



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)

Сопротивление материалов

направление подготовки/специальность 08.03.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Автомобильные дороги

Форма обучения очно-заочная

Санкт-Петербург, 2023

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются изучение студентами методов расчета элементов сооружений и конструкций на прочность, жесткость и устойчивость. Это позволяет построить и исследовать элементарные механико-математические модели, которые, тем не менее, с достаточной точностью описывают работу элементов строительных конструкций. При изучении дисциплины вырабатываются навыки практического использования методов, предназначенных для математического моделирования деформирования твёрдых тел при различных видах нагрузок и воздействий. На этой базе студенты, при желании, могут начать освоение более сложных научных дисциплин механико-математического цикла - теории упругости, теории пластин и оболочек и других, которые выходят за рамки государственного образовательного стандарта.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ механики твердого деформируемого тела;
- формирование навыков решения практических задач на проверку прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций;
- участие в выполнении научных исследований под руководством и в составе коллектива, выполнение экспериментов и обработка их результатов.

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

<p>ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства</p>	<p>ОПК-3.2 Осуществляет выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности</p>	<p>знает нормативную базу в области принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, цели, задачи и основные положения сопротивления материалов; основные свойства материалов, используемых в строительных и транспортных конструкциях; подходы к оценке прочности и жесткости элементов строительных и транспортных конструкций; методики проведения эксперимента, основы эксперимента и основы моделирования; методы определения характеристик напряженного состояния конструкций.</p> <p>умеет применять нормативную базу для проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, выполнять конструктивные разработки, сочетая их с технико-экономическими вопросами, сравнения трудоемкости, материалоемкости и стоимости строительных и транспортных конструкций; представлять экономическую оценку выбранного материала в проведенных расчетах и полученных результатах; квалифицировано проводить эксперименты и выполнять их обработку.</p> <p>владеет основами применения нормативной базы для расчёта конструкций; анализом надежности проектируемых конструкций и обеспечения их долговечности при минимальных затратах материалов для их изготовления.</p>
---	--	--

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.15.04 основной профессиональной образовательной программы 08.03.01 Строительство 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, ОПК-1.6, ОПК-1.7, ОПК-1.8
2	Теоретическая механика	ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-3.2
3	Физика	УК-1.1, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, ОПК-1.11
4	Техническая механика	ОПК-1.4, ОПК-1.5

Теоретическая механика и Физика

научит основным законам физики и теоретической механики,

умению записывать и решать системы уравнений равновесия для абсолютно твердого тела.

Техническая механика позволит студенту решать задачи, связанные с обеспечением прочности и жесткости стержней, работающих на растяжение, изгиб или кручение.

Высшая математика позволит выполнять простейшие вычисления, логически и последовательно излагать результаты выполненной работы. Владеть навыками работы с учебной литературой.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Технология строительства земляного полотна	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.5, ПК-3.6, ПК-3.7, ПК-3.8, ОПК-8.1, ОПК-8.3, ОПК-8.4, ОПК-9.1, ОПК-9.2, ОПК-9.3, ОПК-9.5, ОПК-9.6
2	Инженерные сооружения в транспортном строительстве	ПК-3.4, ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.5

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	32		32
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Лабораторные занятия (Лаб)	2	0	2
Практические занятия (Пр)	8	0	8
Практические занятия в сессию (ПЗэ)	6	0	6
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)	102,2		102,2
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	144		144
зачетные единицы:	4		4

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Определение перемещений в балках при плоском поперечном изгибе.										
1.1.	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	5	5,5		7				52	64,5	ОПК-3.2
2.	2 раздел. Сложное сопротивление.										
2.1.	Сложное сопротивление	5	6		5				30	41	ОПК-3.2
3.	3 раздел. Устойчивость стержней.										
3.1.	Устойчивость стержней.	5	3		2				20,2	25,2	ОПК-3.2
4.	4 раздел. Специальные задачи сопротивления материалов.										
4.1.	Специальные задачи сопротивления материалов.	5	1,5				2			3,5	ОПК-3.2
5.	5 раздел. Иная контактная работа										
5.1.	Иная контактная работа	5								0,8	ОПК-3.2
6.	6 раздел. Контроль										
6.1.	Экзамен	5								9	ОПК-3.2

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Теорема Клапейрона. Потенциальная энергия деформации. Энергии изменения формы, и объема. Потенциальная энергия при растяжении, кручении, изгибе и сложном сопротивлении стержней. Графоаналитический прием Верещагина вычисления интеграла Мора.
1	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	Расчет статически неопределимых конструкций при изгибе. Расчет статически неопределимых конструкций при изгибе. Применение энергетического метода для определения упругих перемещений. Формула Максвелла-Мора. Графоаналитический прием Верещагина вычисления интеграла Мора. Метод сил.
2	Сложное сопротивление	Общий случай сложного сопротивления.

		Основные определения и допущения. Общий случай сложного сопротивления. Общий случай напряженно-деформированного состояния при сложном сопротивлении.
2	Сложное сопротивление	Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное сжатие стержней большой жесткости. Свойства нейтральной линии. Ядро сечения, методы его построения.
2	Сложное сопротивление	Косой и пространственный изгиб стержней. Косой и пространственный изгиб стержней. Косой изгиб. Вычисление напряжений. Условие прочности. Положение нейтральной линии. Перемещения при косом изгибе. Пространственный изгиб.
2	Сложное сопротивление	Изгиб криволинейного стержня. Изгиб криволинейного стержня. Классификация стержней по степени их начальной кривизны. Усилия в стержнях с криволинейной осью. Чистый изгиб криволинейного стержня большой и средней кривизны. Определение положения нейтральной линии.
3	Устойчивость стержней.	Устойчивость стержней большой гибкости. Устойчивость стержней большой гибкости. Характеристика равновесных состояний тел. Анализ равновесного состояния упругой системы статическим, динамическим и энергетическим методами. Упругая устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера. Влияние на величину критической силы способа закрепления концов и способа приложения нагрузки. Пределы применимости формулы Эйлера. Критические напряжения.
3	Устойчивость стержней.	Устойчивость стержней малой и средней гибкости. Устойчивость стержней малой и средней гибкости, коэффициент снижения допускаемых напряжений. Устойчивости сжатого стержня за пределами пропорциональности. Практические методы расчета сжатых стержней. О рациональном конструировании центрально-сжатых стержней.
3	Устойчивость стержней.	Продольно-поперечный изгиб стержней. Продольно-поперечный изгиб стержней. Продольно-поперечный изгиб стержней. Примеры точного и приближенного решения задачи о продольно-поперечном изгибе.
4	Специальные задачи сопротивления материалов.	Динамические нагрузки, удар. Динамические нагрузки, удар. Динамические нагрузки и напряжения, их особенности. Влияние сил инерции на напряженно-деформированное состояние тел. Действие ударных нагрузок при различных деформациях, Коэффициент динамичности. Прочность при ударных нагрузках.
4	Специальные задачи сопротивления материалов.	Циклические нагрузки. Элементы теории колебаний. Циклические нагрузки. Элементы теории колебаний. Свободные и вынужденные колебания. Колебания систем с одной степенью свободы. Продольные и изгибные колебания стержней.
4	Специальные задачи сопротивления материалов.	Циклические нагрузки. Характеристики циклов. Понятие об усталостном разрушении. Циклические нагрузки. Характеристики циклов. Понятие об усталостном разрушении. Предел выносливости. Условие прочности при циклических воздействиях. Факторы, влияющие на усталостную прочность.

5.2. Практические занятия в сессию

№ п/п	Наименование раздела и темы семинарских занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Теорема Клапейрона. Графоаналитический прием Верещагина вычисления интеграла Мора.

5.3. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	Расчет статически неопределимых конструкций при изгибе. Расчет статически неопределимых конструкций при изгибе. Применение энергетического метода для определения упругих перемещений. Формула Максвелла-Мора. Графоаналитический прием Верещагина вычисления интеграла Мора. Метод сил.
2	Сложное сопротивление	Общий случай сложного сопротивления. Общий случай сложного сопротивления. Общий случай напряженно-деформированного состояния при сложном сопротивлении.
2	Сложное сопротивление	Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное сжатие стержней большой жесткости. Свойства нейтральной линии. Ядро сечения, методы его построения.
2	Сложное сопротивление	Косой и пространственный изгиб стержней. Косой и пространственный изгиб стержней. Косой изгиб. Вычисление напряжений. Условие прочности. Положение нейтральной линии. Перемещения при косом изгибе. Пространственный изгиб.
3	Устойчивость стержней.	Устойчивость стержней большой гибкости. Устойчивость стержней большой гибкости. Характеристика равновесных состояний тел. Анализ равновесного состояния упругой системы статическим, динамическим и энергетическим методами. Упругая устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера. Влияние на величину критической силы способа закрепления концов и способа приложения нагрузки. Пределы применимости формулы Эйлера. Критические напряжения.
3	Устойчивость стержней.	Устойчивость стержней малой и средней гибкости Устойчивость стержней малой и средней гибкости, коэффициент снижения допускаемых напряжений. Устойчивости сжатого стержня за пределами пропорциональности. Практические методы расчета сжатых стержней. О рациональном конструировании центрально-сжатых стержней.

5.4. Лабораторные работы

№ разд	Наименование раздела и темы лабораторных работ	Наименование и содержание лабораторных работ
4	Специальные задачи сопротивления материалов.	Экспериментальные методы измерения деформаций и определения напряжений.

	Экспериментальные методы измерения деформаций и определения напряжений.
--	---

5.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	<p>Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.</p> <p>Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе. Обобщенные силы и обобщенные перемещения. Теорема Клапейрона. Потенциальная энергия деформации. Энергии изменения формы, и объема. Потенциальная энергия при растяжении, кручении, изгибе и сложном сопротивлении стержней.</p> <p>Графоаналитический прием Верещагина вычисления интеграла Мора.</p>
2	Сложное сопротивление	<p>Решение задач по проверке прочности при различных видах сложного сопротивления</p> <p>Определение внутренних усилий, напряжений, положения опасных точек в поперечных сечениях и проверка их прочности при различных видах сложного сопротивления с использованием соответствующих теорий прочности.</p>
3	Устойчивость стержней.	<p>Расчет на устойчивость стержней различной гибкости</p> <p>Определение гибкости стержней и в зависимости от полученных результатов выбор методики расчета стержней, определение допускаемой, критической нагрузки, подбор сечения стержня.</p>

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

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;

при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;

выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;

ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;

подготовить доклад или сообщение, предусмотренные РПД;

подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;

подготовиться к промежуточной аттестации.

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	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	ОПК-3.2	решение задач
2	Сложное сопротивление	ОПК-3.2	решение задач
3	Устойчивость стержней.	ОПК-3.2	решение задач
4	Специальные задачи сопротивления материалов.	ОПК-3.2	решение задач
5	Иная контактная работа	ОПК-3.2	
6	Экзамен	ОПК-3.2	

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

Примерные задания для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-3.2.

1. Определение перемещений методом начальных параметров
2. Правило Клебша на примере
3. Метод Максвелла-Мора на примере
4. Правило Верещагина на примере
5. Правило Симпсона на примере
6. Алгоритм решения СНС
7. Каноническое уравнение метода сил
8. Сложное сопротивление стержней. Правило знаков
9. Условие жесткости при изгибе
10. Условие жесткости при косом изгибе
11. Определение нейтральной линии при косом изгибе
12. Правило параллельного переноса главных осей
13. Определение геометрических характеристик сечений

14. Расчет при внецентренном растяжении-сжатии стержней большой жесткости
15. Определение нейтральной линии при внецентренном растяжении-сжатии стержней большой жесткости
16. Что такое ядро сечения. Дать примеры
17. Определение опасных точек круглого сечения в сложном сопротивлении
18. Определение опасных точек прямоугольного сечения в сложном сопротивлении
19. Условие прочности для «балочного» напряженного состояния для хрупких материалов (круглое сечение).
20. Условие прочности для «балочного» напряженного состояния для пластичных материалов (круглое сечение).
21. Подбор круглого сечения при кручении с изгибом.
22. Определение диаметра из условия жесткости при кручении
23. Определение кривизны изогнутой оси бруса
24. Нормальные напряжения от изгибающего момента в любом волокне произвольного поперечного сечения кривого бруса
25. Категории стержней в зависимости от гибкости стержня
26. Определение устойчивости стержня
27. Что такое критическая сила стержневой системы
28. Что включают в себя задачи на устойчивость стержневых систем
29. Определение коэффициента μ для разных видов закрепления стержня
30. Условие устойчивости и прочности стержневых систем
31. Подбор сечения в центрально сжатом стержне
32. Формула Ясинского. Условие применения
33. Формула Эйлера. Условие применения
34. Полный изгибающий момент при продольно-поперечном изгибе
35. Виды динамических нагрузок
36. Практическое правило при динамических нагрузках
37. Явление удара
38. Динамический коэффициент при ударе
39. Продольный удар
40. Прочность при циклически изменяющихся нагрузках
41. Факторы, влияющие на усталостную прочность
42. Что такое колебания
43. Число степеней свободы механических систем
44. Какие параметры полностью характеризуют деформацию балки при изгибе?
45. Как из основного (приближенного) дифференциального уравнения изогнутой оси балки получаются выражения углов поворота и прогибов ее сечений?
46. Из каких условий определяются постоянные интегрирования, входящие в уравнение углов поворота и прогибов сечений балки?
47. Что представляют собой уравнения метода начальных параметров и почему они так называются?
48. Каковы граничные условия применения метода начальных параметров.
49. Что понимается под обобщенной силой и обобщенным перемещением?
50. Влияние поперечной силы на величину перемещений.
51. При каком приложении нагрузки возникает внецентренное растяжение-сжатие стержней?
52. Правило знаков для внутренних усилий при внецентренном растяжении-сжатии.
53. Уравнение нейтральной оси при внецентренном растяжении-сжатии. Свойства нейтральной оси.
54. Ядро сечения и его свойства. Пример построения ядра сечения.
55. Что называется сложным сопротивлением?
56. Что такое кривой изгиб?
57. Что такое пространственный изгиб?
58. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении стержня при косом или пространственном изгибе?
59. Как определяется положение нулевой линии при косом или пространственном изгибе?

60. Как определяется положение наиболее опасных точек поперечного сечения при косом или пространственном изгибе из условия прочности по нормальным напряжениям?
61. Как определяются касательные напряжения при косом или пространственном изгибе?
62. Как определяются перемещения балки при косом или пространственном изгибе?
63. Какой случай сложного сопротивления называется внецентренным растяжением (сжатием)?
64. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении стержня при внецентренном растяжении (сжатии)?
65. Как определяется положение нулевой линии при внецентренном растяжении (сжатии)?
66. Как «перемещается» нулевая линия при изменении положения точки приложения внешней продольной силы при внецентренном растяжении (сжатии)?
67. Запишите условие прочности по нормальным напряжениям при внецентренном растяжении (сжатии).
68. От чего зависит форма и положение ядра сечения?
69. Может ли при внецентренном растяжении (сжатии) нулевая линия оказаться за пределами поперечного сечения?
70. Если при внецентренном растяжении (сжатии) точка приложения силы смещается к центру тяжести поперечного сечения, как изменится положение нейтральной оси?
71. Как найти опасное поперечное сечение стержня при изгибе с кручением?
72. Что понимается под устойчивостью стержня?
73. Какая сила называется критической?
74. Перечислите и дайте характеристику видов равновесия стержня.
75. Что называется гибкостью стержня?
76. Для каких стержней при расчете на устойчивость применяется формула Ясинского?
77. Как определяется критическая нагрузка по формуле Ясинского при расчете на устойчивость?
78. Как производится подбор поперечного сечения сжатой стойки?
79. Как изменится гибкость стержня при увеличении его длины в два раза?
80. Что такое предельная гибкость стержня?
81. Что нужно знать для подбора коэффициента понижения допускаемого напряжения при расчете на устойчивость?
82. При расчете на устойчивость стержня, какая сила больше допускаемая или критическая?
83. Как изменится коэффициент понижения допускаемого напряжения при увеличении гибкости стержня?
84. Как изменится гибкость стержня при увеличении размеров его поперечного сечения?

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

Примерные вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Определение перемещений методом начальных параметров
2. Правило Клебша на примере
3. Метод Максвелла-Мора на примере
4. Правило Верещагина на примере
5. Правило Симпсона на примере
6. Алгоритм решения СНС
7. Каноническое уравнение метода сил
8. Сложное сопротивление стержней. Правило знаков
9. Условие жесткости при изгибе
10. Условие жесткости при косом изгибе
11. Определение нейтральной линии при косом изгибе
12. Правило параллельного переноса главных осей
13. Определение геометрических характеристик сечений
14. Расчет при внецентренном растяжении-сжатии стержней большой жесткости
15. Определение нейтральной линии при внецентренном растяжении-сжатии стержней большой жесткости

16. Что такое ядро сечения. Дать примеры
17. Определение опасных точек круглого сечения в сложном сопротивлении
18. Определение опасных точек прямоугольного сечения в сложном сопротивлении
19. Условие прочности для «балочного» напряженного состояния для хрупких материалов (круглое сечение).
20. Условие прочности для «балочного» напряженного состояния для пластичных материалов (круглое сечение).
21. Подбор круглого сечения при кручении с изгибом.
22. Определение диаметра из условия жесткости при кручении
23. Определение кривизны изогнутой оси бруса
24. Нормальные напряжения от изгибающего момента в любом волокне произвольного поперечного сечения кривого бруса
25. Категории стержней в зависимости от гибкости стержня
26. Определение устойчивости стержня
27. Что такое критическая сила стержневой системы
28. Что включают в себя задачи на устойчивость стержневых систем
29. Определение коэффициента μ для разных видов закрепления стержня
30. Условие устойчивости и прочности стержневых систем
31. Подбор сечения в центрально сжатом стержне
32. Формула Ясинского. Условие применения
33. Формула Эйлера. Условие применения
34. Полный изгибающий момент при продольно-поперечном изгибе
35. Виды динамических нагрузок
36. Практическое правило при динамических нагрузках
37. Явление удара
38. Динамический коэффициент при ударе
39. Продольный удар
40. Прочность при циклически изменяющихся нагрузках
41. Факторы, влияющие на усталостную прочность
42. Что такое колебания
43. Число степеней свободы механических систем
44. Какие параметры полностью характеризуют деформацию балки при изгибе?
45. Как из основного (приближенного) дифференциального уравнения изогнутой оси балки получаются выражения углов поворота и прогибов ее сечений?
46. Из каких условий определяются постоянные интегрирования, входящие в уравнение углов поворота и прогибов сечений балки?
47. Что представляют собой уравнения метода начальных параметров и почему они так называются?
48. Каковы граничные условия применения метода начальных параметров.
49. Что понимается под обобщенной силой и обобщенным перемещением?
50. Влияние поперечной силы на величину перемещений.
51. При каком приложении нагрузки возникает внецентренное растяжение-сжатие стержней?
52. Правило знаков для внутренних усилий при внецентренном растяжении-сжатии.
53. Уравнение нейтральной оси при внецентренном растяжении-сжатии. Свойства нейтральной оси.
54. Ядро сечения и его свойства. Пример построения ядра сечения.
55. Что называется сложным сопротивлением?
56. Что такое кривой изгиб?
57. Что такое пространственный изгиб?
58. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении стержня при кром или пространственном изгибе?
59. Как определяется положение нулевой линии при кром или пространственном изгибе?
60. Как определяется положение наиболее опасных точек поперечного сечения при кром или пространственном изгибе из условия прочности по нормальным напряжениям?
61. Как определяются касательные напряжения при кром или пространственном изгибе?

62. Как определяются перемещения балки при косом или пространственном изгибе?
63. Какой случай сложного сопротивления называется внецентренным растяжением (сжатием)?
64. По какой формуле определяются нормальные напряжения в поперечном сечении стержня при внецентренном растяжении (сжатии)?
65. Как определяется положение нулевой линии при внецентренном растяжении (сжатии)?
66. Как «перемещается» нулевая линия при изменении положения точки приложения внешней продольной силы при внецентренном растяжении (сжатии)?
67. Запишите условие прочности по нормальным напряжениям при внецентренном растяжении (сжатии).
68. От чего зависит форма и положение ядра сечения?
69. Может ли при внецентренном растяжении (сжатии) нулевая линия оказаться за пределами поперечного сечения?
70. Если при внецентренном растяжении (сжатии) точка приложения силы смещается к центру тяжести поперечного сечения, как изменится положение нейтральной оси?
71. Как найти опасное поперечное сечение стержня при изгибе с кручением?
72. Что понимается под устойчивостью стержня?
73. Какая сила называется критической?
74. Перечислите и дайте характеристику видов равновесия стержня.
75. Что называется гибкостью стержня?
76. Для каких стержней при расчете на устойчивость применяется формула Ясинского?
77. Как определяется критическая нагрузка по формуле Ясинского при расчете на устойчивость?
78. Как производится подбор поперечного сечения сжатой стойки?
79. Как изменится гибкость стержня при увеличении его длины в два раза?
80. Что такое предельная гибкость стержня?
81. Что нужно знать для подбора коэффициента понижения допускаемого напряжения при расчете на устойчивость?
82. При расчете на устойчивость стержня, какая сила больше допускаемая или критическая?
83. Как изменится коэффициент понижения допускаемого напряжения при увеличении гибкости стержня?
84. Как изменится гибкость стержня при увеличении размеров его поперечного сечения?

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практические задания (задачи) для проведения промежуточной аттестации (для проверки сформированности индикаторов достижения компетенции ОПК-3.2) размещены по адресу <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=8>

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

Курсовые работы (проекты) 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. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля размещены по адресу: <https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=8>

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценивания	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 «продвинутой». 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>

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы. 	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> -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.
умения	<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>

владение навыками	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.	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.	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.	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.
-------------------	--	---	---	--

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	Агапов В. П., Сопротивление материалов, Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014	http://www.iprbookshop.ru/26864.html
2	Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П., Александров А. В., Сопротивление материалов, М.: Высшая школа, 2007	234
3	Ицкович Г. М., Минин Л. С., Винокуров А. И., Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/515139
4	Атапин В. Г., Сопротивление материалов, Москва: Юрайт, 2023	https://urait.ru/bcode/510357
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Александров А. В., Потапов В. Д., Сопротивление материалов. Основы теории упругости и пластичности, М.: Высш. шк., 2002	522

2	Сойту Н. Ю., Безпальчук С. Н., Куприянов И. А., Сопротивление материалов и строительная механика: сборник лабораторных работ, СПб., 2019	20
1	Куприянов И. А., Левченко Н. Б., Шульман Г. С., Харлаб В. Д., Сопротивление материалов, СПб., 2010	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00163/
2	Алейник В. И., Репин С. В., Сопротивление материалов. Расчетно-графические работы, СПб., 2012	http://ntb.spbgasu.ru/elib/00323/
3	Куприянов И. А., Масленников Н. А., Сопротивление материалов, СПб., 2019	20

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
методические указания	https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=340
курс в мудл	https://moodle.spbgasu.ru/course/index.php?categoryid=340

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/
Библиотека по Естественным наукам Российской Академии наук (РАН)	www.ras.ru
Бест-строй. Строительный портал. Нормативные и рекомендательные документы по строительству	http://best-stroy.ru/gost/
Тех.Лит.Ру - техническая литература	http://www.tehлит.ru/
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	www.spbgasu.ru
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	www2.viniti.ru
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	https://www.studentlibrary.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	https://www.biblio-online.ru/
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	https://e.lanbook.com/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.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
SciLab версия 6.0.1	Свободно распространяемое
КОМПАС-3D APM FEM	Сублицензионный договор №АСЗ-17-00534 от 13.06.2017 на 50лиц+ сублицензионный договор №АСЗ-20-00218 от 20.04.2020 еще на 50лиц с ООО "АСКОН-Северо-Запад". Лицензия бессрочная
КОМПАС-3D KompasFlow	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. Лицензия бессрочная

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. 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.
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.

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