



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Металлических и деревянных конструкций

УТВЕРЖДАЮ

Начальник учебно-методического управления

С.В. Михайлов

«27» июня 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Проектирование металлических конструкций

направление подготовки/специальность 08.04.01 Строительство

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Промышленное и гражданское
строительство: проектирование

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2019

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Получение навыков проектирования металлических конструкций с использованием современных программных средств и методов проектирования

1. Освоение расчетов листовых конструкций
2. Освоение методов усиления стальных конструкций
3. Знакомство с методами расчета зданий и сооружений на специфические воздействия
4. Знакомство с зарубежной нормативной документацией
5. Знакомство с элементами программирования в области практического проектирования
6. Знакомство с расчетами уникальных зданий и сооружений

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
ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования объектов промышленного и гражданского строительства	ПКР-1.5 Составление аналитического обзора научно-технической информации в сфере промышленного и гражданского строительства	знает расположение основных научно-технических библиотек знаний умеет Выполнять поиск научно-технической информации в сфере промышленного и гражданского строительства владеет навыками широким кругозором по научно-технической информации в сфере промышленного и гражданского строительства
ПКР-1 Способность выполнять и организовывать научные исследования объектов промышленного и гражданского строительства	ПКР-1.6 Разработка математических моделей исследуемых объектов	знает Основы разработки математических моделей исследуемых объектов умеет Создавать разработки математических моделей исследуемых объектов владеет навыками Особенностями разработки математических моделей исследуемых объектов
ПКС-2 Организация работы проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений	ПКС-2.1 Оформление общих данных раздела проектной документации на строительные конструкции	знает Состав общих данных раздела проектной документации на строительные конструкции умеет Составить общие данные раздела проектной документации на строительные конструкции владеет навыками Способами составления общих данных раздела проектной документации на строительные конструкции

<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.10 Проверка соответствия принятых в разделе проектной документации строительные конструкции, требованиям действующей нормативно-технической документации и специальным техническим условиям</p>	<p>знает Принципы проверки документации на нормативную документацию с учетом специальных технических условий умеет Осуществлять проверку разработанной проектной документации владеет навыками Навыками проверки принятых проектных решений по требованиям безопасности и оптимальной экономичности</p>
<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.11 Выполнение проверочных расчетов строительных конструкций</p>	<p>знает Подходы в выполнении проверочных расчетов, особенности и отличия от проектирования новых конструкций умеет Выполнять расчет с учетом имеющихся отклонений конструкции, дефектов и повреждений владеет навыками Навыками выполнения экспертной оценки проектных решений без выполнения поверочных расчетов</p>
<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.12 Осуществление авторского надзора за соблюдением утвержденных проектных решений раздела проектной документации на строительные конструкции</p>	<p>знает Нормативные документы в области авторского надзора, порядок его выполнения проектной организацией умеет Заполнять журнал авторского надзора владеет навыками Осуществлять авторский надзор за проектом, выделять и проверять наиболее ответственные места строительных конструкций</p>
<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.13 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>знает Состав и последовательность выполнения проектных работ умеет Формировать цели и задачи для проектного подразделения при выполнении поставленного задания владеет навыками Навыками принятия решения и их обоснования</p>

<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.2 Выполнение чертежей стыковых и узловых соединений строительных конструкций раздела проектной документации на строительные конструкции</p>	<p>знает Разделения соединений строительных конструкций раздела проектной документации на типы.</p> <p>умеет Проектировать соединений строительных конструкций раздела проектной документации.</p> <p>владеет навыками Проектировать соединений строительных конструкций раздела проектной документации с использованием САПР</p>
<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.3 Оформление спецификаций в составе раздела проектной документации на строительные конструкции</p>	<p>знает Формы спецификаций в составе раздела проектной документации на строительные конструкции</p> <p>умеет Составлять спецификации в составе раздела проектной документации на строительные конструкции</p> <p>владеет навыками Составлением спецификаций в составе раздела проектной документации на строительные конструкции в САПР</p>
<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.4 Комплектование и подготовка к выдаче комплекта раздела проектной или рабочей документации на строительные конструкции</p>	<p>знает Иметь представление о составе подготовленной к выдаче комплекта раздела проектной или рабочей документации</p> <p>умеет Осуществлять подготовку к выдаче комплекта раздела проектной или рабочей документации на строительные конструкции</p> <p>владеет навыками Осуществлять подготовку к выдаче комплекта раздела проектной или рабочей документации на строительные конструкции в САПР</p>
<p>ПКС-2 Организация работ проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.5 Подготовка технических заданий на разработку раздела проектной документации на строительные конструкции</p>	<p>знает Иметь представление о технических заданиях на разработку раздела проектной документации на строительные конструкции</p> <p>умеет Составлять технические задания на разработку раздела проектной документации на строительные конструкции</p> <p>владеет навыками Составлять технические задания на разработку раздела проектной документации на строительные конструкции с применением САПР</p>

<p>ПКС-2 Организация проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.6 Выполнение расчетов строительных конструкций</p>	<p>знает Методы расчетов строительных конструкций умеет Выполнять расчеты строительных конструкций вручную владеет навыками Выполнением расчетов строительных конструкций в САПР</p>
<p>ПКС-2 Организация проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.7 Подготовка текстовой и графической части раздела проектной документации на строительные конструкции</p>	<p>знает Состав текстовой и графической части раздела проектной документации на строительные конструкции умеет Составлять текстовую и графическую части раздела проектной документации на строительные конструкции владеет навыками Способами составления текстовой и графической части раздела проектной документации на строительные конструкции в системах САПР</p>
<p>ПКС-2 Организация проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.8 Подготовка технических заданий для разработки специальных технических условий на проектирование раздела документации на строительные конструкции уникальных объектов</p>	<p>знает Особенности составления технических заданий для разработки специальных технических условий на проектирование раздела документации на строительные конструкции уникальных объектов умеет Составлять технические задания для разработки специальных технических условий на проектирование раздела документации на строительные конструкции уникальных объектов владеет навыками Составлением технических заданий для разработки специальных технических условий на проектирование раздела документации на строительные конструкции уникальных объектов</p>
<p>ПКС-2 Организация проектного подразделения по подготовке раздела проектной документации на строительные конструкции для зданий и сооружений</p>	<p>ПКС-2.9 Разработка специальных технических условий на проектирование раздела документации на строительные конструкции уникальных объектов</p>	<p>знает Понятие специальных технических условий и случаи, когда их составление необходимо умеет Разрабатывать специальные технические условия на простые виды отклонений от нормативной документации владеет навыками Навыками составления специальных технических условий на различные виды отклонений от нормативной документации</p>

ПКС-3 Способность управлять производственно- технологической деятельностью строительной организации	ПКС-3.1 Руководство разработкой планов технического перевооружения и повышения эффективности деятельности строительной организации	знает основы планирования технического перевооружения строительной организации умеет организовывать техническое перевооружение на предприятии владеет навыками навыками организации перевооружения глобальных корпораций
ПКС-3 Способность управлять производственно- технологической деятельностью строительной организации	ПКС-3.2 Организационно- техническое и технологическое сопровождение строительного производства	знает основы организационно-технического и технологического сопровождения строительного производства умеет организовывать техническое и технологическое сопровождение строительного производства организации владеет навыками навыками управления процессом организационно-технического и технологического сопровождения строительного производства
ПКС-3 Способность управлять производственно- технологической деятельностью строительной организации	ПКС-3.3 Руководство разработкой планов технического перевооружения и повышения эффективности деятельности строительной организации	знает основы планирования технического перевооружения и повышения эффективности деятельности строительной организации умеет практически осуществлять планирование технического перевооружения и повышения эффективности деятельности строительной организации владеет навыками навыками и опытом руководства технического перевооружения и повышения эффективности деятельности строительной организации

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

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.ДВ.02.02 основной профессиональной образовательной программы 08.04.01 Строительство и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Информационное моделирование в профессиональной сфере (ВИМ)	ОПК-2.3, ОПК-2.4
2	Теория расчета и проектирования строительных конструкций	ПКО-4.1, ПКО-4.2, ПКО-4.3, ПКО-4.4, ПКО-4.5, ПКО-1.1, ПКО-1.2, ПКО-1.3, ПКО-1.4, ПКО-3.1, ПКО-3.2, ПКО-3.3, ПКО-3.4, ПКО-3.5, ПКО-3.6, ПКО-3.7, ПКО-3.8, ПКО-3.9, ПКО-3.10, ПКО-3.11

Информационное моделирование в профессиональной сфере (ВМ)

Знать теоретические основы ВМ и структуру основных файлов

Уметь выполнять построение ВМ модели гражданских и промышленных зданий

Владеть навыками организации структуры ВМ модели

Теория расчета и проектирования строительных конструкций

Знать теорию статического расчета строительных конструкций

Уметь осуществлять построение расчетной схемы

Владеть навыками комплексного анализа результатов расчета

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-1.7, УК-2.1, УК-2.2, УК-2.3, УК-2.4, УК-2.5, УК-3.1, УК-3.2, УК-3.3, УК-3.4, УК-3.5, УК-3.6, УК-3.7, УК-3.8, УК-3.9, УК-3.10, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, УК-4.4, УК-4.5, УК-4.6, УК-4.7, УК-5.1, УК-5.2, УК-5.3, УК-5.4, УК-5.5, УК-6.1, УК-6.2, УК-6.3, УК-6.4, УК-6.5, УК-6.6, УК-6.7, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК- 1.3, ОПК-1.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК- 3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК- 4.4, ОПК-4.5, ОПК-5.1, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.4, ОПК-5.5, ОПК- 5.6, ОПК-5.7, ОПК-5.8, ОПК-5.9, ОПК-5.10, ОПК-5.11, ОПК-5.12, ОПК-6.1, ОПК-6.2, ОПК-6.3, ОПК- 6.4, ОПК-6.5, ОПК-6.6, ОПК-6.7, ОПК-6.8, ОПК-6.9, ОПК-6.10, ОПК-6.11, ОПК-7.1, ОПК-7.2, ОПК- 7.3, ОПК-7.4, ОПК-7.5, ОПК-7.6, ОПК-7.7, ОПК-7.8, ОПК-7.9, ПКР- 1.1, ПКР-1.2, ПКР-1.3, ПКР-1.4, ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКР-1.7, ПКР- 1.8, ПКР-1.9, ПКР-1.10, ПКР-1.11, ПКО-1.1, ПКО-1.2, ПКО-1.3, ПКО- 1.4, ПКО-3.1, ПКО-3.2, ПКО-3.3, ПКО-3.4, ПКО-3.5, ПКО-3.6, ПКО- 3.7, ПКО-3.8, ПКО-3.9, ПКО-3.10, ПКО-3.11, ПКО-4.1, ПКО-4.2, ПКО- 4.3, ПКО-4.4, ПКО-4.5, ПКО-5.1, ПКО-5.2, ПКО-5.3, ПКО-5.4, ПКО- 5.5, ПКО-5.6, ПКО-5.7, ПКО-5.8, ПКР-3.1, ПКР-3.2, ПКР-3.3, ПКР- 3.4, ПКР-3.5, ПКР-3.6, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3, ПКС-2.1, ПКС- 2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.8, ПКС- 2.9, ПКС-2.10, ПКС-2.11, ПКС- 2.12, ПКС-2.13, ПКС-3.1, ПКС-3.2,

2	Преддипломная практика	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5, УК-1.6, УК-1.7, УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4, УК-4.2, УК-4.5, УК-4.6, УК-4.7, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ОПК-2.4, ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3, ОПК-3.4, ОПК-3.5, ОПК-5.2, ОПК-5.3, ОПК-5.5, ОПК-5.9, ОПК-5.12, ПКО-1.1, ПКО-1.2, ПКО-1.3, ПКО-1.4, ПКО-3.1, ПКО-3.2, ПКО-3.3, ПКО-3.4, ПКО-3.5, ПКО-3.6, ПКО-3.7, ПКО-3.8, ПКО-3.9, ПКО-3.10, ПКО-3.11, ПКО-4.1, ПКО-4.2, ПКО-4.3, ПКО-4.4, ПКО-4.5
---	------------------------	---

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	Семестр	
		2	3
Контактная работа	140	72	68
Лекционные занятия (Лек)	70	36	34
Практические занятия (Пр)	70	36	34
Иная контактная работа, в том числе:	3	1,5	1,5
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)	2	1	1
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))	0,5	0,25	0,25
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача экзамена)	2,5	1,25	1,25
Часы на контроль	69,5	34,75	34,75
Самостоятельная работа (СР)	217,5	106,75	110,75
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	432	216	216
зачетные единицы:	12	6	6

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
			Лекц	ПЗ	ЛР			
1.	1 раздел. Основы расчета стальных листовых конструкций							
1.1.	Общие сведения о проектировании листовых стальных конструкций	2	2	2	7	11	ПКС-3.3, ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКР-1.6, ПКС-2.5	

1.2.	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	2	4	16		42	62	ПКР-1.6, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКР-1.5, ПКС-3.1, ПКС-2.2, ПКС-2.1, ПКС-2.4, ПКС-2.7, ПКС-3.2, ПКС-2.3
1.3.	Другие виды листовых конструкций	2	7				7	ПКР-1.6, ПКС-2.6
2.	2 раздел. Усиление металлических конструкций							
2.1.	Оценка технического состояния строительных конструкций эксплуатируемых объектов.	2	2	2		7	11	ПКР-1.5, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.11, ПКС-3.1
2.2.	Основы усиления металлических конструкций	2	9	6		21	36	ПКС-2.6, ПКС-2.11, ПКР-1.6, ПКР-1.5, ПКС-2.1, ПКС-3.2, ПКС-2.2, ПКС-2.4
2.3.	Основы усиления железобетонных, каменных и деревянных конструкций с помощью металлических конструкций.	2	2	2		13,75	17,75	ПКС-2.6, ПКС-2.11
3.	3 раздел. Расчеты зданий на специфические воздействия							
3.1.	Обзор нормативной, научной и технической литературы на тему возможных специфических воздействий на здания и сооружения.	2	2	2		2	6	ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.8, ПКС-3.1, ПКР-1.6
3.2.	Особенности расчета на специфические воздействия.	2	8	6		14	28	ПКР-1.6, ПКС-2.6, ПКС-2.8, ПКР-1.5
4.	4 раздел. Иная контактная работа							

4.1.	Иная контактная работа	2					1,25	ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.8, ПКС-2.9, ПКС-2.10, ПКС-2.11, ПКС-2.12, ПКС-2.13, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3
5.	5 раздел. Контроль							
5.1.	Экзамен	2					36	
6.	6 раздел. Зарубежная нормативно-техническая литература							
6.1.	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	3	8	10		25	43	ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКР-1.6, ПКС-2.8
6.2.	Американские нормативные документа в области проектирования металлических конструкций	3	2			10	12	ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКР-1.6
7.	7 раздел. Методы научных исследований в практической области проектирования							
7.1.	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	3	12	12		35	59	ПКС-2.6, ПКС-2.5, ПКР-1.6
8.	8 раздел. Особенности проектирования большепролетных и высотных зданий и сооружений							
8.1.	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	3	6	6		20,75	32,75	ПКР-1.5, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-3.1, ПКР-1.6, ПКС-2.4, ПКС-2.7, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.10, ПКС-2.12

8.2.	Проектирование высотных зданий и сооружений	3	6	6	20	32	ПКР-1.5, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКР-1.6, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.10, ПКС-2.12, ПКС-2.7
9.	9 раздел. Иная контактная работа						
9.1.	Консультирование по курсовому проекту (часть 2)	3				1,25	ПКС-2.4, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.10, ПКС-3.2, ПКС-2.12, ПКС-3.3
10.	10 раздел. Контроль						
10.1	Контроль и аттестация (часть 2)	3				36	ПКС-2.6, ПКС-2.10, ПКС-3.1, ПКС-3.3

5.2. Лекции

№ п/п	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	Общие сведения о проектировании листовых стальных конструкций	Общие сведения о проектировании металлических конструкций. Особенности проектирования листовых резервуаров. Общие сведения о расчете листовых конструкций Краткий обзор нормативной литературы: ФЗ-384, ФЗ-123, постановление правительства 985 и 87. Основные документы для расчета и проектирования металлических конструкций.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Резервуары. Классификация и назначение. Расчет и проектирование вертикальных резервуаров низкого давления
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Расчет и проектирование вертикальных резервуаров повышенного давления
3	Другие виды листовых конструкций	Горизонтальные цилиндрические резервуары. Виды горизонтальных резервуаров. Каплевидные резервуары. Наивыгоднейший диаметра резервуара. Расчет резервуаров на прочность. Кольцевые и меридиональные напряжения. Расчет резервуаров на устойчивость. Опорные ребра жесткости и

		диафрагмы.
3	Другие виды листовых конструкций	Сферические резервуары Раскрой оболочки. Расчет оболочки на прочность и устойчивость. Расчет корпуса резервуара.
3	Другие виды листовых конструкций	Газгольдеры Назначение и классификация. Газгольдеры постоянного и переменного объёма. Мокрые и сухие конструктивные решения газгольдеров. Расчет на прочность и устойчивость. Ребра жесткости.
3	Другие виды листовых конструкций	Бункера и силосы Общие сведения. Бункеры с плоскими стенами. Гибкие бункеры. Расчет силосов.
4	Оценка технического состояния строительных конструкций эксплуатируемых объектов.	Техническое обследование строительных конструкций. Общий подход. Состав визуального и инструментального обследования. Лабораторные испытания свойств материалов. Поверочные расчеты строительных конструкций Определение необходимости и способов усиления металлических конструкций. Обследование конструкций, находящихся под нагрузкой, и их усиление. Причины аварий, вызывающих необходимость усиления конструкций.
5	Основы усиления металлических конструкций	Основные положения по проектированию усиления сохраняемых конструкций Описание подготовительных работ (сбор нагрузок на основе данных обследования, процедура определения расчетного сопротивления, необходимость частичной разгрузки усиливаемого элемента). Усиление методом увеличения сечения, усиление методом изменения расчётной схемы, усиление методом контроля напряженно- деформированного состояния
5	Основы усиления металлических конструкций	Методы усиления балок. Особенности усиления подкрановых балок Усиление изгибаемых элементов методом увеличения сечений. Изменение конструктивной схемы усиления балок. Превращение балочных разрезных конструкций в неразрезные. Шпренгельные конструкции. Примеры усиления.
5	Основы усиления металлических конструкций	Усиление стропильных ферм. Усиление рядовых, монтажных и опорных узлов. Усиление центрально-сжатых и центрально-растянутых элементов. Усиление внецентренно-сжатых элементов. Усиление сварных швов, заклепочных и болтовых соединений. Примеры усиления.
5	Основы усиления металлических конструкций	Усиление колонн и каркаса в целом. Усиление эстакад, транспортных галерей и опор трубопроводов. Увеличение жесткости колонны за счет увеличения жесткости узлов. Усиление рам жесткими диагональными раскосами, подкосами и гибкими связями. Усиление рам жесткими ригелями и диагональными раскосами. Особенности усиления конструкций эстакад и транспортных галерей. Примеры усиления.
5	Основы усиления металлических конструкций	Общие требования и правила организации работ по усилению конструкций. Обзор примеров работ по усилению конструкций. Требования к порядку и качеству работ по усилению. Допускаемые отклонения и контроль за производством работ.
6	Основы усиления железобетонных, каменных и деревянных	Усиление железобетонных конструкций, усиление каменных конструкций, усиление деревянных конструкций Способы усиления, разгружающие и заменяющие элементы, конструкции обойм, рубашек и наращиваний, дополнительные

	конструкций с помощью металлических конструкций.	жесткие и упругие опоры
7	Обзор нормативной, научной и технической литературы на тему возможных специфических воздействий на здания и сооружения.	Современная отечественная и зарубежная нормативная документация для расчета зданий и сооружений на специфические воздействия. Обзор Российских нормативных документов по проектированию на специфические воздействия. Обзор европейских и американских нормативных документов на специфические воздействия.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Монтажные расчеты стальных конструкций. Учет накопления деформаций конструкций на общее напряженно-деформированное состояние конструкции на стадии эксплуатации. Методы расчета с учетом истории загрузки. Правила и принципы организации монтажа.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Расчет стальных конструкций на прогрессирующее обрушение. Нормативная литература для расчета на прогрессирующее разрушение. Выбор элементов для расчета на прогрессирующее разрушение. Квазистатичная постановка задачи. Прямой динамический расчет. Расчет узлов на прогрессирующее разрушение.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Расчет стальных конструкций на сейсмические воздействия. Общие сведения о землетрясениях. Оценка сейсмической опасности территории. Спектральный метод расчета. Специальные проблемы спектральной методики. Акселерограммы. Интегрирование уравнений движения.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Расчет стальных конструкций на просадку грунтов. Карстовые явления и просадка грунтов. Расчет зданий и сооружений на потерю устойчивости основания.
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Eurocode 1990. Базовые принципы и правила. Национальные приложения. Знакомство с общей структурой Eurocode. Базовые воздействия. Конструктивный анализ. Верификация метода частных коэффициентов.
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Eurocode 1991. Сбор нагрузок на каркас. Общие правила сбора нагрузок на сооружения. Полезная нагрузка и собственный вес. Снеговая нагрузка. Ветровая нагрузка. Другие виды воздействий.
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Eurocode 1993. Основные положения расчета стальных конструкций. Правила назначения свойств стали для расчета конструкций. Расчеты на изгиб, центральное и внецентренное сжатие.
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Eurocode 1993-1-3 и Eurocode 1993-1-5. Расчет легких стальных тонкостенных конструкции. Особенности учета местной потери устойчивости при расчете на общую устойчивость элемента.

12	Американские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Американские нормативные документы в области расчета и проектирования металлических конструкций AISC 360-05. Нормы проектирования металлических конструкций.
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Научные проблемы в практическом проектировании. Границы применимости нормативной документации.
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Оптимизационные подходы к расчету конструкций с использованием MathCAD
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Исследовательские задачи в ПК Лира-САПР и САПФИР, Rinoceros и Grosshooper, Dinamo
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Исследовательские задачи в ПК Ansys. Метод параметрического программирования
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Элементы программирования в современных расчетных и графических комплексах на языке C# (основы и пример)
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Знакомство с видами и классификациями большепролетных конструкций
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Сбор нагрузок на висячее большепролетное покрытие. Расчет висячей нити в плоской постановке
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Расчет висячего покрытия в пространственной постановке
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Знакомство с видами и классификациями высотных конструкций
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Сбор нагрузок на высотное строение вытяжной башни с отводящим столбом.
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Расчет высотных зданий и сооружений

5.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	Общие сведения о проектировании листовых стальных конструкций	Проверка входных компетенций. Общие принципы проектирования металлических конструкций по предельным состояниям.
2	Проектирование вертикальных и	Обзор исходных данных для проектирования. Знакомство с учебно-

	горизонтальных резервуаров	методической литературой по вопросу. Генеральные размеры резервуары
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Сбор нагрузок на вертикальный резервуар. Сбор нагрузок от собственного веса конструкций, давления жидкости, снега и ветра, избыточного и пониженного давления газа.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Подбор толщины поясов стенки из условия прочность. Понятие кольцевых и меридианальных напряжений в листовой конструкции. Назначение толщины стенки резервуара в зависимости от высоты.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Проверка местной устойчивости стенки. Изменение толщины стенки резервуара относительно предварительного подбора сечения по прочности.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Расчет сопряжения стенки с дном (учет краевого эффекта) Понятие краевого эффекта. Конструктивные требования к проектированию примыкания стенки к дну.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Расчет покрытия резервуара. Расчет стойки, подбор и проверка сечений.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Конечно-элементная модель вертикального резервуара Общий вид. Особенности построения, сбора нагрузок и назначения граничных условий. Анализ результатов расчета.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Оформление чертежей на металлические конструкции резервуаров. Карты раскроя. Основные узлы. Сбор спецификаций на материалы.
4	Оценка технического состояния строительных конструкций эксплуатируемых объектов.	Знакомство с общими принципами выполнения обследования строительных конструкций. Знакомство с видами поверочных расчетов строительных конструкций.
5	Основы усиления металлических конструкций	Анализ каркаса однопролетного одноэтажного промышленного здания. Знакомство с индивидуальным заданием. Поверочный расчет каркаса. Определение элементов для усиления.
5	Основы усиления металлических конструкций	Определение принципа усиления. Выбор схемы усиления. Определение конструктивных решений по разгрузке системы. Расчет элементов усиления. Принятие решений по включению элемента усиления в совместную работу с каркасом.
5	Основы усиления металлических конструкций	Разработка графической части проекта усиления по индивидуальному заданию. Обзор требований к оформлению документации. Правила и принципы компоновки чертежа усиления конструкций. Примеры чертежей усиления конструкций.
6	Основы усиления железобетонных, каменных и деревянных конструкций с	Обзор примеров усиления железобетонных и каменных конструкций с использованием металлических конструкций

	помощью металлических конструкций.	
7	Обзор нормативной, научной и технической литературы на тему возможных специфических воздействий на здания и сооружения.	Общие принципы проектирования на специфические воздействия. Виды специфических воздействий. Особенности расчета на основные и особые расчетные ситуации. Переходные расчетные ситуации. Надежность зданий и сооружений.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Выбор специфического воздействия на каркас. Сбор нагрузок на каркас по индивидуальному заданию. Знакомство с зданием на проектирование. Выбор величины воздействия специфического воздействия на металлический каркас.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Расчет на специфическое воздействия. Корректировка и совершенствование расчетной схемы
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Защитные и компенсирующие мероприятия. Конструктивные решения и принципы графического представления результатов расчета по индивидуальному заданию.
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Расчет конструкций по современным российским нормам согласно индивидуальному заданию. Сбор нагрузок, расчет и подбор сечений
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Расчет выбранной конструкции по Eurocode и AISI
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Сравнение и анализ результатов расчета
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Оптимизация формы конструкции в ПК Сапфир
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Совершенствование средств расчетов и конструирования с применением языка программирования C#
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Оптимизация стальной конструкции в MathCAD
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Сбор нагрузок. Расчет в плоской постановке (ручной + в ПК)

14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Расчет пространственной схемы висячего покрытия. Учет жесткости опорного кольца и поддерживающих конструкций.
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Графическая часть проекта Общие принципы оформления чертежей металлических конструкций.
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Компоновка конструктивных решений вытяжной башни. Сбор нагрузок. Назначение габаритных размеров конструкции. Выбор конструктивной схемы
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Моделирование и расчет вытяжной трубы в программном комплексе. Приложение нагрузок. Назначение граничных условий. Создание нелинейных загружений
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Графическая часть проекта Общие принципы оформления чертежей металлических конструкций.

5.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	Общие сведения о проектировании листовых стальных конструкций	Знакомство с технической литературой. История вопроса. Виды и классификации основных видов стальных резервуаров. Общие принципы компоновки
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Разработка компоновочной схемы вертикального резервуара по исходным данным
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Расчет интенсивностей нагрузок. Оформление таблицы сбора нагрузок на резервуар.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Расчет толщины стенки резервуара на прочность по индивидуальному варианту. Оформление таблицы результатов расчета
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Расчет и окончательный подбор сечения стенки резервуара.
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	Оформление результатов расчетов и графической части по индивидуальному варианту.
4	Оценка технического состояния строительных конструкций эксплуатируемых объектов.	Выполнение поверочных расчетов конструкций одноэтажного стального промышленного каркаса.
5	Основы усиления металлических конструкций	Расчет каркаса по индивидуальному заданию. Анализ изменений расчетной схемы. Расчет и определение ослабленных элементов каркаса.

5	Основы усиления металлических конструкций	Разработка усиления отдельных элементов. Выбор отдельных принципов усиления конструкции для определенных ослабленных элементов каркаса. Разгрузка ослабленных элементов. Совместный расчет и оценка включений в работу элементов усиления.
5	Основы усиления металлических конструкций	Разработка графической части по индивидуальному заданию. Графическое представление элементов усиления. Оформление чертежей усиления металлических конструкций.
6	Основы усиления железобетонных, каменных и деревянных конструкций с помощью металлических конструкций.	Обзор схем усилений с применением неметаллических систем
7	Обзор нормативной, научной и технической литературы на тему возможных специфических воздействий на здания и сооружения.	Обзор регионов с возможными специфическими воздействиями. Знакомство с районированием карт сейсмического районирования, карстовых явлений и др.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Гололедные нагрузки Образование и изучение гололедных отложений. Гололедные нагрузки в нормах проектирования. Расчет на гололедно-ветровых нагрузок по результатам наблюдений. Особенности гололедных нагрузок на элементы и сооружения. Нагрузки при сбросе гололеда.
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	Температурные воздействия. Температурные климатические воздействия. Параметры внешней среды. Температура замыкания. Длительная и кратковременная часть температурного воздействия.. Расстояния между температурными швами.
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Расчет по современным российским нормам
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Расчет по Eurocode
12	Американские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	Расчеты по AISC 360-05 Обзор общих принципов и правил расчета стальных конструкций
13	Научные и оптимизационные	Формирование расчетной схемы

	задачи в практическом проектировании.	
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	Программирование изменения расчетной схемы. оптимизационный расчет
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Компоновка большепролетного каркаса здания
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Разработка расчетной схемы в программном комплексе. Приложение нагрузок. Назначение граничных условий. Создание нелинейных загрузений
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Анализ результатов расчетной схемы.
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	Разработка графической части
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Разработка расчетной схемы в программном комплексе.
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Компоновка каркаса вытяжной трубы
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Анализ результатов расчетной схемы вытяжной трубы
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	Разработка графической части

6. Перечень методических материалов для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Программой дисциплины предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, 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 образовательных технологий.

В объем самостоятельной работы по дисциплине включается следующее:

- изучение теоретических вопросов по всем дисциплинам;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к выполнению контрольных работ;
- подготовка к экзамен.

Залогом успешного освоения дисциплины является обязательное посещение лекционных и практических занятий, так как пропуск одного (тем более, нескольких) занятий может осложнить освоение разделов курса. На практических занятиях материал, изложенный на лекциях, закрепляется выполнением контрольных работ по темам дисциплины согласно РПД.

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

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	Общие сведения о проектировании листовых стальных конструкций	ПКС-3.3, ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКР-1.6, ПКС-2.5	устные опросы, тесты
2	Проектирование вертикальных и горизонтальных резервуаров	ПКР-1.6, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКР-1.5, ПКС-3.1, ПКС-2.2, ПКС-2.1, ПКС-2.4, ПКС-2.7, ПКС-3.2, ПКС-2.3	устные опросы, тесты, курсовая работа (часть 1)
3	Другие виды листовых конструкций	ПКР-1.6, ПКС-2.6	устные опросы, тесты
4	Оценка технического состояния строительных конструкций эксплуатируемых объектов.	ПКР-1.5, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.11, ПКС- 3.1	устные опросы, тесты
5	Основы усиления металлических конструкций	ПКС-2.6, ПКС-2.11, ПКР- 1.6, ПКР-1.5, ПКС-2.1, ПКС- 3.2, ПКС-2.2, ПКС-2.4	устные опросы, тесты, курсовая работа (часть 2)
6	Основы усиления железобетонных, каменных и деревянных конструкций с помощью металлических конструкций.	ПКС-2.6, ПКС-2.11	устные опросы, тесты
7	Обзор нормативной, научной и технической литературы на тему возможных специфических воздействий на здания и сооружения.	ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.8, ПКС-3.1, ПКР-1.6	устные опросы, тесты
8	Особенности расчета на специфические воздействия.	ПКР-1.6, ПКС-2.6, ПКС-2.8, ПКР-1.5	устные опросы, тесты, курсовая работа (часть 3)
9	Иная контактная работа	ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС	

		-2.8, ПКС-2.9, ПКС-2.10, ПКС-2.11, ПКС-2.12, ПКС-2.13, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3	
10	Экзамен		
11	Европейские нормативные документы в области проектирования металлических конструкций	ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКР-1.6, ПКС-2.8	устный опрос, тесты
12	Американские нормативные документа в области проектирования металлических конструкций	ПКР-1.5, ПКС-2.6, ПКР-1.6	устный опрос, тесты
13	Научные и оптимизационные задачи в практическом проектировании.	ПКС-2.6, ПКС-2.5, ПКР-1.6	устный опрос, тесты
14	Проектирование большепролетных зданий и сооружений	ПКР-1.5, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-3.1, ПКР-1.6, ПКС-2.4, ПКС-2.7, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.10, ПКС-2.12	устный опрос, тесты, курсовой проект
15	Проектирование высотных зданий и сооружений	ПКР-1.5, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКР-1.6, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.10, ПКС-2.12, ПКС-2.7	устные опросы, тесты, курсовой проект
16	Консультирование по курсовому проекту (часть 2)	ПКС-2.4, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.10, ПКС-3.2, ПКС-2.12, ПКС-3.3	
17	Контроль и аттестация (часть 2)	ПКС-2.6, ПКС-2.10, ПКС-3.1, ПКС-3.3	

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

Контрольные вопросы

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПКР-1.5, ПКР-1.6)

1. Краткая история развития, области применения, достоинства и недостатки металлических конструкций.

2. Организация проектирования металлических конструкций, основные требования, которые нужно учитывать при проектировании.

3. Общие сведения о строительных сталях. Классификации. Диаграмма растяжения. Основные механические характеристики.

4. Выбор сталей для строительных конструкций и определение расчетных сопротивлений R_y , R_s .

5. Сортамент стальных профилей: прокатные профили, холодногнутые профили, составные профили. Общая характеристика и рациональные области применения.

6. Основы расчета металлических конструкций по методу предельных состояний. Группы ПС и их последствия. Цель расчета. Связь методики расчёта по предельным состояниям с методикой расчёта по допускаемым напряжениям.

7. Нагрузки и воздействия: классификация; нормативные нагрузки; учет изменчивости нагрузок; расчетные нагрузки; коэффициент надежности по нагрузке; сочетания нагрузок.

8. Нормативные и расчетные сопротивления стали: статистические характеристики распределения прочности, коэффициент надежности по материалу. Учет ответственности зданий и сооружений. Учет условий работы конструкций.

9. Предельные состояния и практический расчет растянутых, сжатых элементов.

10. Предельные состояния и практический расчет изгибаемых элементов.

11. Виды сварки, применяемые в строительстве. Выбор сварочных материалов.

12. Виды сварных швов и сварных соединений. Условные обозначения сварных швов на чертежах.

13. Конструирование соединений со стыковыми сварными швами: разделка кромок, стык элементов разных толщин, обеспечение полного провара.

14. Расчет стыкового соединения при одновременном действии продольной силы и изгибающего момента.

15. Конструирование и расчет соединений с угловыми сварными швами: требования к расчетной длине и катету сварного шва, выбор сварочных материалов и назначение расчетных сопротивлений. Выбор наилучшего сечения и расчет нахлесточного соединения при действии продольной силы N .

Контрольные вопросы

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.8, ПКС-2.9, ПКС-2.10, ПКС-2.11, ПКС-2.12, ПКС-2.13)

1. Расчет таврового соединения с угловыми швами: при одновременном действии продольной силы, изгибающего момента и поперечной силы.

2. Расчет и конструирование сварных швов крепления уголков к фасонке: требования к катету сварного шва, распределение усилий, выбор наилучшего сечения и расчет при действии продольной силы N .

3. Виды и общая характеристика болтовых соединений: номенклатура, классы прочности, классы точности. Выбор класса прочности болтов.

4. Расчет соединения на болтах без контролируемого натяжения для случая, когда действующие усилия перпендикулярны оси болтов.

5. Расчет соединения на болтах без контролируемого натяжения для случая, когда действующие усилия параллельны оси болтов.

6. Расчет соединений на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением.

7. Конструирование болтовых соединений: размещение болтов, нормали, доступность соединения, условные обозначения отверстий и болтов.

8. Балки: области применения; статические схемы, типы сечения. Компоновка балочных перекрытий: генеральные размеры, типы балочных клеток. Конструкция и расчёт узлов сопряжения балок: этажное, в одном уровне.

9. Настилы балочных клеток. Виды настилов. Работа и расчет сплошного стального настила.

10. Подбор и проверка сечений прокатных балок на прочность. Учёт упругопластической работы стали.

11. Расчёт балок на общую устойчивость. Факторы, влияющие на устойчивость. Конструктивные способы повышения общей устойчивости балок.

12. Расчёт балок на действие локальных нагрузок: Учет совместного действия нормальных, локальных и касательных напряжений. Конструктивные способы повышения прочности в местах действия локальных нагрузок.

13. Выбор высоты балки составного сечения: оптимальная высота (h_{opt}), минимальная высота балки (h_{min}), строительная высота ($h_{стр}$).

14. Подбор основного сечения сварных составных балок: требования к толщине стенки, назначение размеров стенки.

15. Подбор основного сечения сварных составных балок: подбор сечения поясов при известных размерах стенки; требования к ширине и толщине поясов.

Контрольные вопросы

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3)

1. Изменение сечения балки. Варианты изменения сечения. Определение мест изменения сечения. Конструирование и расчет стыка основного и измененного сечений поясов балки.

2. Проверки принятых (основного и измененного) сечений составных сварных балок:

прочность, общая устойчивость.

3. Проверка прочности стенки в составных балках по приведенным напряжениям (определение наиболее напряженных участков в сечении и определение наиболее напряженных сечений в балке).

4. Проверка и обеспечение местной устойчивости сжатого пояса составных балок.

5. Местная устойчивость стенки балки. Расстановка ребер жесткости для обеспечения местной устойчивости стенки. Типы, расположение ребер. Конструирование и расчет поперечных ребер жесткости.

6. Местная устойчивость стенки балки. Проверка местной устойчивости стенки, укрепленной ребрами жесткости при действии нормальных, локальных и касательных напряжений.

7. Расчёт поясных швов составной балки.

8. Расчет и конструирование опорного узла балки при шарнирном опирании на колонну: расчет по смятию, расчет на устойчивость, подбор катета сварных швов соединения опорного ребра со стенкой.

9. Расчет и конструирование монтажного стыка отправочных марок балки на высокопрочных болтах с контролируемым натяжением.

10. Расчет и конструирование сварных стыков балок: монтажный стык на сварке; заводские стыки прокатных балок; заводские стыки элементов составных балок.

11. Общая характеристика центрально-сжатых колонн. Основные элементы колонны. Типы сечений. Теоретические основы расчета на прочность и общую устойчивость.

12. Расчет центрально сжатых стержней на устойчивость: расчетные длины, гибкость, условная гибкость стержня, принцип равноустойчивости.

13. Подбор сечения центрально-сжатых сплошных колонн: подбор сечения, обеспечение местной устойчивости элементов сечения. Обобщенный принцип равноустойчивости.

14. Подбор сечения центрально-сжатых сквозных колонн: понятие о приведенной гибкости, определение сечений ветвей колонны, назначение расстояния между ветвями.

15. Конструирование и расчёт соединительных планок: размеры и расстояние между планками, работа соединительных планок и определение усилий в планках, расчет их прикрепления к ветвям колонны.

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; - безупречно 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

Контрольные вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся:

1. Общий анализ диаграммы состояния железо-цементит и ее практическое значение.
2. Атомно-кристаллическое строение металлов и сплавов. Типы кристаллических решеток. Их характеристика.
3. Строение и свойства сплавов железо-углерод. Твердые растворы, механические смеси, химические соединения.
4. Стали. Классификация сталей по химическому составу, качеству, степени раскисления, назначению, структуре. Примеры.
5. Стали. Маркировка углеродистых сталей обыкновенного качества и качественных. Примеры.
6. Стали. Маркировка легированных качественных сталей. Обозначение легирующих элементов.

Примеры.

7. Превращения в стали при охлаждении. Диффузионное и бездиффузионное превращения.
8. Превращения в стали при охлаждении. Диаграмма изотермического превращения аустенита. Диаграмма превращения аустенита при непрерывном охлаждении.
9. Термическая обработка стали. Диффузионный отжиг. Цель. Режимы. Область

применения.

10. Термическая обработка стали. Рекристаллизационный отжиг. Цель. Режимы. Область применения.

11. Термическая обработка стали. Отжиг для снятия внутренних напряжений. Цель. Режимы. Область применения.

12. Термическая обработка стали. Полный отжиг. Цель. Режимы. Область применения.

13. Термическая обработка стали. Неполный отжиг. Режимы. Область применения.

14. Термическая обработка стали. Нормализация. Режимы. Область применения.

15. Термическая обработка стали. Полная закалка. Режимы. Область применения.

16. Термическая обработка стали. Неполная закалка. Режимы. Область применения.

17. Термическая обработка стали. Отпуск стали. Виды отпуска. Режимы. Область применения.

18. Термическая обработка стали. Улучшение стали. Область применения.

19. Сварка. Классификация способов сварки.

20. Свариваемость сталей. Основные факторы, влияющие на свариваемость сталей.

21. Свариваемость сталей. Влияние легирующих элементов на свариваемость сталей.

22. Свариваемость сталей. Группы свариваемости сталей.

23. Свариваемость сталей. Способы оценки свариваемости сталей.

24. Сварочные напряжения и деформации. Причины их возникновения и способы уменьшения.

25. Сварочные напряжения и деформации. Способы правки деформированных конструкций.

26. Сварочная дуга и ее свойства.

27. Электроды для ручной дуговой сварки. Характеристика стержня и покрытия.

28. Источники питания сварочной дуги при ручной дуговой сварке. Внешние характеристики источников питания. Преимущества и недостатки.

29. Ручная дуговая сварка. Схема, сущность, параметры режима сварки, область применения, преимущества и недостатки.

30. Автоматическая дуговая сварка под слоем флюса. Схема, сущность, параметры режима сварки, область применения, преимущества и недостатки.

31. Газовая сварка. Схема, сущность, параметры режима сварки, область применения, преимущества и недостатки.

32. Контактная стыковая сварка сопротивлением и оплавлением. Схемы, сущность, параметры режима сварки, область применения, преимущества и недостатки.

33. Контактная точечная сварка. Схемы, сущность, параметры режима сварки, область применения, преимущества и недостатки.

34. Контактная шовная сварка. Схемы, сущность, параметры режима сварки, область применения, преимущества и недостатки.

35. Классификация сварных швов и соединений. Схематическое изображение, обозначение.

36. Дефекты сварных соединений. Внутренние и внешние дефекты, их характеристика, влияние на работоспособность.

37. Контроль качества сварных соединений. Разрушающие и неразрушающие методы контроля. Область применения.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Контрольное задание

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПКР-1.5, ПКР-1.6, ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.8, ПКС-2.9, ПКС-2.10, ПКС-2.11, ПКС-2.12, ПКС-2.13, ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3)

1. Выполнить ручной расчет нити.

2. Выполнить подбор сечения троса.

3. Выполнить подбор сечения жесткой ванты.

4. Описать сбор нагрузок на вертикальный резервуар.

5. Описать особенности проектирования сферических резервуаров.

6. Описать базовые принципы расчета конструкций по Eurocode.

7. Предложить варианты усиления представленной на чертеже конструкции.

8. Составить блок-схему оптимизационного алгоритма расчета конструкции.

9. Нарисовать концептуальную схему большепролетного висячего покрытия.
10. Описать основные виды воздействий на высотные сооружения.

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

Тема курсовой работы

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПКР-1.5, ПКР-1.6)

1. Расчет вертикального резервуара низкого давления
2. Расчет усиления металлических конструкций

Тема курсовой работы

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПКС-2.1, ПКС-2.2, ПКС-2.3, ПКС-2.3, ПКС-2.4, ПКС-2.5, ПКС-2.6, ПКС-2.7, ПКС-2.8, ПКС-2.9, ПКС-2.10, ПКС-2.11, ПКС-2.12, ПКС-2.13)

1. Расчет здания на специфические воздействия
2. Расчет здания по различной нормативной документации

Тема курсовой работы

(для проверки сформированности индикатора достижения компетенций: ПКС-3.1, ПКС-3.2, ПКС-3.3)

1. Оптимизация проектных решений с применением программирования
2. Расчет и конструирование большепролетного висячего вантового покрытия

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

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

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п.7.2

Типовые контрольные задания и иные материалы текущего контроля приведены в п.7.3

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса, соответствующее содержанию формируемых компетенции. Экзамен проводится в устной форме. Для подготовки по экзаменационному билету отводится 30 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»		

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

умения	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.	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.	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.	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.
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.

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
Основная литература		
1	Крылов В. Н., Труль В. А., Лашенко М. Н., Плишкин Ю. С., Белый Г. И., Филиппов А. И., Коновалов А. П., Металлические конструкции и испытания сооружений, Л., 1984	5

2	Труль В. А., Крылов В. Н., Гайдаров Ю. В., Плишкин Ю. С., Белый Г. И., Ребров И. С., Филиппов А. И., Медведев Г. С., Металлические конструкции и испытания сооружений, Л., 1981	6
3	Крылов В. Н., Труль В. А., Лампси Б. Б., Лащенко М. Н., Плишкин Ю. С., Ребров И. С., Белый Г. И., Пашкевич А. А., Тамбовцев Е. Н., Металлические конструкции и испытания сооружений, Л., 1985	5
4	Крылов В. Н., Труль В. А., Лампси Б. Б., Плишкин Ю. С., Ребров И. С., Белый Г. И., Пашкевич А. А., Тамбовцев Е. Н., Металлические конструкции и испытания сооружений, Л., 1985	5
5	Белов И. Д., Белый Г. И., Горев В. В., Труль В. А., Насонкин В. Д., Плишкин Ю. С., Пашкевич А. А., Мазур В. Б., Сливкер В. И., Тетерин Ю. И., Карпенко Е. В., Металлические конструкции и испытания сооружений, Л., 1991	5
6	Соболев Ю. В., Ращепкина С. А., Денисова А. П., Металлические силосы. Современное состояние и опыт строительства, Саратов, 1988	1
7	Крылов В. Н., Труль В. А., Насонкин В. Д., Плишкин Ю. С., Ребров И. С., Белый Г. И., Пашкевич А. А., Травин С. В., Сливкер В. И., Тетерин Ю. И., Металлические конструкции и испытания сооружений, Л., 1988	5
8	Фролов В. В., Белый Г. И., Горев В. В., Крылов Н. А., Труль В. А., Насонкин В. Д., Плишкин Ю. С., Пашкевич А. А., Карпенко Е. В., Металлические конструкции и испытания сооружений, Л., 1989	5
9	Беленя Е. И., Астряб С. М., Рамазанов Э. Б., Предварительно- напряженные металлические листовые конструкции, М.: Стройиздат, 1979	3
10	Госстрой СССР, Харьковский промстройиниипроект, Научная часть, Расчёт конструкций силосных сооружений, Киев: Буд'вельник, 1972	2
11	Ращепкина С. А., Землянский А. А., Землянский Л. А., Проектирование вертикальных цилиндрических резервуаров, Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015	0
12	Березин В. Л., Шутов В. Е., Прочность и устойчивость резервуаров и трубопроводов, М.: Недра, 1973	1
13	Васильев А. А., Металлические конструкции, М.: Стройиздат, 1979	2
14	Каравайченко М. Г., Бабин Л. А., Усманов Р. М., Резервуары с плавающими крышами, М.: Недра, 1992	1
<u>Дополнительная литература</u>		
1	Дубяга К. М., Вахуркин В. М., Металлические конструкции., М.: Гл. ред. строит. лит., 1937	3
2	Крылов В. Н., Труль В. А., Гайдаров Ю. В., Плишкин Ю. С., Ребров И. С., Белый Г. И., Филиппов А. И., Коновалов А. П., Металлические конструкции, Л., 1983	0
3	, Строительные металлические конструкции, , 2000	4
4	Ведеников Г. С., Металлические конструкции, М.: Стройиздат, 1998	33
5	Беленя Е. И., Металлические конструкции, М.: Издательство литературы по строительству, 1973	2
6	Беленя Е. И., Металлические конструкции, М.: Стройиздат, 1985	3
7	, Строительные металлические конструкции, , 2008	1
8	Кудишин Ю. И., Металлические конструкции, М.: Academia, 2006	195
9	Мельников Н. П., Металлические конструкции, М.: Стройиздат, 1973	1
10	Мельников Н. П., Металлические конструкции, М.: Стройиздат, 1978	2

11	ГЛАВСТРОЙПРОМ НКТП СССР, Комиссия по отбору рационализаторских достижений, Институт норм и стандартов строительной промышленности, Металлические конструкции, М.: Стандартизация и рационализация, 1933	2
12	Михайлов А. М., Металлические конструкции в примерах, М.: Стройиздат, 1976	3
13	Мельников Н. П., Металлические конструкции, М.: Стройиздат, 1975	1
14	Муханов К. К., Металлические конструкции, М.: Стройиздат, 1978	2

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
Министерство образования и науки РФ: [сайт]. URL: http://минобрнауки.рф/	http://минобрнауки.рф/
Единое окно доступа к образовательным ресурсам: информационная система: [сайт]. URL: http://window.edu.ru/	http://window.edu.ru/
Ассоциация развития стального строительства: [сайт]. URL: https://steelprokat.ru/	https://steelprokat.ru/
ОгнеХимЗащита: [сайт]. URL: https://ognehimzashita.ru/	https://ognehimzashita.ru/
Минстрой России. Федеральный центр нормирования и стандартизации: [сайт]. URL: https://www.faufcc.ru/	https://www.faufcc.ru/
Минстрой России: [сайт]. URL: https://minstroyrf.gov.ru/	https://minstroyrf.gov.ru/
Топинженер:[сайт]. URL: https://topengineer.ru/	https://topengineer.ru/

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Информационно-правовая система Консультант	\\law.lan.spbgasu.ru\Consultant Plus ADM
Информационно-правовая база данных Кодекс	http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/
Информационно-правовая система Гарант	\\law.lan.spbgasu.ru\GarantClient
Российская государственная библиотека	www.rsl.ru
Периодические издания СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Periodicheskie_izdaniya/
Список сборников трудов и конференций в РИНЦ/eLIBRARY	https://www.spbgasu.ru/upload-files/universitet/biblioteka/List_rinc_elibrary_06_07_2020.pdf
Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ	https://www.spbgasu.ru/Universitet/Biblioteka/Obrazovatelnye_internet-resursy/

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 Visual Studio 2017	Azure Dev Tools for Teaching
Autodesk AutoCAD 2019/2020	Рабочих мест: 9000 для учебных заведений бессрочная многопользовательская лицензия
Autodesk Robot Structural 2019/2020	Рабочих мест: 9000 для учебных заведений бессрочная многопользовательская лицензия
Ansys версия 2019 R2	
Lira SAPR версия 2019 R1	
Lira версия 10.8	
MathCad версия 15	
Rhino версия 6	
SAP2000 версия 21	
Scad Office версия 21	
Sofistik версия 2018-8	
Tekla версия 2018/2019	

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска маркерная белая эмалевая, маркеры, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.

Компьютерная аудитория (для самостоятельной работы обучающихся) - Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь) стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.

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