



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Строительной механики

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«29» июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория упругости

направление подготовки/специальность 15.03.03 Прикладная механика

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Вычислительная механика и
компьютерный инжиниринг

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются:

формирование базовых общекультурных и профессиональных компетенций, необходимых для решения задач, соответствующих профессиональной деятельности специалиста, работающего по специальности "Наземные транспортно-технологические средства", в области обеспечения прочности, жесткости и устойчивости при проектировании и эксплуатации элементов конструкций транспортно-технологических машин и механизмов.

Задачами освоения дисциплины являются:

Изучение системы уравнений теории упругости, способов и методов решения задачи теории упругости в общем случае;

достижение умения решать задачи определения напряженно-деформированного состояния твердого тела на основе методов теории упругости;

формирование навыков решения практических задач обеспечения прочности элементов конструкций с использованием методов и решений теории упругости.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.2 Определяет основные характеристики физического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретического (экспериментального) исследования	знает основные понятия, терминологию, принципы и основные положения теории упругости умеет пользоваться уравнениями теории упругости; строить математические модели и формулировать задачи определения напряженно-деформированного состояния конструкций владеет навыками применения полученных знаний для расчета конструкций; анализа и оценки полученных результатов для принятия обоснованных решений
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.4 Представляет физический (химический) процесс (явление), протекающий на объекте профессиональной деятельности в виде уравнения(й)	знает представлять основные физические процессы, протекающие в конструкциях в виде уравнений теории упругости умеет пользоваться уравнениями теории упругости; строить математические модели и формулировать задачи определения напряженно-деформированного состояния конструкций владеет навыками применения уравнений теории упругости для расчета конструкций; анализа и оценки полученных результатов для принятия обоснованных решений

<p>ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.6 Осуществляет решение математического уравнения</p>	<p>знает основные алгоритмы решения математических уравнений теории упругости умеет решать уравнения теории упругости; строить математические модели и формулировать задачи определения напряженно-деформированного состояния конструкций владеет навыками решения основных математических уравнений теории упругости для расчета конструкций; анализа и оценки полученных результатов для принятия обоснованных решений</p>
<p>ОПК-11 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии</p>	<p>ОПК-11.4 Демонстрирует применение физико-математического аппарата и современных компьютерных технологий для решения проблемы профессиональной деятельности</p>	<p>знает о возможностях применения физико-математического аппарата и современных компьютерных технологий для решения задач теории упругости умеет применять физико-математический аппарат и современных компьютерных технологий для решения задач теории упругости владеет физико-математическим аппаратом и современными компьютерными технологиями для решения задач теории упругости</p>
<p>ОПК-14 Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения</p>	<p>ОПК-14.3 Демонстрирует применение разработанного алгоритма и (или) компьютерной программы</p>	<p>знает о возможности применения разработанных алгоритмов и компьютерных программ для решения задач теории упругости умеет уметь применять разработанные алгоритмы и компьютерные программы для решения задач теории упругости владеет владеть разработанными алгоритмами и компьютерными программами для решения задач теории упругости</p>

ОПК-2 Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации	ОПК-2.3 Демонстрирует применение специализированного программного обеспечения в соответствии с заданием	знает основное специализированное программное обеспечение в соответствии с задачами теории упругости умеет уметь использовать специализированное программное обеспечение в соответствии с задачами теории упругости владеет владеть специализированным программным обеспечением в соответствии с задачами теории упругости
--	---	--

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.22 основной профессиональной образовательной программы 15.03.03 Прикладная механика и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
2	Сопротивление материалов	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-2.3
3	Физика	УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5
4	Теоретическая механика	ОПК-1.2, ОПК-1.6, ОПК-4.3
5	Аналитическая динамика и теория колебаний	ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1

Высшая математика

знать фундаментальные основы математического анализа и линейной алгебры, теории дифференциального и интегрального исчисления функций нескольких переменных
уметь использовать методы математического анализа и линейной алгебры для решения задач механики твердого тела в объеме сопротивления материалов
владеть методами математического моделирования простых процессов в физике и механике.

Сопротивление материалов

знать основные понятия, методы и результаты науки о сопротивлении материалов
уметь использовать методы и результаты сопротивления материалов для анализа НДС твердого тела и решения задач прочности элементов конструкций
владеть навыками расчета стержневых элементов на прочность при различных видах деформации

Физика

знать физические явления и законы, относящиеся к механике деформируемого твердого тела
уметь использовать законы физики при решении задач механики твердого тела
владеть основами научного подхода к явлениям и процессам материального мира

Теоретическая механика

знать основные законы статики твердого тела
уметь использовать уравнения равновесия твердого тела для определения внешних и внутренних сил
владеть навыками определения реакций опор и усилий в сечениях твердого тела на основе уравнений статики

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-------	------------------------	--

1	Проектная практика	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-1.10, ПК-1.11
2	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-7.1, УК-7.2, УК-7.3, УК-7.4, УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, УК-9.1, УК-9.2, УК-9.3, УК-10.1, УК-10.2, УК-10.3, УК-10.4, УК-10.5, УК-11.1, УК-11.2, УК-11.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.6, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК-7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-8.1, ОПК-8.2, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.4, ОПК-10.1, ОПК-10.2, ОПК-10.3, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-12.1, ОПК-12.2, ОПК-12.3, ОПК-13.1, ОПК-13.2, ОПК-13.3, ОПК-14.1, ОПК-14.2, ОПК-14.3, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6, ПК-1.7, ПК-1.8, ПК-1.9, ПК-1.10, ПК-1.11, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3, ПК-4.4, ПК-4.5, ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-5.4, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3, ПК-6.4, ПК-6.5, ПК-6.6, ПК-6.7, ПК-7.1, ПК-7.2, ПК-7.3, ПК-7.4, ПК-7.5, ПК-8.1, ПК-8.2, ПК-8.3, ПК-8.4, ПК-8.5, ПК-8.6, ПК-8.7, ПК(Ц)-1.1, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.3, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6, ПК(Ц)-2.1, ПК(Ц)-2.2, ПК(Ц)-2.3, ПК(Ц)-2.4
3	Вычислительная механика	ПК-2.2, ПК-3.2

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			5
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:	1,05		1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,4		0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25		0,25
Часы на контроль	8,75		8,75
Самостоятельная работа (СР)	50,2		50,2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	3		3

2.1.	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах	5	2		8				6	16	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3
2.2.	Плоская задача теории упругости в полярных координатах.	5	3						6	9	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3
3.	3 раздел. Теория расчета тонких пластинок										
3.1.	Основные соотношения теории тонких пластинок	5	3		4				6	13	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3
3.2.	Изгиб тонких прямоугольных пластинок.	5	2		4				6	12	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3
4.	4 раздел. Иная контактная работа										
4.1.	Контрольная работа	5								1,05	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Зачет с оценкой.	5								8,75	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Основные понятия. Теория напряжений.	Основные понятия. Теория напряжений. Основные принципы и допущения теории упругости. Внешние и внутренние силы. Компоненты напряженного состояния. Дифференциальные уравнения равновесия. Закон парности касательных напряжений. Напряжения по наклонным площадкам (условия на поверхности). Главные напряжения и главные площадки. Тензор напряжений. Интенсивность напряжений.
2	Теория деформаций.	Теория деформаций. Перемещения и деформации. Соотношения Коши. Условия неразрывности деформаций Сен-Венана. Деформации по произвольным направлениям. Тензор деформаций. Интенсивность деформаций. Главные деформации.
3	Обобщенный закон Гука.	Обобщенный закон Гука. Закон Гука при объемном напряженном состоянии для изотропного тела. Прямая форма закона Гука. Закон Гука для объемной деформации. Обратная форма закона Гука. Закон Гука в тензорной форме.
4	Постановка задач теории упругости.	Постановка основных задач теории упругости и методы их решения. Сводка основных уравнений теории упругости. Способы решения задач теории упругости: в напряжениях, в перемещениях и в смешанной форме. Решение задачи теории упругости в перемещениях. Уравнения Лямэ. Решение задачи теории упругости в напряжениях при постоянстве объемных сил. Типы граничных условий на поверхности тела. Теорема единственности. Методы решения задач теории упругости.
5	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах. Плоская деформация. Обобщенное плоское напряженное состояние. Основные уравнения и граничные условия плоской задачи теории упругости. Решение плоской задачи теории упругости в напряжениях. Уравнение Мориса Леви. Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение для функции напряжений. Условия на поверхности. Решение плоской задачи для прямоугольной односвязной области в алгебраических полиномах.
6	Плоская задача теории упругости в полярных координатах.	Основные уравнения плоской задачи в полярных координатах. Дифференциальные уравнения равновесия, условие неразрывности деформаций и соотношения Коши в полярных координатах. Простое радиальное напряженное состояние. Сосредоточенная сила на границе полуплоскости.
6	Плоская задача теории упругости в полярных координатах.	Осесимметричная плоская задача теории упругости. Осесимметричная задача теории упругости. Решение в перемещениях. Расчет толстостенной трубы под действием внутреннего (внешнего) давления (задача Лямэ).
7	Основные соотношения теории тонких пластинок	Основные соотношения теории тонких пластинок. Гипотезы технической теории пластинок. Перемещения и деформации. Выражения для напряжений через прогиб срединной плоскости. Усилия в пластинке. Выражения напряжений через усилия. Дифференциальное уравнение изгиба пластинки.
8	Изгиб тонких прямоугольных пластинок.	Изгиб тонких прямоугольных пластинок. Граничные условия на контуре прямоугольной пластинки. Решение

		Навье для прямоугольной пластинки с шарнирным опиранием по контуру. Результаты для равномерно распределенной нагрузки и сосредоточенной силы. Понятие о решении Мориса Леви.
--	--	--

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Основные понятия. Теория напряжений.	Исследование напряженного состояния в точке тела. Определение компонентов полного напряжения по наклонной площадке по координатным осям. Определение нормального напряжения и проекции касательного напряжения на заданное направление. Определение инвариантов напряженного состояния. Решение кубического уравнения для определения главных напряжений. Определение направляющих косинусов нормалей к главным площадкам решением системы линейных уравнений.
2	Теория деформаций.	Анализ деформированного состояния Определение линейной деформации по заданному направлению. Определение угла сдвига между заданными направлениями.
3	Обобщенный закон Гука.	Обобщенный закон Гука Определение относительных деформаций через напряжения (прямая форма закона Гука) и напряжений через относительные деформации. Определение объемной деформации.
4	Постановка задач теории упругости.	Типы граничных условий на поверхности тела. Формулировка граничных условий на поверхности тела Запись статических и кинематических граничных условий на боковой поверхности пластинки в декартовой системе координат по заданным нагрузкам и связям твердого тела.
4	Постановка задач теории упругости.	Решение обратной задачи теории упругости. Определение нагрузок, приложенных к упругому стержню по заданным функциям компонент перемещений. Использование уравнений Коши, обобщенного закона Гука, граничных условий на поверхности тела.
5	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах	Решение плоской задачи теории упругости в напряжениях. Решение задачи об изгибе тонкой прямоугольной пластинки обратным методом с использованием функции напряжений Эри. Сравнение с решением сопротивления материалов.
7	Основные соотношения теории тонких пластинок	Расчет тонких плит при поперечном изгибе. Определение нагрузки по заданной функции прогибов срединной плоскости пластинки. Определение напряжений и погонных усилий.
8	Изгиб тонких прямоугольных пластинок.	Изгиб тонких прямоугольных пластинок Определение граничных условий на контуре плиты по функции прогибов. Определение реактивных (активных) усилий на краях пластинки.

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Основные понятия. Теория напряжений.	Теория напряжений. Анализ напряженного состояния Анализ объемного напряженного состояния Изучение теоретического материала по курсу. Решение задачи 1.1 из КР № 1.
2	Теория деформаций.	Теория деформаций.

		Теория деформаций Изучение теоретического материала по теме. Решение задачи 1.1 из КР № 1.
3	Обобщенный закон Гука.	Обобщенный закон Гука. Обобщенный закон Гука Изучение теоретического материала по теме. Решение задач
4	Постановка задач теории упругости.	Постановка задач теории упругости и методы их решения Формулировка граничных условий на поверхности тела. Изучение теоретического материала. Решение задачи 1.2 из КР № 1. Определение граничных условий на поверхности тела. Решение обратной задачи теории упругости Изучение теоретического материала по теме. Решение задачи 1.3 из КР № 1. Решение обратной задачи теории упругости: определение нагрузок, приложенных к стержню.
5	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах	Основные уравнения плоской задачи теории упругости Плоская деформация. Плоское напряженное состояние. Изучение теоретического материала по теме. Решение плоской задачи теории упругости в напряжениях Изучение теоретического материала по теме. Выполнение задачи 1.4 из КР № 1.
6	Плоская задача теории упругости в полярных координатах.	Плоская задача теории упругости в полярных координатах. Изучение теоретического материала по теме лекций.
7	Основные соотношения теории тонких пластинок	Расчет тонких плит при поперечном изгибе Изучение теоретического материала по теме лекции. Выполнение задачи 1.5 из КР № 5.
8	Изгиб тонких прямоугольных пластинок.	Изгиб тонких прямоугольных пластинок Изучение теоретического материала по теме лекции. Выполнение задачи 1.5 из КР № 1.

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение и подготовка к защите КР;
- подготовка к зачету.

Выбор задания на выполнение контрольной работы производится по шифру на основе последних цифр зачетной книжки согласно методическим указаниям по выполнению данных работ.

Выполнению контрольных работ должно предшествовать изучение соответствующих тем теоретического курса по материалам

лекций, учебникам, электронным ресурсам. Прежде чем начинать решение задачи, необходимо вычертить в масштабе заданную расчетную схему и указать на ней все исходные числовые данные. Приступая к решению каждой задачи, необходимо уяснить себе исходные данные, содержание каждого из пунктов задания и определить те методы строительной механики и способы решения, которые планируется применить. При проведении расчетов необходимо строго придерживаться принятой системы единиц измерения физических величин (СИ) и согласовывать между собой размерности этих величин.

Все расчетные формулы должны записываться в общепринятых обозначениях, расчетные схемы должны выполняться аккуратно, с включением всех необходимых элементов и обозначений согласно стандартам ЕСКД.

Решение задач необходимо сопровождать краткими пояснениями, всеми необходимыми расчетами и четкими схемами с указанием в необходимых случаях масштабов длин и сил.

Расчетно-графические работы должны быть оформлены на стандартных листах белой бумаги формата А3 (297 х 420) с соблюдением ГОСТ. При оформлении работы в компьютерном варианте допускается использование стандартных листов белой бумаги формата А4 (210х297), если она полностью выполнена на компьютере. На титульном листе обязательно указываются номер и наименование работы, фамилия и инициалы студента и шифр. Образцы оформления стандартных листов даны в приложении к методическим указаниям. Оформление работ на бумаге других форматов не допускается.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	Основные понятия. Теория напряжений.	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, решение задач.
2	Теория деформаций.	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, решение задач.
3	Обобщенный закон Гука.	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, решение задач.
4	Постановка задач теории упругости.	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос, решение задач.
5	Плоская задача теории упругости в декартовых координатах	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос. Решение задач.
6	Плоская задача теории упругости в полярных координатах.	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4,	Устный опрос.

		ОПК-14.3	
7	Основные соотношения теории тонких пластинок	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос. Решение задач.
8	Изгиб тонких прямоугольных пластинок.	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	Устный опрос. Решение задач.
9	Контрольная работа	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	
10	Зачет с оценкой.	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Контрольные работы.

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-1.2. ОПК-1.4, ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-11.4, ОПК-14.3

а также размещены по адресу ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=8>

Перечень контрольных работ:

КР № 1.

Задача 1.1. Анализ объемного напряженного состояния.

Задача 1.2. Определение граничных условий на поверхности тела.

Задача 1.3. Решение обратной задачи теории упругости: определение нагрузок, приложенных к стержню.

Задача 1.4. Решение плоской задачи теории упругости с помощью функции напряжений.

Задача 1.5. Расчет тонких плит при поперечном изгибе.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

<p>Оценка «отлично» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений

<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Основные принципы и допущения линейной теории упругости.
2. Дифференциальные уравнения равновесия. Закон парности касательных напряжений.
3. Напряжения по наклонным площадкам. Условия на поверхности тела.
4. Главные напряжения. Определение главных напряжений и положения главных площадок.
5. Тензор напряжений. Шаровой тензор и девиатор. интенсивность напряжений.
6. Перемещения и деформации. Зависимость между деформациями и перемещениями (формулы Коши).
7. Уравнения неразрывности деформаций (условия Сен-Венана).
8. Линейные и угловые деформации по заданным направлениям.
9. Тензор деформации и главные деформации. Интенсивность деформаций.
10. Прямая и обратная формы обобщенного закона Гука для изотропного тела.
11. Объемная деформация. Закон Гука для объемных деформаций.
12. Способы решения задач теории упругости: в напряжениях, в перемещениях и в смешанной форме.
13. Решение задачи теории упругости в перемещениях. Уравнения Лямэ.
14. Решение задачи теории упругости в напряжениях при постоянстве объемных сил.
15. Типы граничных условий на поверхности тела.

16. Теорема единственности. Методы решения задач теории упругости.
17. Плоская деформация. Обобщенное плоское напряженное состояние.
18. Основные уравнения и граничные условия для решения плоской задачи.
19. Уравнения плоской задачи т.у. в напряжениях. Уравнение Мориса Леви.
20. Функция напряжений Эри. Бигармоническое уравнение для функции напряжений.

Условия на поверхности.

21. Решение плоской задачи для прямоугольной односвязной области в алгебраических полиномах.
22. Основные уравнения плоской задачи теории упругости в полярных координатах.
23. Простое радиальное напряженное состояние.
24. Действие сосредоточенной силы на границе упругой полуплоскости.
25. Осесимметричная задача теории упругости. Решение в перемещениях.
26. Задача Лямэ о толстостенной трубе под действием внутреннего и внешнего давления.
27. Гипотезы технической теории тонких пластинок и следствия из них.
28. Выражения для перемещений и деформаций в тонких пластинках.
29. Выражения для напряжений и усилий в пластинке через прогиб срединной плоскости.
30. Дифференциальное уравнение изгиба тонкой пластинки (Софи Жермен).
31. Граничные условия на контуре прямоугольной пластинки.
32. Смягчение граничных условий на свободном крае прямоугольной пластинки.
33. Решение Навье для изгибаемой прямоугольной пластинки.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания для проведения промежуточной аттестации.

Файлы расположены в Приложениях. Задачи для практических занятий ТУ. pdf;

а также размещены по адресу ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=8>

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые проекты (работы) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета с оценкой. Зачет с оценкой проводится в форме собеседования.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		

	<p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>	<p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>	<p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>
<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; -знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>

<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p>
<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Ледовской И. В., Роцин В. В., Халецкая О. Б., Шульман Г. С., Теория упругости. Часть 2, 2012	http://www.iprbookshop.ru/19045.html
2	Молотников В. Я., Молотникова А. А., Теория упругости и пластичности, Санкт-Петербург: Лань, 2022	https://e.lanbook.com/book/209966
3	Ледовской И. В., Теория упругости. Часть 1, 2012	http://www.iprbookshop.ru/19044.html
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Новожилов В. В., Теория упругости, Санкт-Петербург: Политехника, 2020	http://www.iprbookshop.ru/94829.html
1	Ледовской И. В., Роцин В. В., Халецкая О. Б., Шульман Г. С., Левченко Н. Б., Теория упругости, СПб., 2012	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00335/

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Сайт Российской государственной библиотеки	www.rsl.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru
Электронно-библиотечная система издательства "IPRbooks"	http://www.ipbookshop.ru

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
--------------	---

Math Cad версия 15	Сублицензионное соглашение на использование продуктов "РТС" с ООО"Софт Лоджистик" договор №20716/SPB9 2010 г. Лицензия бессрочная
Лира	Соглашение о сотрудничестве №СС002 от 12.11.2013 с ООО "ЛИРА софт". Лицензия бессрочная
Scad Office версия 21	SCAD Office договор №113 от 13.03.2015 с ООО "Автоматизация Проектных работ". Лицензия бессрочная
NanoCAD (3D, Механика, Растр, СПДС, Топоплан)	Сертификат с 14.09.2022
NanoCAD BIM Конструкции	Сертификат с 14.09.2022

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
59. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Учебная аудитория для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
59. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.
59. Помещения для самостоятельной работы	Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.