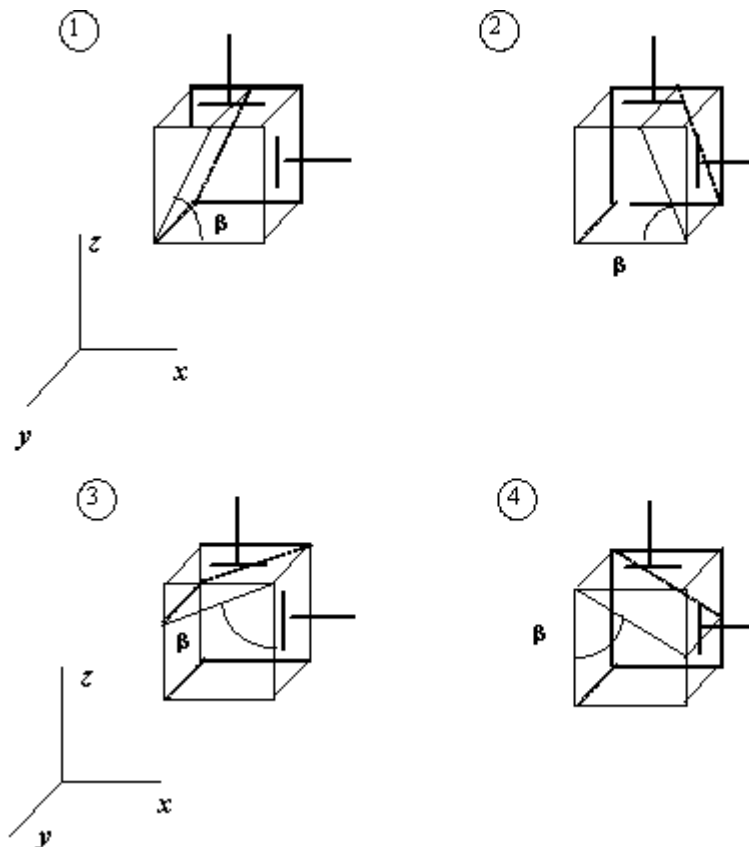


Рис. 1

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

«Решение плоской задачи теории упругости в полиномах»

Задание выбирается в соответствии с вариантом на стр. 31 (Задача 4. Плоская задача теории упругости. Функция напряжений) пособия:

Ледовской, И. В. Теория упругости. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. В. Ледовской. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 48 с. — 978-5-9227-0344-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19044.html>

Для получения доступа к ресурсам ЭБС АСВ необходимо зарегистрироваться в ЭБС IPRBooks по указанному выше адресу как студент ДВФУ.

Примеры решения задач приведены в части 2 указанного пособия:

Теория упругости. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / И. В. Ледовской, В. В. Рошин, О. Б. Халецкая, Г. С. Шульман. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 83 с. — 978-5-9227-0349-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19045.html>

Вариант **BC** вычисляется следующим образом:

B – последняя цифра суммы последней и третьей с конца цифр номера зачетной книжки;

C – последняя цифра суммы последней и предпоследней цифр номера зачетной книжки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

Специальность 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Специализация «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности»

Форма подготовки - очная

Владивосток

2016

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОПК – 6, использование основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знает	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.
	Умеет	применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету напряженно-деформированного состояния конструкций.
	Владеет	методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов
ОПК – 7, способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	Знает	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета
	Умеет	строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности
	Владеет	методами расчета строительных конструкций

Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине «Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Постановка и методы решения задачи теории упругости .	ОПК-6	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета задач теории упругости.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			применять математические методы, физические законы для решения задач теории упругости.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического исследования напряженно-деформированного состояния трехмерных тел	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
		ОПК-7	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета как задачи теории упругости.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами расчета строительных конструкций	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
2	Раздел 2. Метод конечных элементов в применении к	ОПК-6	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен

	упругим системам		применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
		ОПК-7	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами расчета строительных конструкций	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
3	Раздел 3. Основы теории пластичности и ползучести	ОПК-6	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы нелинейного расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			применять математические методы, физические законы для нелинейного расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами нелинейного расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
		ОПК-7	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их нелинейного расчета	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	Устный опрос (УО-1)	Экзамен
			методами нелинейного расчета строительных конструкций	Устный опрос (УО-1)	Экзамен

Шкала оценивания уровня сформированности компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
(ОПК-6) использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического	знает (пороговый уровень)	основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на которых основаны принципы расчета напряженно-деформированного состояния конструкций.	знание основных законов физики и математических методов, использование их в основных разделах дисциплины	способен демонстрировать основные понятия естественнонаучных дисциплин и методы математического моделирования, теоретического и экспериментального подхода	61-75 баллов

анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	умеет (продвинутый)	применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету напряженно-деформированного состояния конструкций.	умение применять математические методы, физические законы для решения задач по расчету напряженно-деформированного состояния конструкций	способен демонстрировать основные математические приемы для решения задач, решать уравнения и системы уравнений, находить площади и объемы простых фигур и тел	76-85 баллов
	владеет (высокий)	методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов	владение методами расчета напряженно-деформированного состояния конструкций, а также методами теоретического и экспериментального исследования изучаемых объектов	способен использовать навыки тождественных преобразований, применять изученные формулы к решению задач, владеть навыками логичных умозаключений, описывать результаты решения математических задач, формулировать выводы	86-100 баллов
(ОПК-7) способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	знает (пороговый уровень)	особенности конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета	знание особенностей конструктивных решений зданий и сооружений и теории их расчета	способен демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин и готовность использовать основные законы в практической деятельности	61-75 баллов
	умеет (продвинутый)	строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	умение строить необходимую модель и подбирать теорию расчета объектов профессиональной деятельности	способен демонстрировать основные знания в решении уравнений, готов использовать результаты в практической деятельности, составлять отчеты	76-85 баллов
	владеет (высокий)	методами расчета строительных конструкций	владение методами расчета строительных конструкций	способен использовать навыки описания задач на основе естественнонаучных закономерностей и применять их для решения конкретных практических задач	86-100 баллов

Шкала измерения уровня сформированности компетенций

Итоговый балл	1-60	61-75	76-85	86-100
Оценка (пятибалльная шкала)	2 неудовл.о	3 удовл.	4 хорошо	5 отлично
Уровень сформированности компетенций	отсутствует	пороговый (базовый)	продвинутый	Высокий (креативный)

**Содержание методических рекомендаций,
определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины
«Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»**

Текущая аттестация студентов.

Текущая аттестация студентов по дисциплине «**Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести**» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине «**Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести**» проводится в форме контрольных мероприятий (*устного опроса (собеседования УО-1)*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценка освоения учебной дисциплины «**Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести**» является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость всех видов фиксируется в журнале посещения занятий.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос.

Промежуточная аттестация студентов.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «**Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести**» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений, специализации «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности» видом промежуточной аттестации студентов в процессе изучения дисциплины «**Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести**» является экзамен (7 семестр).

**Перечень оценочных средств (ОС) по дисциплине
«Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»**

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	ПП-1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

Тесты

1. Дифференциальные уравнения равновесия

а)	б)	в)
$\begin{cases} \tau_{xy} = \tau_{yx} \\ \tau_{xz} = \tau_{zx} \\ \tau_{yz} = \tau_{zy} \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} X_v = \sigma_x * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n \\ Y_v = \tau_{yx} * l + \sigma_y * m + \tau_{yz} * n \\ Z_v = \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + \sigma_z * n \end{cases}$

2. Уравнения на наклонных площадках

а)	б)	в)
$\begin{cases} (\sigma_x - \sigma) * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n = 0 \\ \tau_{yx} * l + (\sigma_y - \sigma) * m + \tau_{yz} * n = 0 \\ \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + (\sigma_z - \sigma) * n = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} p_{xv} = \sigma_x l + \tau_{xy} m + \tau_{xz} n \\ p_{yv} = \tau_{yx} l + \sigma_y m + \tau_{yz} n \\ p_{zv} = \tau_{zx} l + \tau_{zy} m + \sigma_z n \end{cases}$

3. Закон парности касательных напряжений

а)	б)	в)
$\begin{cases} (\sigma_x - \sigma) * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n = 0 \\ \tau_{yx} * l + (\sigma_y - \sigma) * m + \tau_{yz} * n = 0 \\ \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + (\sigma_z - \sigma) * n = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \tau_{xy} = \tau_{yx} \\ \tau_{xz} = \tau_{zx} \\ \tau_{yz} = \tau_{zy} \end{cases}$	$\begin{cases} X_v = \sigma_x * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n \\ Y_v = \tau_{yx} * l + \sigma_y * m + \tau_{yz} * n \\ Z_v = \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + \sigma_z * n \end{cases}$

4. Уравнения Навье

а)	б)	в)
$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} p_{xv} = \sigma_x l + \tau_{xy} m + \tau_{xz} n \\ p_{yv} = \tau_{yx} l + \sigma_y m + \tau_{yz} n \\ p_{zv} = \tau_{zx} l + \tau_{zy} m + \sigma_z n \end{cases}$	$\begin{cases} (\sigma_x - \sigma) * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n = 0 \\ \tau_{yx} * l + (\sigma_y - \sigma) * m + \tau_{yz} * n = 0 \\ \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + (\sigma_z - \sigma) * n = 0 \end{cases}$

5. Статические уравнения

а)	б)	в)
$\begin{cases} X_v = \sigma_x * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n \\ Y_v = \tau_{yx} * l + \sigma_y * m + \tau_{yz} * n \\ Z_v = \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + \sigma_z * n \end{cases}$	$\begin{cases} (\sigma_x - \sigma) * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n = 0 \\ \tau_{yx} * l + (\sigma_y - \sigma) * m + \tau_{yz} * n = 0 \\ \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + (\sigma_z - \sigma) * n = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{cases}$

6. Девиатор напряжений

$$\begin{array}{ccc}
 \text{а)} & \text{б)} & \text{в)} \\
 \left\{ \begin{array}{l} (\sigma_x - \sigma) * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n = 0 \\ \tau_{yx} * l + (\sigma_y - \sigma) * m + \tau_{yz} * n = 0 \\ \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + (\sigma_z - \sigma) * n = 0 \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \tau_{xy} = \tau_{yx} \\ \tau_{xz} = \tau_{zx} \\ \tau_{yz} = \tau_{zy} \end{array} \right. & \left(\begin{array}{ccc} \sigma_x - \sigma_0 & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y - \sigma_0 & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z - \sigma_0 \end{array} \right)
 \end{array}$$

7. Шаровый тензор напряжений

$$\begin{array}{ccc}
 \text{а)} & \text{б)} & \text{в)} \\
 \left(\begin{array}{ccc} \sigma_x - \sigma_0 & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{yx} & \sigma_y - \sigma_0 & \tau_{yz} \\ \tau_{zx} & \tau_{zy} & \sigma_z - \sigma_0 \end{array} \right) & \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{array} \right. & \left(\begin{array}{ccc} \sigma_0 & 0 & 0 \\ 0 & \sigma_0 & 0 \\ 0 & 0 & \sigma_0 \end{array} \right), \\
 & & \text{где } \sigma_0 = \frac{\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z}{3}
 \end{array}$$

8. Линейные деформации

$$\begin{array}{ccc}
 \text{а)} & \text{б)} & \text{в)} \\
 \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \tau_{xy} = \tau_{yx} \\ \tau_{xz} = \tau_{zx} \\ \tau_{yz} = \tau_{zy} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} \end{array} \right.
 \end{array}$$

9. Угловые деформации

$$\begin{array}{ccc}
 \text{а)} & \text{б)} & \text{в)} \\
 \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} (\sigma_x - \sigma) * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n = 0 \\ \tau_{yx} * l + (\sigma_y - \sigma) * m + \tau_{yz} * n = 0 \\ \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + (\sigma_z - \sigma) * n = 0 \end{array} \right.
 \end{array}$$

10. Геометрические уравнения

$$\begin{array}{ccc}
 \text{а)} & \text{б)} & \text{в)} \\
 \left\{ \begin{array}{l} X_v = \sigma_x * l + \tau_{xy} * m + \tau_{xz} * n \\ Y_v = \tau_{yx} * l + \sigma_y * m + \tau_{yz} * n \\ Z_v = \tau_{zx} * l + \tau_{zy} * m + \sigma_z * n \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} \end{array} \right. & \left\{ \begin{array}{l} \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{array} \right. \\
 & & \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{array} \right.
 \end{array}$$

14. Физические уравнения

а)	б)	в)
$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)] \\ \varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)] \\ \varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)] \\ \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \\ \gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G} \\ \gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G} \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} \end{cases} \quad \begin{cases} \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{cases}$

15. Обобщенный закон Гука

а)	б)	в)
$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)] \\ \varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)] \\ \varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)] \\ \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \\ \gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G} \\ \gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G} \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} \end{cases} \quad \begin{cases} \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{cases}$

16. Обратная форма закона Гука

а)	б)	в)
$\begin{cases} \sigma_x = \lambda \theta + 2\mu \varepsilon_x \\ \sigma_y = \lambda \theta + 2\mu \varepsilon_y \\ \sigma_z = \lambda \theta + 2\mu \varepsilon_z \\ \tau_{xy} = \mu \gamma_{xy} \\ \tau_{yz} = \mu \gamma_{yz} \\ \tau_{zx} = \mu \gamma_{zx} \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)] \\ \varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)] \\ \varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)] \\ \gamma_{xy} = \frac{\tau_{xy}}{G} \\ \gamma_{yz} = \frac{\tau_{yz}}{G} \\ \gamma_{zx} = \frac{\tau_{zx}}{G} \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} \end{cases} \quad \begin{cases} \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{cases}$

17. Уравнения Ляме

а)	б)	в)
$\begin{cases} \sigma_x = \lambda\theta + 2\mu\varepsilon_x \\ \sigma_y = \lambda\theta + 2\mu\varepsilon_y \\ \sigma_z = \lambda\theta + 2\mu\varepsilon_z \\ \tau_{xy} = \mu\gamma_{xy} \\ \tau_{yz} = \mu\gamma_{yz} \\ \tau_{zx} = \mu\gamma_{zx} \end{cases}$	$\begin{cases} (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial x} + \mu\nabla^2 u + X = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial y} + \mu\nabla^2 v + Y = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial z} + \mu\nabla^2 w + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} & \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} & \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} & \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{cases}$

18. Уравнения равновесия в перемещениях

а)	б)	в)
$\begin{cases} (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial x} + \mu\nabla^2 u + X = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial y} + \mu\nabla^2 v + Y = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial z} + \mu\nabla^2 w + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} + X = 0 \\ \frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} + Y = 0 \\ \frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\partial u}{\partial x} & \gamma_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial v}{\partial y} & \gamma_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \varepsilon_z = \frac{\partial w}{\partial z} & \gamma_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{cases}$

19. Уравнения Бельтрами-Митчелла

а)	б)	в)
$\begin{cases} (1+\nu)\nabla^2 \sigma_x + \frac{\partial^2 I_1}{\partial x^2} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2 \sigma_y + \frac{\partial^2 I_1}{\partial y^2} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2 \sigma_z + \frac{\partial^2 I_1}{\partial z^2} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2 \tau_{xy} + \frac{\partial^2 I_1}{\partial x \partial y} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2 \tau_{yz} + \frac{\partial^2 I_1}{\partial y \partial z} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2 \tau_{zx} + \frac{\partial^2 I_1}{\partial x \partial z} = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial x} + \mu\nabla^2 u + X = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial y} + \mu\nabla^2 v + Y = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial z} + \mu\nabla^2 w + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x \partial y} \\ \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{yz}}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{zx}}{\partial z \partial x} \\ \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y} + \frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z} - \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} \right) = 2 \frac{\partial \varepsilon_x}{\partial y \partial z} \\ \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z} + \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} - \frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y} \right) = 2 \frac{\partial \varepsilon_y}{\partial x \partial z} \\ \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} + \frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y} - \frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z} \right) = 2 \frac{\partial \varepsilon_z}{\partial x \partial y} \end{cases}$

20. Уравнения совместности деформаций в напряжениях

а)	б)	в)
$\begin{cases} (1+\nu)\nabla^2\sigma_x + \frac{\partial^2 I_1}{\partial x^2} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2\sigma_y + \frac{\partial^2 I_1}{\partial y^2} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2\sigma_z + \frac{\partial^2 I_1}{\partial z^2} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2\tau_{xy} + \frac{\partial^2 I_1}{\partial x\partial y} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2\tau_{yz} + \frac{\partial^2 I_1}{\partial y\partial z} = 0 \\ (1+\nu)\nabla^2\tau_{zx} + \frac{\partial^2 I_1}{\partial x\partial z} = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial x} + \mu\nabla^2 u + X = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial y} + \mu\nabla^2 v + Y = 0 \\ (\lambda + \mu)\frac{\partial e}{\partial z} + \mu\nabla^2 w + Z = 0 \end{cases}$	$\begin{cases} \frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{xy}}{\partial x\partial y} \\ \frac{\partial^2 \varepsilon_y}{\partial z^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial y^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{yz}}{\partial y\partial z} \\ \frac{\partial^2 \varepsilon_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varepsilon_x}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 \gamma_{zx}}{\partial z\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y} + \frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z} - \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} \right) = 2 \frac{\partial \varepsilon_x}{\partial y\partial z} \\ \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z} + \frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} - \frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y} \right) = 2 \frac{\partial \varepsilon_y}{\partial x\partial z} \\ \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{\partial \gamma_{yz}}{\partial x} + \frac{\partial \gamma_{zx}}{\partial y} - \frac{\partial \gamma_{xy}}{\partial z} \right) = 2 \frac{\partial \varepsilon_z}{\partial x\partial y} \end{cases}$

Перечень типовых вопросов к экзамену

1. Дифференциальные уравнения равновесия.
 2. Тензор напряжений, шаровой тензор, девиатор.
 3. Напряжения на наклонных площадках.
 4. Главные площадки и главные напряжения. Инварианты тензора напряжений.
 5. Перемещения и деформации. Виды деформации. Геометрические соотношения
- Коши.
6. Уравнения неразрывности деформаций Сен-Венана.
 7. Обобщенный закон Гука.
 8. Полная система уравнений теории упругости в декартовых координатах. Постановка граничных условий в напряжениях и в перемещениях.
 9. Постановка задач теории упругости в перемещениях. Уравнения Ляме.
 10. Постановка задач теории упругости в напряжениях. Уравнения Бельтрами–Митчелла.
 11. Плоская деформация.
 12. Плоское напряженное состояние.
 13. Постановка плоской задачи теории упругости в напряжениях. Уравнение Мориса
- Леви. Функция напряжений.
14. Решение плоской задачи в полиномах.
 15. Общие уравнения плоской задачи в полярных координатах.
 16. Осесимметричные задачи.
 17. Упруго-пластическое и жестко-пластическое тело.
 18. Постановка задач теории идеальной пластичности. Условие пластичности для несжимаемого материала.
 19. Деформационная теория пластичности и границы её применения.
 20. Постановка задач теории упругости в матричной форме. Основная интегральная формула.
 21. Вариационное уравнение Лагранжа. Принцип стационарности полной потенциальной энергии.
 22. Метод конечных элементов в форме метода перемещений для задачи теории упругости.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине
«Теория упругости с основами теории пластичности и ползучести»:**

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
100-86 баллов	«отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	«хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 баллов	«удовл»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Критерии оценки (устный ответ) при собеседовании

100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 - балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.