



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 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Подъемно-транспортные,  
строительные, дорожные средства и оборудование

Форма обучения очная

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 машиностроительных конструкций и металлоконструкций машин. При изучении дисциплины вырабатываются навыки практического использования методов, предназначенных для математического моделирования деформирования твёрдых тел при различных видах нагрузок и воздействий.

- 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
ОПК-1 Способен ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей;	ОПК-1.6 Осуществляет решение математических уравнений	<b>знает</b> различные методы решения математических уравнений <b>умеет</b> выбирать наиболее эффективные методы решения уравнений и применять их в практических расчетах <b>владеет</b> навыками решения математических уравнений различными методами
ПК-4 Способен разрабатывать проект конструкции подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	ПК-4.2 Разрабатывает проект технического предложения с учетом возможности механизации, автоматизации и роботизации подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин и оборудования	<b>знает</b> технические требования к элементам конструкций машин и оборудования, условия их нагружения, возможные варианты нарушения их работоспособности. <b>умеет</b> составлять расчетные схемы нагруженных элементов конструкций, выбирать материалы деталей, выполнять проверочные и проектировочные расчеты, определять допустимые нагрузки. <b>владеет</b> навыками выполнения расчетов конструкций и деталей методами сопротивления материалов, навыками поиска и анализа научно-технической информации области сопротивления материалов.

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.О.16.02 основной профессиональной образовательной программы 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства и относится к обязательной части учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Технологическая практика: слесарно-механическая	УК-6.1, ОПК-3.2, ПК-1.4, ПК-1.5
2	Физика	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.4, ОПК-1.5, УК-1.1, УК-1.2, УК-2.4

Технологическая практика: слесарно-механическая

Позволит наглядно представлять взаимодействие деталей, процессы их нагружения и возможные последствия превышения допустимых нагрузок.

Физика

Научит основным физическим законам механики, умению отображать их в математических формулах.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Детали машин и основы конструирования	УК-1.4, ОПК-1.4, ПК-2.1, ПК-4.2
2	Строительная механика и металлические конструкции наземных транспортно-технологических машин	ОПК-1.6, ПК-4.2
3	Теория упругости	ПК-2.2, ПК-2.3
4	Основы теории пластичности и ползучести	ОПК-1.6, ПК-3.2
5	Надежность технических систем	УК-1.3, ПК-1.5, ПК-1.6
6	Теория устойчивости механических систем	ПК-2.2, ПК-2.3
7	Энергетические установки подъемно-транспортных, строительных, дорожных средств и оборудования	УК-1.4, УК-2.5, ОПК-1.2, ОПК-3.1
8	Основы изобретательского творчества	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.5, ОПК-4.2
9	Машины для землеройных работ	УК-2.3, УК-2.5, ОПК-4.2
10	Строительные машины	УК-2.2, ОПК-6.2, ОПК-6.3
11	Технологическая (производственно-технологическая) практика	ОПК-5.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-2.3, ПК-2.4, ПК-4.2

### 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	
			3	4
<b>Контактная работа</b>	96		32	64
Лекционные занятия (Лек)	48	0	16	32
Практические занятия (Пр)	48	0	16	32
<b>Иная контактная работа, в том числе:</b>	1,85		0,8	1,05
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	0,8		0,4	0,4
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,8		0,4	0,4
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача	0,25			0,25
<b>Часы на контроль</b>	30,75		4	26,75
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	87,4		35,2	52,2
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>				
<b>часы:</b>	216		72	144
<b>зачетные единицы:</b>	6		2	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. Введение в сопротивление материалов										
1.1.	Основные определения и допущения	3	1					2,2	3,2	ОПК-1.6	
1.2.	Экспериментальные основы сопротивления материалов	3	2					1	3	ОПК-1.6	
2.	2 раздел. Растяжение и сжатие стержней										
2.1.	Внутренние усилия при растяжении стержней	3	1		2			3	6	ОПК-1.6, ПК-4.2	
2.2.	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении	3	2		2			3	7	ОПК-1.6, ПК-4.2	
2.3.	Расчет статически неопределимых стержневых систем	3	1		2			4	7	ОПК-1.6, ПК-4.2	
3.	3 раздел. Кручение стержней										
3.1.	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением	3	1		2			4	7	ОПК-1.6, ПК-4.2	
3.2.	Плоское напряженное состояние	3	2		2			5	9	ОПК-1.6, ПК-4.2	
3.3.	Теории прочности	3	2		2			3	7	ОПК-1.6, ПК-4.2	
4.	4 раздел. Плоский изгиб балок										
4.1.	Плоский изгиб балок	3	2		2			6	10	ОПК-1.6, ПК-4.2	
4.2.	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе	3	2		2			4	8	ОПК-1.6, ПК-4.2	
5.	5 раздел. Иная контактная работа										
5.1.	Иная контактная работа	3							0,8	ОПК-1.6, ПК-4.2	
6.	6 раздел. Контроль										
6.1.	Зачет	3							4	ОПК-1.6, ПК-4.2	

7.	7 раздел. Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе									
7.1.	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	4	6		5			14	25	ОПК-1.6, ПК-4.2
7.2.	Расчет статически неопределимых конструкций при изгибе.	4	4		2			6	12	ОПК-1.6, ПК-4.2
8.	8 раздел. Сложное сопротивление									
8.1.	Общий случай сложного сопротивления	4	4		4			2	10	ОПК-1.6, ПК-4.2
8.2.	Внецентренное растяжение – сжатие стержней.	4	2		3			6,2	11,2	ОПК-1.6, ПК-4.2
8.3.	Косой и пространственный изгиб стержней.	4	2		4			4	10	ОПК-1.6, ПК-4.2
9.	9 раздел. Устойчивость стержней									
9.1.	Устойчивость стержней большой гибкости	4	2		2			3	7	ОПК-1.6, ПК-4.2
9.2.	Устойчивость стержней малой и средней гибкости	4	2		2			3	7	ОПК-1.6, ПК-4.2
9.3.	Продольно-поперечный изгиб стержней	4	2		2			3	7	ОПК-1.6, ПК-4.2
10.	10 раздел. Специальные задачи сопротивления материалов									
10.1	Расчеты при динамических и ударных нагрузках	4	2		2			4	8	ОПК-1.6, ПК-4.2
10.2	Прочность при циклическом нагружении. Контактная задача.	4	6		6			7	19	ОПК-1.6, ПК-4.2
11.	11 раздел. Иная контактная работа									
11.1.	Иная контактная работа	4							0,8	ОПК-1.6, ПК-4.2
12.	12 раздел. Контроль									
12.1	Экзамен	4							27	ОПК-1.6, ПК-4.2

### 5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Основные определения и допущения	Основные определения и допущения Основные объекты, изучаемые в курсах технической механики, сопротивления материалов и теории упругости: стержень, пластина, оболочка, трехмерные тела. Гипотезы (допущения) в технической механике стержней. Внешние силы и их классификация: поверхностные и объемные, активные и реактивные, постоянные и временные, статические и динамические. Виды опорных связей. Основные свойства деформируемого тела. Перемещения,

		деформации линейные и угловые. Внутренние силы и метод их изучения (метод сечений). Главный вектор и главный момент внутренних сил в сечении стержня. Продольные и поперечные силы, крутящие и изгибающие моменты. Напряжения: полное, нормальное и касательное. Связь напряжений с внутренними усилиями. Виды простейших деформаций стержня: растяжение, сжатие, кручение и изгиб. Понятие о расчетной схеме. Расчеты по деформированному и недеформированному состоянию. Принцип Сен-Венана. Принцип независимости действия внешних сил.
2	Экспериментальные основы сопротивления материалов	Экспериментальные основы сопротивления материалов Испытание на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения образцов из пластичных и хрупких материалов. Понятие о диаграммах истинных напряжений. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Работа деформации растяжения и сжатия. Работа при разрушении и работа упругой деформации. Влияние повторных нагрузок за пределом текучести на механические свойства материалов (наклеп).
3	Внутренние усилия при растяжении стержней	Внутренние усилия при растяжении стержней Определение продольной силы методом сечений. Построение эпюр продольных сил.
4	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении Расчет статически определимых стержневых конструкций на растяжение-сжатие, определение напряжений и перемещений. Основные типы задач расчета стержней по условию прочности и жесткости. Влияние местных ослаблений на напряженно-деформированное состояние и прочность растянутых и сжатых стержней (концентрация напряжений). Влияние собственного веса на напряжения, деформации и прочность стержней. Стержни переменного сечения. Соображения о выборе коэффициента запаса
5	Расчет статически неопределимых стержневых систем	Расчет статически неопределимых стержневых систем Расчет статически неопределимых стержневых конструкций на растяжение-сжатие. Влияние изменений температуры и неточностей изготовления на напряжения и деформации. Расчет статически неопределимых стержневых конструкций в упругой стадии. Расчет по предельному пластическому состоянию.
6	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением Кручение стержней кругового (сплошного и полого) сечения. Чистый сдвиг как частный случай плоского напряженного состояния. Условия прочности и жесткости. Кручение стержней с прямоугольным поперечным сечением. Кручение тонкостенных стержней.
7	Плоское напряженное состояние	Плоское напряженное состояние Плоское напряженное состояние. Выражение нормальных и касательных напряжений по наклонным площадкам через напряжения по двум взаимно перпендикулярным площадкам. Аналитическое определение главных напряжений и положений главных площадок. Выражение напряжений по наклонным площадкам при плоском напряженном состоянии через главные напряжения. Свойства напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам. Графическое представление плоского напряженного состояния (круг напряжений). Графическое определение главных напряжений и положения главных площадок.
8	Теории прочности	Теории прочности

		Критерии пластичности и разрушения. Первая, вторая, третья и четвертая теории прочности. Теория Мора. Общие сведения о различных гипотезах прочности и пластичности. Общий план решения задачи о проверке прочности.
9	Плоский изгиб балок	Внутренние усилия при изгибе стержней Плоский изгиб. Основные понятия. Внешние силы, действующие на балку. Усилия в сечении балки, их определение. Изгибающий момент и поперечная сила. Эпюры $Q$ и $M$ . Дифференциальные и интегральные зависимости между $Q$ , $M$ и $q$ . Использование их при построении эпюр усилий.
10	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе Основные положения технической теории изгиба стержней. Определение нормальных напряжений в поперечном сечении балки при изгибе. Сравнительная оценка грузоподъемности балок различных форм поперечных сечений. Расчет балок на чистый изгиб по предельному пластическому состоянию. Пластические моменты сопротивления. Определение касательных напряжений (формула Журавского). Распределение касательных напряжений в балках различного поперечного сечения. Проверка прочности. Балки переменного сечения. Понятие о балках равного сопротивления.
13	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.
14	Расчет статически неопределимых конструкций при 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.
15	Общий случай сложного сопротивления	Общий случай сложного сопротивления. Основные определения и допущения. Общий случай сложного сопротивления. Общий случай напряженно-деформированного состояния при сложном сопротивлении.
16	Внецентренное растяжение – сжатие стержней.	Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное сжатие стержней большой жесткости. Геометрические характеристики сечений. Свойства нейтральной линии. Ядро сечения, методы его построения.
17	Косой и пространственный изгиб стержней.	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.
18	Устойчивость стержней большой гибкости	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.
19	Устойчивость стержней малой и средней гибкости	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.
20	Продольно-поперечный изгиб стержней	Продольно-поперечный изгиб стержней Продольно-поперечный изгиб стержней. Продольно-поперечный изгиб стержней. Примеры точного и приближенного решения задачи о продольно-поперечном изгибе.
21	Расчеты при динамических и ударных нагрузках	Расчеты при динамических и ударных нагрузках 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.
22	Прочность при циклическом нагружении. Контактная задача.	Прочность при циклическом нагружении. Контактная задача. Циклические нагрузки. Характеристики циклов. Понятие об усталостном разрушении. Предел выносливости. Условие прочности при циклических воздействиях. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Диаграмма предельных амплитуд. Практические расчеты на усталость. Прочность при контактном взаимодействии.

## 5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
3	Внутренние усилия при растяжении стержней	Внутренние усилия при растяжении стержней Определение продольной силы методом сечений. Построение эпюр продольных сил.
4	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении Расчет статически определимых стержневых конструкций на растяжение-сжатие, определение напряжений и перемещений. Основные типы задач расчета стержней по условию прочности и жесткости. Влияние местных ослаблений на напряженно-деформированное состояние и прочность растянутых и сжатых стержней (концентрация напряжений). Влияние собственного веса на напряжения, деформации и прочность стержней. Стержни переменного сечения. Соображения о выборе коэффициента запаса
5	Расчет статически неопределимых стержневых систем	Расчет статически неопределимых стержневых систем Расчет статически неопределимых стержневых конструкций на растяжение-сжатие. Влияние изменений температуры и неточностей изготовления на напряжения и деформации. Расчет статически неопределимых стержневых конструкций в упругой стадии. Расчет по предельному пластическому состоянию.
6	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением Кручение стержней кругового (сплошного и полого) сечения. Чистый сдвиг как частный случай плоского напряженного состояния. Условия прочности и жесткости. Кручение стержней с прямоугольным поперечным сечением. Кручение тонкостенных стержней.

7	Плоское напряженное состояние	Плоское напряженное состояние Плоское напряженное состояние. Выражение нормальных и касательных напряжений по наклонным площадкам через напряжения по двум взаимно перпендикулярным площадкам. Аналитическое определение главных напряжений и положений главных площадок. Выражение напряжений по наклонным площадкам при плоском напряженном состоянии через главные напряжения. Свойства напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам. Графическое представление плоского напряженного состояния (круг напряжений). Графическое определение главных напряжений и положения главных площадок.
8	Теории прочности	Теории прочности Критерии пластичности и разрушения. Первая, вторая, третья и четвертая теории прочности. Теория Мора. Общие сведения о различных гипотезах прочности и пластичности. Общий план решения задачи о проверки прочности.
9	Плоский изгиб балок	Внутренние усилия при изгибе стержней Плоский изгиб. Основные понятия. Внешние силы, действующие на балку. Усилия в сечении балки, их определение. Изгибающий момент и поперечная сила. Эпюры $Q$ и $M$ . Дифференциальные и интегральные зависимости между $Q$ , $M$ и $q$ . Использование их при построении эпюр усилий.
10	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе Основные положения технической теории изгиба стержней. Определение нормальных напряжений в поперечном сечении балки при изгибе. Сравнительная оценка грузоподъемности балок различных форм поперечных сечений. Расчет балок на чистый изгиб по предельному пластическому состоянию. Пластические моменты сопротивления. Определение касательных напряжений (формула Журавского). Распределение касательных напряжений в балках различного поперечного сечения. Проверка прочности. Балки переменного сечения. Понятие о балках равного сопротивления.
13	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.
14	Расчет статически неопределимых конструкций при 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.
15	Общий случай сложного сопротивления	Общий случай сложного сопротивления. Основные определения и допущения. Общий случай сложного сопротивления. Общий случай напряженно-деформированного состояния при сложном сопротивлении.
16	Внецентренное растяжение – сжатие стержней.	Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное сжатие стержней большой жесткости. Геометрические характеристики сечений. Свойства нейтральной линии. Ядро

		сечения, методы его построения.
17	Косой и пространственный изгиб стержней.	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.
18	Устойчивость стержней большой гибкости	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.
19	Устойчивость стержней малой и средней гибкости	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.
20	Продольно-поперечный изгиб стержней	Продольно-поперечный изгиб стержней Продольно-поперечный изгиб стержней. Продольно-поперечный изгиб стержней. Примеры точного и приближенного решения задачи о продольно-поперечном изгибе.
21	Расчеты при динамических и ударных нагрузках	Расчеты при динамических и ударных нагрузках 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.
22	Прочность при циклическом нагружении. Контактная задача.	Прочность при циклическом нагружении Циклические нагрузки. Характеристики циклов. Понятие об усталостном разрушении. Предел выносливости. Условие прочности при циклических воздействиях. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Диаграмма предельных амплитуд. Практические расчеты на усталость. Прочность при контактном взаимодействии.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Основные определения и допущения	Основные определения и допущения Ознакомление с введением в техническую механику, изучение допущений.
2	Экспериментальные основы сопротивления материалов	Экспериментальные основы сопротивления материалов Испытание на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжения образцов из пластичных и хрупких материалов. Понятие о диаграммах истинных напряжений. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Работа деформации растяжения и сжатия. Работа при разрушении и работа упругой деформации. Влияние повторных нагрузок за пределом текучести на механические свойства материалов (наклеп).
3	Внутренние усилия при растяжении	Внутренние усилия при растяжении стержней Построение эпюр внутренних усилий при растяжении и сжатии

	стержней	стержней.
4	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении Расчет статически определимых стержневых конструкций на растяжение-сжатие, определение напряжений и перемещений. Основные типы задач расчета стержней по условию прочности и жесткости. Влияние местных ослаблений на напряженно-деформированное состояние и прочность растянутых и сжатых стержней (концентрация напряжений). Влияние собственного веса на напряжения, деформации и прочность стержней. Стержни переменного сечения. Соображения о выборе коэффициента запаса
5	Расчет статически неопределимых стержневых систем	Расчет статически неопределимых стержневых систем Расчет статически неопределимых стержневых конструкций на растяжение-сжатие. Влияние изменений температуры и неточностей изготовления на напряжения и деформации. Расчет статически неопределимых стержневых конструкций в упругой стадии. Расчет по предельному пластическому состоянию.
6	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением Изучение материала. Подготовка к практическому занятию, решение задач.
7	Плоское напряженное состояние	Плоское напряженное состояние Плоское напряженное состояние. Выражение нормальных и касательных напряжений по наклонным площадкам через напряжения по двум взаимно перпендикулярным площадкам. Аналитическое определение главных напряжений и положений главных площадок. Выражение напряжений по наклонным площадкам при плоском напряженном состоянии через главные напряжения. Свойства напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам. Графическое представление плоского напряженного состояния (круг напряжений). Графическое определение главных напряжений и положения главных площадок.
8	Теории прочности	Теории прочности Исследование плоского напряженного состояния двумя способами.
9	Плоский изгиб балок	Внутренние усилия при изгибе стержней Изучение материала. Подготовка к практическому занятию, решение задач.
10	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе Изучение материала. Подготовка к практическому занятию, решение задач.
13	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.
14	Расчет статически неопределимых конструкций при 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.
15	Общий случай сложного сопротивления	Общий случай сложного сопротивления. Основные определения и допущения. Общий случай сложного сопротивления. Общий случай напряженно-деформированного состояния при сложном сопротивлении.
16	Внецентренное растяжение – сжатие стержней.	Внецентренное растяжение – сжатие стержней. Внецентренное сжатие стержней большой жесткости. Геометрические характеристики сечений. Свойства нейтральной линии. Ядро сечения, методы его построения.
17	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.
18	Устойчивость стержней большой гибкости	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.
19	Устойчивость стержней малой и средней гибкости	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.
20	Продольно-поперечный изгиб стержней	Продольно-поперечный изгиб стержней Продольно-поперечный изгиб стержней. Продольно-поперечный изгиб стержней. Примеры точного и приближенного решения задачи о продольно-поперечном изгибе.
21	Расчеты при динамических и ударных нагрузках	Расчеты при динамических и ударных нагрузках 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.
22	Прочность при циклическом нагружении. Контактная задача.	Прочность при циклическом нагружении Циклические нагрузки. Характеристики циклов. Понятие об усталостном разрушении. Предел выносливости. Условие прочности при циклических воздействиях. Факторы, влияющие на усталостную прочность. Диаграмма предельных амплитуд. Практические расчеты на усталость. Прочность при контактном взаимодействии.

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

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и практических занятий, предполагающих закрепление изученного материала и формирование у обучающихся необходимых знаний, умений и навыков. Кроме того, важнейшим этапом изучения дисциплины является самостоятельная работа обучающихся с использованием всех средств и возможностей современных образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем темам дисциплины;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов;
- подготовка к экзамену.

Залогом успешного освоения этой дисциплины является обязательное посещение лекционных занятий и лабораторных практикумов, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса.

Приступая к изучению дисциплины, необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД для студентов очной формы обучения, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к лабораторному практикуму.

При подготовке к самостоятельной работе 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;
- подготовка к текущему контролю успеваемости студентов; подготовиться к промежуточной аттестации.

Итогом изучения дисциплины является экзамен. Экзамен проводится по расписанию сессии. Форма проведения занятия – устная. Студенты, не прошедшие аттестацию по графику сессии, должны ликвидировать задолженность в установленном порядке.

## 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 определения и допущения	ОПК-1.6	устный опрос
2	Экспериментальные основы сопротивления материалов	ОПК-1.6	устный опрос
3	Внутренние усилия при растяжении стержней	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
4	Напряженно-деформированное состояние стержня при растяжении	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
5	Расчет статически неопределимых стержневых систем	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
6	Кручение стержней с круглым или прямоугольным поперечным сечением	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
7	Плоское напряженное состояние	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
8	Теории прочности	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
9	Плоский изгиб балок	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач

10	Нормальные и касательные напряжения при плоском изгибе	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
11	Иная контактная работа	ОПК-1.6, ПК-4.2	
12	Зачет	ОПК-1.6, ПК-4.2	
13	Определение перемещений в балках, рамах при плоском поперечном изгибе.	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
14	Расчет статически неопределимых конструкций при изгибе.	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
15	Общий случай сложного сопротивления	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
16	Внецентренное растяжение – сжатие стержней.	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
17	Косой и пространственный изгиб стержней.	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
18	Устойчивость стержней большой гибкости	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
19	Устойчивость стержней малой и средней гибкости	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
20	Продольно-поперечный изгиб стержней	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
21	Расчеты при динамических и ударных нагрузках	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
22	Прочность при циклическом нагружении. Контактная задача.	ОПК-1.6, ПК-4.2	решение задач
23	Иная контактная работа	ОПК-1.6, ПК-4.2	
24	Экзамен	ОПК-1.6, ПК-4.2	

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

Контрольные задания для самостоятельной работы на практических занятиях.

(для проверки сформированности индикаторов достижения компетенций ОПК-1.6, ПК-4.2)

3 семестр. Файл расположен в Приложениях. Контрольные задачи. Семестр 3.pdf,

а также размещен по адресу ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/mod/resource/view.php?id=104233>

id=104233

4 семестр. Файл расположен в Приложениях. Контрольные задачи. Семестр 4.pdf,

а также размещен по адресу ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/mod/resource/view.php?id=104234>

id=104234

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

<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. Внешние и внутренние силы, определение внутренних сил, метод сечений, понятие о напряжениях, деформациях и перемещениях, закон Гука упругие постоянные материалов, изотропные и анизотропные материалы, определение перемещений в стержнях.

2. Диаграмма растяжения, ее характерные точки: пределы пропорциональности, упругости, текучести, прочности. Истинная и условная диаграмма, упругие и пластические деформации, разгрузка, особенности диаграммы при сжатии.

3. Статические моменты сечения, осевые, центробежный и полярный моменты инерции, определение характеристик сложных сечений.

4. Вычисление статических моментов и моментов инерции при параллельном переносе осей, определение центра тяжести сечения. Вычисление моментов инерции при повороте осей, главные оси и моменты инерции.

5. Напряженно-деформированное состояние при растяжении и сжатии, эпюра нормальных сил, определение напряжений. Расчет стержней на прочность при растяжении и сжатии, допускаемое напряжение, коэффициент запаса, условия применимости расчетных зависимостей.

6. Расчет статически неопределимых стержневых систем при растяжении и сжатии, условие совместности перемещений, учет изменений температуры и неточности изготовления.

7. Напряженно-деформированное состояние при кручении стержня с круглым поперечным

сечением, определение напряжений и углов закручивания.

8. Кручение стержней с некруглым поперечным сечением.

9. Понятие о напряженном состоянии в точке. Свойство парности касательных напряжений, главные напряжения. Плоское напряженное состояние, напряжения на произвольно ориентированной площадке, круг Мора.

10. Теории прочности.

11. Чистый и поперечный изгиб, типы опорных связей, определение опорных реакций. Внутренние усилия при плоском изгибе и связь между ними. Эпюры перерезывающих сил и изгибающих моментов.

12. Нормальные напряжения при чистом изгибе - гипотеза плоских сечений, нейтральная ось, определение напряжений. Максимальные нормальные напряжения при изгибе, момент сопротивления сечения, равнопрочные балки.

13. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Эпюры касательных напряжений в прямоугольном и двутавровом сечении.

14. Закон сохранения энергии. Вычисление потенциальной энергии. Теорема Клапейрона.

15. Вычисление потенциальной энергии стержней при растяжении – сжатии, кручении, изгибе и сложном сопротивлении.

16. Определение перемещений в статически определимых системах. Расчеты статически неопределимых систем. Метод сил.

17. Сложное сопротивление. Формула для определения нормальных напряжений. Уравнение нейтральной линии. Касательные напряжения.

18. Косой изгиб. Определение напряжений и положения нейтральной линии. Определение перемещений.

19. Изгиб с одновременным растяжением-сжатием. Внецентренное сжатие. Ядро сечения.

20. Понятие устойчивости. Устойчивость системы с одной степенью свободы.

21. Устойчивость сжатого стержня. Задача Эйлера. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера.

22. Формула Ясинского. Практический расчет сжатых стержней с применением таблиц коэффициента снижения допускаемых напряжений.

23. Продольно-поперечный изгиб стержней.

24. Динамическая нагрузка. Учет сил инерции. Напряжения и деформации при ударе. Определение коэффициентов динамичности при падении груза на вертикальный стержень и горизонтальную балку.

25. Колебания упругих систем. Системы с одной степенью свободы. Системы с бесконечным числом степеней свободы – продольные и изгибные колебания стержней.

26. Основные характеристики циклического нагружения. Предел выносливости. Влияние различных факторов на усталостную прочность (концентрация напряжений, состояние поверхности, размеры элемента конструкции).

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Размещено в приложении.

А также размещены по адресу: ЭИОС Moodle <https://moodle.spbgasu.ru/course/view.php?id=3510>

#### 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.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 45 минут.

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»		
	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	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.	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

знания	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;</li> <li>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;</li> <li>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знания теоретического материала;</li> <li>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;</li> <li>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;</li> <li>- знания теоретического материала</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;</li> <li>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;</li> <li>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;</li> <li>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,</li> <li>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</li> </ul>
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
<b>Основная литература</b>		
1	Александров А. В., Потапов В. Д., Державин Б. П., Александров А. В., Сопротивление материалов, М.: Высшая школа, 2007	234
2	Атапин В. Г., Сопротивление материалов, Москва: Юрайт, 2023	<a href="https://urait.ru/bcode/510357">https://urait.ru/bcode/510357</a>
3	Степин П. А., Сопротивление материалов, Санкт-Петербург: Лань, 2022	<a href="https://e.lanbook.com/book/210815">https://e.lanbook.com/book/210815</a>
4	Агапов В. П., Сопротивление материалов, Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/26864.html">http://www.iprbookshop.ru/26864.html</a>
5	Ицкович Г. М., Минин Л. С., Винокуров А. И., Сопротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1, Москва: Юрайт, 2023	<a href="https://urait.ru/bcode/515139">https://urait.ru/bcode/515139</a>

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
Сопrotивление материалов (Методические, учебные и справочные материалы)	<a href="http://moodle.spbgasu.ru/course/resources.php?id=28">http://moodle.spbgasu.ru/course/resources.php?id=28</a>
Сопромат on-line	<a href="http://mysopromat.ru/weblinks_catalog/educational/data/ic_weblinks_catalog/50/">http://mysopromat.ru/weblinks_catalog/educational/data/ic_weblinks_catalog/50/</a>
Учебное пособие #1 на портале СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/documents/docs_275.doc">https://www.spbgasu.ru/documents/docs_275.doc</a>
Учебное пособие #2 на портале СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/documents/docs_276.doc">https://www.spbgasu.ru/documents/docs_276.doc</a>
Учебное пособие #3 на портале СПбГАСУ	<a href="https://www.spbgasu.ru/documents/docs_277.doc">https://www.spbgasu.ru/documents/docs_277.doc</a>

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "ЮРАЙТ"	<a href="https://www.biblio-online.ru/">https://www.biblio-online.ru/</a>
Электронно-библиотечная система издательства "Лань"	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Интернет-тренажеры в сфере образования	<a href="http://www.i-exam.ru">http://www.i-exam.ru</a>
Единый электронный ресурс учебно-методической литературы СПбГАСУ	<a href="http://www.spbgasu.ru">www.spbgasu.ru</a>
Тех.Лит.Ру - техническая литература	<a href="http://www.tehлит.ru/">http://www.tehлит.ru/</a>
Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ)	<a href="http://www2.viniti.ru">www2.viniti.ru</a>
Федеральный образовательный портал "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
Электронно-библиотечная система издательства "Консультант студента"	<a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
Электронная библиотека Ирбис 64	<a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a>
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	<a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>

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)
Microsoft Windows 10 Pro	Договор № Д32009689201 от 18.12.2020г
Notepad++ версия 7.7.1	Свободно распространяемое
К3-Котгедж версия 6.5	Свободно распространяемое

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащении учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
59. Помещения для самостоятельной работы	<p>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. ПО Microsoft Windows 10, Microsoft Office 2016</p>
59. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<p>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, аудио-система), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет.</p>
59. Межкафедральная лаборатория: Секция А 2-я Красноармейская ул. д.4 Ауд. № 40, № 15, № 226	<p>Гидравлическая машина 30тс; Испытательная машина 140тс; Пресс гидравлический 50тс; Машина испытательная 50тс; Пресс гидравлический 500тс; Универсальная напольная испытательная электромеханическая машина до 100 кН; Универсальная настольная испытательная электромеханическая машина до 10 кН; Универсальная настольная испытательная электромеханическая машина до 50кН; Универсальная электромеханическая испытательная машина 600кН; Серво-гидравлическая испытательная система UTM на 100кН; Сервогидравлическая высокочастотная испытательная система MaKron на 25кН; Сервогидравлическая испытательная система - Magnum - 2000кН; A1220 MONOLITH ультразвуковой дефектоскоп для контроля бетона; Детектор стержней арматуры и определение толщины защитного слоя; Молоток для испытаний бетона SilverSchmidt PC; Прибор для определения прочности материалов методом отрыва ПОС 50МГ4.У; Твердомер Equotip 3; Ультразвуковой прибор Pundit Lab; TDS-150 - Комплекс измерительный 40-канальный; TDS-530-30 - Комплекс измерительный 30-канальный; Ноутбук ASUS X450LB-WX0; Портативный многоосновной оптико-эмиссионный анализатор химического состава металлов и сплавов PMI-MASTER UVR Pro; Портативный рентгено-флуоресцентный спектрометр для анализа металлов с возможностью определения "легких элементов" X-MET 8000 Expert</p>

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.