

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)**



А.А. Панфилов
« 31 » 05.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Металлические конструкции»

Направление подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства»

Направленность подготовки Строительные конструкции, здания и сооружения

Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ акад. час.	Лекции, час.	Практич. за- нятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежу- точной аттестации (экз./зачет)
3	3/108	36	4	-	32	Экзамен
Итого	3/108	36	4	-	32	Экзамен

Владимир 2020

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины - формирование у аспирантов знаний и компетенций в деле проектирования и применения металлических конструкций в строительной практике, углубление имеющихся общетехнических знаний по специальности и подготовка специалиста для производственно-технической, проектно-конструкторской и научной деятельности.

Задачи:

- углубление приобретенных ранее знаний, умений и навыков в деле проектирования и применения стальных и алюминиевых конструкций в строительной практике;
- подготовка аспиранта к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине.
- сформировать у аспирантов теоретические знания, навыки и компетенции при решении современных проблем при проектировании стальных и алюминиевых конструкций, в частности:
 - путем применения основных понятий, методов и способов расчета современных стальных и алюминиевых конструкций;
 - за счет использования в теории и на практике современных подходов и тенденций к расчету и проектированию стальных и алюминиевых конструкций.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ДВ.1.2 «Металлические конструкции» относится к вариативной части.

Пререквизиты дисциплины: «Техническая механика», «Строительные материалы», «Теоретическая механика», «Сопротивление материалов», «Теория упругости», «Строительная механика», «Металлические конструкции», «Проектирование конструкций зданий и сооружений с применением графических и расчетных программных комплексов».

Значение курса определяется тем обстоятельством, что развитие материально-технической базы нашей страны осуществляется на основе огромного объема строительных работ. Существенное место при этом отводится металлическим конструкциям, которые, обладая рядом достоинств, находят очень широкое распространение в современном строительстве. Это требует от будущих специалистов серьезных знаний основ работы металла под нагрузкой, а также принципов расчета и конструирования, как отдельных стальных элементов зданий, так и остовов зданий и сооружений в целом. Подобное комплексное решение требует от специалиста использования знаний не только металлических конструкций, но и других дисциплин.

Дисциплина «Металлические конструкции» изучается в контексте современного состояния расчета и проектирования зданий и сооружений из стальных и алюминиевых сплавов, поэтому преподавание указанной дисциплины включает использование всего многообразия форм получения информации и строится на применении различных образовательных технологий, в том числе использовании ролевых и ситуационных игр в учебно-тренинговых классах, обсуждении конкретных моделей-ситуаций, «мозгового штурма», сетевого тестирования, работу в малых группах и выполнения отдельных упражнений, направленных на усвоение материала курса. В соответствии с учебным планом дисциплина «Металлические конструкции» является дисциплиной по выбору вариативной части направления профессиональной подготовки аспирантов по специальности «Строительные конструкции, здания и сооружения» и предполагает последующее углубление и дифференциацию профессиональных компетенций при осуществлении подготовки аспирантов.

Курс базируется на сочетании образовательной, специальной и практической подготовки.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-1 Способен свободно владеть фундаментальными разделами и новейшими достижениями в области строительных конструкций, зданий и сооружений, необходимыми для решения научно-исследовательских задач	полный	<p>Знать: систему технического регулирования и стандартизации в строительстве; оценивать надежность, долговечность, работоспособность, технологичность, материалоемкость комплекса, точность инженерных расчетов.</p> <p>Уметь: анализировать современные проектные решения металлических конструкций для объектов капитального строительства.</p> <p>Владеть: фундаментальными разделами и новейшими достижениями в области строительных конструкций, зданий и сооружений, необходимыми для решения научно-исследовательских задач; деятельность, направленной на решение задач аналитического характера, предполагающих выбор и многообразие актуальных способов решения задач.</p>
ПК-2 Готов к исследованию и анализу новейших разработок в области строительных конструкций, зданий и сооружений	полный	<p>Знать: прогрессивные металлические конструкции зданий и сооружений, проводимые в последнее время исследования в области теории стальных и алюминиевых сплавов, критически анализировать и оценивать современные научные достижения, генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p> <p>Уметь: выбирать алгоритм и способы работы в программных и технических средствах для расчета металлических конструкций; отечественные и международные достижения в соответствующей области знаний. Применять актуальные методы проектирования и конструирования продукции.</p> <p>Владеть: формированием стратегии развития проектной организации на основе анализа текущих тенденций и перспектив развития.</p>
ПК-3 Способен к разработке и совершенствованию теоретических и методологических основ разработки новых строительных конструкций	полный	<p>Знать: порядок и способы осуществления мониторинга рынка строительного проектирования; инструменты и способы проектного управления.</p> <p>Уметь: использовать технологии информационного моделирования при решении специализированных задач; методы проектирования.</p> <p>Владеть: способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, современными методами и способами расчета и конструирования металлических конструкций.</p>

<p>ПК-4 Способен предлагать пути совершенствования строительных конструкций, зданий и сооружений</p>	<p>полный</p>	<p>Знать: методы проверки и оптимизации объема данных информационной модели для размещения в среде общих данных; отечественный и зарубежный опыт проектирования металлических конструкций. Уметь: выбирать стратегию и способы развития; анализировать отечественный и зарубежный опыт проектирования металлических конструкций; анализировать и прогнозировать технико-экономические показатели продукции; методы проектирования и конструирования; организовывать проведение испытаний создаваемых конструкций, их совершенствование после испытаний. Владеть: стратегией внедрения и развития технологий информационного моделирования армированных деревянных конструкций; Обеспечение составления технико-экономических обоснований проектов, технических заданий и предложений на проектирование.</p>
<p>ПК-5 Способен к формированию оценки эффективности внедрения новейших технологий в строительстве</p>	<p>полный</p>	<p>Знать: технические данные для обоснованного принятия решений по проектированию металлических конструкций. Уметь: планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития, запроектировать элементы из стальных и алюминиевых сплавов минимальной расчетной стоимости, конструировать инженерные сооружения из стальных и алюминиевых сплавов, эксплуатируемые и возводимые в особых условиях; методы формирования показателей эффективности конкурентоспособности научно-исследовательских работ в соответствующей области знаний. Владеть: выполнение технико-экономического анализа принятых решений.</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	CPC		
1	Раздел I. Расчёт металлических конструкций с применением ЭВМ.	3	1	2	2		2	4/100%	Собеседование 1
2	Раздел II. Основы расчёта металлических конструкций на динамические нагрузки.	3	2	2	2		2	2/50%	Собеседование 1
3	Раздел III. Способы выявления и методы оценки дефектов металлических конструкций на их несущую способность и долговечность.	3	3-5	2	2		2	2/50%	Собеседование 2
4	Раздел IV. Основные требования к металлическим конструкциям.	3	6-8	2	2		4	2/50%	Собеседование 2
5	Раздел V. Компоновка зданий и сооружений из металлических конструкций	3	9-11	2	2		4	2/50%	Собеседование 3
6	Раздел VI. Конструкции большепролетных и многоэтажных каркасных зданий.	3	12-14	2	2		4	2/50%	Собеседование 3
7	Раздел VII. Огнестойкость металлических конструкций.	3	15-16	2	2		4	2/50%	Собеседование 3
8	Раздел VIII. Особые требования к металлическим конструкциям, возводимым в сейсмоопасных районах.	3	17	2	2		4	2/50%	Собеседование 4
9	Раздел IX. Эффективные металлические конструкции.	3	18	2	2		4	2/50%	Собеседование 4
Итого за семестр:				18	18		30	20/56%	Зачет с оценкой
Наличие в дисциплине КП/КР				-					
Всего по УП				18	18		30	20/56%	Зачет с оценкой

Содержание дисциплины по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела		
		1	2	3
1.	Раздел I. Расчёт металлических конструкций с применением ЭВМ.			Расчеты конструкций и связанные с ними задачи проектирования, оптимизации и управления – наиболее естественная сфера применения ЭВМ. Математические модели конструкций (статика, динамика, устойчивость, пластичность и ползу-

1	2	3
		часть и др.) относятся к наиболее сложным и трудоемким в реализации. Деформирование тел характеризуется векторным полем перемещений (три компонента в каждой точке) и тензорными полями деформаций и напряжений (по шесть и девять компонентов в каждой точке), описывается пятнадцатью дифференциальными уравнениями. Исключая заранее часть неизвестных, приходят к трем уравнениям равновесия с тремя неизвестными перемещениями – тоже немало по сравнению с другими.
1.1.	Тема 1. Средства создания расчетной модели.	Возможность сочетать составление простых расчетных схем на основе прототипов – встроенных в программу заготовок схем наиболее часто рассчитываемых конструкций или их частей – с возможностью задавать параметры (размеры, количество пролетов, этажей и др.). Наличие баз данных прокатных, гнутых и других профилей элементов конструкций, характеристик материалов по российским стандартам. Основной порядок построения расчетной схемы. Геометрия конструкции. Задание свойств элементов. Нанесение сетки конечных элементов. Задание внешних воздействий. Отделение геометрической модели конструкции от расчетной.
1.2.	Тема 2. Решение дискретизированной задачи. Недостатки имеющихся расчётных комплексов.	Решение системы линейных алгебраических уравнений. Прямой метод Гаусса. Разреженная структура матрицы. Набор «контурных» и «векторных» графических способов, привязанных так же, как и эпюры, к пространственным изображениям конструкции. Деформированная схема и представленные разными цветами изолинии (изополосы) нужных компонентов полей НДС, нанесенные на пространственную схему конструкции. Недостатки имеющихся расчётных комплексов. Инженерное осмысление полученных результатов. Некоторые практические рекомендации.
2.	Раздел II. Основы расчета металлических конструкций на динамические нагрузки.	Характеристика динамических нагрузок. Изменение во времени. Направление и ли место приложения. Колебания сооружения. Ускорение, силы инерции, их действие, возникающие колебания.
2.1.	Тема 1. Постановка задачи.	Расчет сооружения с учетом сил инерции и возникающих при этом колебаний. Колебательный характер перемещения точек сооружения, внутренних усилий и напряжений в его элементах. Ожидаемые амплитуды перемещений, внутренних усилий и напряжений. Допустимые значения амплитуд. Определение частот собственных колебаний. Определение динамических перемещений. Инерционные силы. Узловые сосредоточенные массы.
2.2.	Тема 2. Модальный анализ. Пульсация ветра. Сейсмические нагрузки.	Определение частот и форм (мод) собственных колебаний конструкций. Учет линейности и нелинейности системы. Характеристики жёсткости. Способы задания данных. Пульсационная составляющая ветровой нагрузки. Расчётная схема. Последовательность действий при задании пульсационной составляющей ветра. Определение усилий и перемещений от действия ветровой нагрузки. Задание сейсмических нагрузок. Число учитываемых форм колебаний. Проектное землетрясение. Расчет по акселерограммам.

1	2	3
2.3.	Тема 3. Прочие загружения.	Ориентировочное число частот и форм собственных колебаний, которые необходимо определять и учитывать в расчете. Достаточная для практических целей степень точности в случае гармонических нагрузок. Частота основного тона. Частота возмущения. Перемещения и усилия от статической и динамической составляющих. Явление резонанса. Расчет на импульсные или ударные воздействия. Кратковременная нагрузка постоянного направления. Характеристики импульса. Формы импульса. Пример задания постоянного по форме импульса. Задание характеристик удара. Масса ударяющего тела, коэффициент неупругого основания. Скорость в момент удара и продолжительность воздействия.
3.	Раздел III. Способы выявления и методы оценки дефектов металлических конструкций на их несущую способность и долговечность.	Требования по обследованию. Объем и программа обследования металлоконструкций. Выявление дефектов. Выбор наиболее эффективного способа восстановления поврежденных элементов. Требования техники безопасности.
3.1.	Тема 1. Общие характеристики, повреждение поверхности и параметры сопротивления усталости.	Проблемы усталостного разрушения. Основные схемы и типы испытаний на усталость. Виды кривых усталости. Диаграмма усталостного разрушения. Периодичность и стадийность процесса усталости. Кривые циклического упрочнения/разупрочнения. Кривые циклического деформирования. Дефекты кристаллического строения. Общие сведения о зарождении трещин на поверхности. Параметры оценки сопротивления усталости материалов. Влияние частоты приложения нагрузки на сопротивление усталости материалов.
3.2.	Тема 2. Методика проведения испытаний материалов усталость.	Выбор материала и образцов. Подготовка образцов и проведение исследований микроструктуры. Методика обработки экспериментальных данных. Точность эксперимента.
3.3.	Тема 3. Характеристики сопротивления усталости конструкционных материалов.	Роль энергии дефекта упаковки в сопротивлении прохождению физического процесса локализованной пластической деформации на усталостную прочность и долговечность материалов. Влияние гомологической температуры на параметры сопротивления усталости при изменении частоты нагружения. Исследование кривых усталости металлов и сплавов при разной частоте циклической нагрузки и изменений микроструктуры поверхности. Экспериментальные зависимости параметров сопротивления усталости материалов от исследуемых факторов. Прогноз прочности и долговечности конструкций.
3.4.	Тема 4. Обследование состояния металлоконструкций.	Подготовительные работы. Предварительный осмотр объекта. Подбор технической документации и ознакомление с условиями эксплуатации. Состав технической документации, подлежащей анализу. Изучение условий работы обследуемого объекта. Натурное обследование конструкций. Проверка соответствия проекту. Обмерочные чертежи. Обследование сварных соединений. Обследование болтовых и заклепочных соединений. Выявление коррозионного износа и повреждений антикоррозионного покрытия металлоконструкций. Оценка качества металла. Определение фактических нагрузок, действующих на конструкцию. Дефекты и повреждения.

1	2	3
4.	Раздел IV. Основные требования к металлическим конструкциям.	Классификация, основные параметры размеры. Общие технические требования. Требования к материалам. Требования к сварным соединениям.
4.1.	Тема 1. Требования к проектированию металлических конструкций.	Выбор конструктивной схемы. Обеспечение прочности, устойчивости, пространственной неизменяемости зданий и сооружений. Требования Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности". Огнестойкость и обеспечение огнезащиты. Атмосферостойкие (коррозионностойкие) и огнестойкие стали. Проектирование стальных тонкостенных конструкций из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов.
4.2.	Тема 2. Основные расчётные требования. Предельные состояния.	Требования ГОСТ 27751. Учет назначения конструкций, условий их изготовления, транспортирования, монтажа и эксплуатации, а также свойств материалов. Учет условий изготовления, транспортирования, монтажа и эксплуатации, а также свойств материалов. Расчетная температура. Расчетная технологическая температура. Схемы систем, раскрепленных и не раскрепленных от перемещений. Моделирование нелинейной работы. Расчет пространственных стальных конструкций. Оценка общей устойчивости каркаса по недеформированной и деформированной схеме. Приближенные способы расчета и рекомендации, необходимые для проектирования. Зависимость между напряжениями и деформациями при нагружении и разгрузке для упругопластического материала, для нелинейно упругого материала. Использование геометрических гипотез: плоских сечений, секторальных площадей и прямых нормалей. Пластическое разрушение элемента. Хрупкое разрушение элемента. Усталостное разрушение. Проверка устойчивости формы или положения. Переход конструкции в изменяющую систему. Предельное состояние в результате текучести материала, неупругих сдвигов в соединениях, качественного изменения конфигурации. Предельные состояния по ограничению перемещений, сдвигов в соединениях, колебаний и изменения положения конструкций и элементов.
4.3.	Тема 3. Проектирование сварныхстыковых швов.	Назначение размеров швов. Минимально необходимое число расчетных и конструктивных сварных швов. Обеспечение свободного доступа к местам выполнения сварных соединений с учетом выбранного вида и технологии сварки. Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений. Выбор электродов, сварочной проволоки и флюсов. Исключение возможности хрупкого разрушения конструкций. Расчет сварныхстыковых соединений при действии осевой силы N .
4.4.	Тема 4. Расчет сварных угловых швов.	Проектирование тавровых и угловых соединений. Сварочные материалы с пониженной прочностью и повышенной пластичностью. Технологические приемы сварки. Снижение остаточных сварочных напряжений. Разделка кромок. Размеры сварных угловых швов и конструкция соединения. Катет углового шва. Расчетная длина углового шва. Расстояние между участками сварных швов. Пробочные швы. Схема расчетных сечений сварного соединения с угловым швом. Рас-

1	2	3
		чётная схема сварного соединения.
4.5.	Тема 5. Расчет соединений на высокопрочных болтах.	Фрикционные соединения. Многоболтовые соединения. Ограничение деформативности. Диаметр высокопрочного болта. Высокопрочные болты с увеличенными размерами головок и гаек. Расчет на прочность соединяемых элементов, ослабленных отверстиями во фрикционном соединении. Поясные соединения в составных балках.
5.	Раздел V. Компоновка зданий и сооружений из металлических конструкций	При проектировании промышленного здания архитектурно-строительные разделы разрабатываются на основании: технического задания на проектирование, в котором помимо прочего указываются месторасположение и основные параметры проектируемого производства; технологического задания, в котором указываются, после достаточной проработки технологического раздела, требования к строительным конструкциям (габариты, технологические нагрузки, температура эксплуатации и т.п.); технических условий на конструкции и материалы, в которых дана информация о том, какие материалы и типы конструкций требуется использовать (обычно это предпочтительные, по тем или иным причинам, материалы и конструкции, список которых формируется заказчиком совместно с проектировщиком в ходе предпроектных проработок). Могут существовать и другие документы, например, технические условия на проектирование, разрабатываемые для уникальных зданий и т.п.
5.1.	Тема 1. Компоновка конструктивной схемы.	Выбор типа поперечной рамы. Разбивка сетки колонн. Разбивка схемы связей жесткости. Компоновка фахверка. Пример компоновки конструктивной схемы каркаса.
5.2.	Тема 2. Расчет поперечной рамы каркаса.	Расчетная схема рамы. Нагрузки, действующие на раму. Определение нагрузок на раму. Определение расчётных сочетаний усилий (РСУ) в колоннах рам. Последовательность определения расчётных усилий в искомом сечении. Расчёт поперечной рамы каркаса методом перемещений. Пример расчёта поперечной рамы с жестким сопряжением ригеля с колонной.
6.	Раздел VI. Конструкции большепролетных и многоэтажных каркасных зданий.	Распределение усилий в пространственных системах. Плоские и криволинейные пространственные конструкции. Решетчатые пространственные конструкции. Принцип концентрации материала.
6.1.	Тема 1. Большеprолетные покрытия с плоскими несущими конструкциями.	Область применения и основные особенности большепролетных покрытий. Балочные конструкции. Рамные конструкции. Системы и типы рам. Особенности расчета и конструирования. Арочные конструкции. Системы и типы арок. Конструктивные особенности арок. Особенности расчета арок. Компоновка конструктивных схем каркасов большепролетных зданий.
6.2.	Тема 2. Пространственные конструкции покрытий зданий.	Общая характеристика пространственных конструкций. Пространственные сетчатые системы плоских покрытий. Конструктивные и компоновочные решения. Особенности расчета. Оболочки односетчатые, двухсетчатые. Купольные покрытия, ребристые купола, ребристо-кольцевые купола, сетчатые купола.

1	2	3
7.	Раздел VII. Огнестойкость металлических конструкций.	<p>Если фактический предел огнестойкости не соответствует требуемому, используются средства для его повышения. К указанным средствам относятся конструктивная огнезащита и тонкослойные огнезащитные покрытия. Конструктивная огнезащита - это способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на создании на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционного слоя средства огнезащиты. К конструктивной огнезащите относятся толстослойные напыляемые составы, огнезащитные обмазки, штукатурки, облицовка плитными, листовыми и другими огнезащитными материалами, в том числе на каркасе, с воздушными прослойками, а также комбинации данных материалов, в том числе с тонкослойными вспучивающимися покрытиями. При этом способ нанесения (крепления) огнезащиты должен соответствовать способу, описанному в протоколе испытаний на огнестойкость и в проекте огнезащиты.</p> <p>Тонкослойное огнезащитное покрытие - это способ огнезащиты строительных конструкций, основанный на нанесении на обогреваемую поверхность конструкции специальных лакокрасочных составов с толщиной сухого слоя не превышающей 3 мм, увеличивающих ее многократно при нагревании.</p>
7.1.	Тема 1. Пределы огнестойкости металлических конструкций.	Пределы огнестойкости. Причина быстрого исчерпания со противляться воздействию пожара. Высокая теплопроводность металла. Критические температуры прогрева металла. Предельное состояние конструкции по признаку потери несущей способности (R). Значения критической температуры T_{cr} прогрева различных металлических конструкций.
7.2.	Тема 2. Способы повышения пределов огнестойкости металлических конструкций	Облицовка металлических конструкций несгораемыми материалами, имеющими высокие теплозащитные показатели. Нанесение на поверхность металлических конструкций специальных огнезащитных покрытий (красок и обмазок). Наполнение полых конструкций водой постоянным или аварийным, естественной или принудительной циркуляцией. Орошение металлических конструкций распыленной и тонко-распыленной водой. Устройство в помещениях защитных подвесных потолков.
7.3.	Тема 3. Оценка огнестойкости металлических конструкций.	Фактические пределы огнестойкости по потере прочности (R). Определение приведенной толщины металла. Установление предела огнестойкости стальных металлических конструкций с огнезащитой. Выбор схемы воздействия пожара на заданную конструкцию. Расчет пределов огнестойкости металлических конструкций. Факторы, определяющие огнестойкость металлических конструкций.
8.	Раздел VIII. Особые требования к металлическим конструкциям, возводимым в сейсмоопасных районах.	При проектировании зданий и сооружений, предназначенных для строительства в сейсмических районах, их сейсмостойкость традиционно обеспечивается путем повышения несущей способности конструкций за счет увеличения размеров несущих элементов и прочности материалов, а также ряда конструктивных мероприятий. Увеличение размеров конструкций или прочности материалов приводит к увеличению жесткости и веса сооружений, что, в свою очередь, вызывает возрастание инерционной (сейсмической) нагрузки.

1	2	3
8.1.	Тема 1. Основные принципы сейсмостойкого строительства.	Общие положения при проектировании сейсмостойких зданий. Основания и фундаменты. Перекрытия и покрытия. Особенности проектирования стальных конструкций.
8.2.	Тема 2. Расчеты на сейсмические воздействия.	Сочетания нагрузок. Методы расчета и их применение. Спектральный метод расчета. Прямой динамический метод расчета с применением расчётных сейсмических воздействий как функций времени. Расчёты элементов конструкций. Особенности расчета зданий и сооружений с системами активной сейсмозащиты. Сейсмоизоляция сооружений. Адаптивные системы. Системы с повышенным деформированием. Системы с гасителями колебаний. Перспективы внедрения систем активной сейсмозащиты в сейсмостойкое строительство.
9.	Раздел IX. Эффективные металлические конструкции.	Широкое распространение балочных конструкций привело к появлению ряда конструктивных форм, которые более эффективны, чем традиционные прокатные или составные балки, их применение дает экономический эффект. К таким конструктивным формам можно отнести: Бистальные балки; Балки из алюминиевых сплавов; Предварительно-напряженные балки; Балки с гибкой стенкой; Балки с перфорированной стенкой; Стальбетонные балки.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Металлические конструкции» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №3, тема №7);*
- *Анализ ситуаций (тема №3, тема №4, тема №5);*
- *Применение имитационных моделей (тема №1);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема №2, тема №3, тема №4, тема №6, тема №7, тема №8).*

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

Для текущего контроля успеваемости проводится собеседование. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой.

Ниже приведены контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля.

Оценочные средства для проведения текущего контроля знаний

Вопросы для проведения собеседований

Собеседование 1

1. Расчёт металлических конструкций с применением ЭВМ.
2. Основы расчёта металлических конструкций на динамические нагрузки.

3. Способы выявления и методы оценки дефектов металлических конструкций на их несущую способность и долговечность.
4. Основные требования к металлическим конструкциям.
5. Компоновка зданий и сооружений из металлических конструкций.
6. Законструировать и произвести расчет стальной балки с перфорированной стенкой.
7. Предельные состояния и расчет элементов металлических конструкций при воздействии переменных нагрузок (проверка усталости).
8. Расчет элементов стальных конструкций на прочность с учетом усталости.

Собеседование 2

1. Особенности требований к металлическим конструкциям специального назначения.
2. Огнестойкость металлических конструкций.
3. Особые требования к металлическим конструкциям, возводимых в сейсмоопасных районах.
4. Прочность стали при сжатии, растяжении, сдвиге, поперечном изгибе.
5. Диаграмма работы сталей и их основные характеристики.
6. Основные этапы развития методов расчёта металлических конструкций.
7. Законструировать и произвести расчет стальной колонны с перфорированной стенкой.
8. Особенности работы и расчета сварных соединений при действии динамических и вибрационных нагрузок.

Собеседование 3

1. Статистический подход к расчёту металлических конструкций.
2. Оценка прочности металлических конструкций при простом и сложном напряжённом состоянии.
3. Численные методы расчёта металлических конструкций.
4. Основы теории пластичности и расчёт металлических конструкций за пределом упругости.
5. Расчёт металлических конструкций с учётом усиления.
6. Учет пластической работы материала в неразрезных и заделанных балках.
7. Законструировать и подобрать сечения стержней легкой стальной фермы.

Собеседование 4

1. Устойчивость металлических конструкций. Потеря устойчивости как предельное состояние.
2. Учёт физической и геометрической нелинейности металлических конструкций.
3. Виды динамических нагрузок.
4. Задачи экспериментальных исследований металлических конструкций.
5. Испытание моделей и натурных металлических конструкций.
6. Подбор сечений стряжней при действии продольной силы и момента (внекентренное сжатие).
7. Подбор сечений стержней по предельной гибкости.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляется в форме экзамена. Ниже приведены контрольные вопросы.

1. Расчёт металлических конструкций с применением ЭВМ. Влияние ЭВМ на расчёт металлических конструкций. Оптимальное проектирование металлических конструкций и его критерии. Расчёт с учётом прогрессирующего разрушения.
2. Основы расчёта металлических конструкций на динамические нагрузки. Классификация динамических нагрузок, способы приложения динамических нагрузок.

3. Способы выявления и методы оценки дефектов металлических конструкций на их несущую способность и долговечность. Классификация дефектов металлических конструкций. Параметры, влияющие на долговечность конструкций.
4. Основные требования к металлическим конструкциям. Особенности и недостатки металлических конструкций и рациональные области применения металлических конструкций. Экономическая эффективность металлических конструкций.
5. Компоновка зданий и сооружений из металлических конструкций. Обеспечение жёсткости и устойчивости зданий. Вопросы ресурсо- и энергосбережения в строительстве.
6. Особенности требований к металлическим конструкциям специального назначения – башни, трубы, силосы, резервуары. Основы их расчёта. Расчёт их с применением ЭВМ.
7. Определение степени огнестойкости металлических конструкций. Требование к огнестойкости в зависимости от групп капитальности зданий.
8. Особые требования к металлическим конструкциям, возводимых в сейсмоопасных районах, на просадочных грунтах, на вечной мерзлоте, в сухом и жарком климате, для низких температур.
9. Прочность сталей при растяжении, сдвиге, поперечном изгибе, кручении; при кратковременных и длительных нагрузках, а также при циклических и динамических воздействиях. Статистическая обработка и оценка результатов испытания сталей на образцах. Планирование эксперимента.
10. Диаграмма работы сталей и их основные характеристики: упругость, ползучесть, релаксация и пластичность. Модули упругости стали. Коэффициент Пуассона.
11. Метод расчёта по предельным состояниям. Нормативные и расчётные значения нагрузок и сопротивления. Общий вид основной формулы. Сочетание и комбинации нагрузок и усилий.
12. Статистический подход к расчёту металлических конструкций. Случайны характер расчётных величин и их распределение. Статистическая природа коэффициента запаса. Надёжность, долговечность и экономичность металлических конструкций.
13. Оценка прочности металлических конструкций при простом и сложном напряжённом состоянии. Критерии пластичности, хрупкого разрушения, усталости.
14. Используемые программные комплексы и их влияние на расчёт металлических конструкций. Метод конечного элемента и его связь с основными методами строительной механики.
15. Основы теории пластичности и расчёт металлических конструкций за пределом упругости. Изгиб балок из упругопластического материала. Идеальный упругопластический материал и условие текучести. Предельное состояние неразрезных балок и рам. Шарниры пластичности. Совместное действие нескольких силовых факторов. Перераспределение усилий в статически неопределеных системах.
16. Расчёт металлических конструкций с учётом усиления. Остаточная прочность и оценка конструктивной безопасности.
17. Устойчивость металлических конструкций. Потеря устойчивости как предельное состояние. Критерии устойчивости. Устойчивость сжатых или сжато-изогнутых стержней за пределом упругости. Закритическое поведение стержня в системе здания или сооружения.
18. Учёт физической и геометрической нелинейности металлических конструкций.
19. Свободные и вынужденные колебания упругих систем. Диссипативные свойства металлических конструкций и их учет при динамических расчётах.
20. Задачи экспериментальных исследований металлических конструкций. Современные методы исследований: тензометрия, акустика, оптика, метод Муаров, ионизирующие излучения.
21. Испытание моделей и натурных металлических конструкций.

Самостоятельная работа обучающегося.

Основными видами самостоятельной работы являются аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданиям.

Основными формами самостоятельной работы аспирантов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- выполнение практических работ.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными формами самостоятельной работы аспирантов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором дополнительной учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- подготовка к практическим занятиям (подготовка сообщений, докладов, заданий);
- выполнение заданий;
- подготовка к занятиям, проводимым с использованием активных форм обучения (круглые столы, диспуты, деловые игры);
- исследовательская работа и участие в научных конференциях, семинарах и олимпиадах, конкурсах;
- анализ результатов выполненных исследований по рассматриваемым проблемам.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

Вопросы к самостоятельной работе обучающегося

1. Подбор сечений сжатых и растянутых стержней металлических ферм.
2. Расчет и конструктивное оформление баз с траверсами и консольными ребрами для центрально-сжатых колонн.
3. Центрально-сжатые металлические колонны сплошного и сквозного сечения, расчёт и конструктивные решения.
4. Подбор сечения и проверка несущей способности прокатных металлических балок.
5. Виды и общая характеристика болтовых соединений. Расчёт и конструирование.
6. Предельные состояния и расчет внецентренно-растянутых и внецентренно-сжатых металлических элементов. Расчет на прочность.
7. Проверка устойчивости внецентренно-сжатых (сжато-изогнутых) металлических элементов.
8. Подбор сечений и проверка несущей способности стержней сквозной центрально-сжатой металлической колонны.
9. Расчет и конструирование базы центрально-сжатой металлической колонны с траверсой и консольными ребрами.
10. Расчет и конструирование металлических прогонов сплошного и сквозного сечения.
11. Расчет составных стальных стоек на центральное и внецентрочное сжатие.
12. Расчет стальных балок на изгиб, изгиб с растяжением или сжатием.
13. Основные характеристики малоуглеродистой стали, стали обычной прочности, стали повышенной прочности, стали высокой прочности.
14. Характеристика работы стали на растяжение (диаграмма растяжения стали обычной прочности и высокопрочной).
15. Основные типы металлических составных стоек.
16. Сплошные подкрановые балки (конструктивные решения).
17. Конструктивные решения колонн каркаса одноэтажного промздания с мостовыми кранами.

18. Особенности пространственной работы металлического каркаса производственного здания.
19. Несущие стальные конструкции кровли покрытия промздания.
20. Компоновка поперечных однопролетных рам металлического каркаса.
21. Основные конструктивные решения узлов ферм из парных уголков.
22. Типы металлических ферм по очертанию и системам решеток.
23. Способы обеспечения местной устойчивости стенки и верхнего пояса балки составного сечения.
24. Типы балок и компоновка балочных металлических конструкций.
25. Связи по покрытиям производственных зданий с металлическим каркасом.
27. Дефекты сварных швов и причины их возникновения.
28. Методы контроля качества сварных швов.
29. Мероприятия по снижению сварочных напряжений и деформаций.
30. Расчет соединений, выполненных с помощью угловых швов.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины.

Учебно-методическое обеспечение программы аспирантуры размещено на сайте ОП ВлГУ по ссылке: <http://op.vlsu.ru/index.php?id=3855>.

7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, издательство	Год	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		печатные изда-ния (кол-во)	электронные (наименование ре-сурсов)
1	2	3	4
Основная литература*			
1. Ведяков, И. И. Стальные конструкции высотных зданий : Научное издание / Ведяков И. И. , Конин Д. В. , Одесский П. Д. - Москва : Издательство АСВ, 2014. - 272 с. - ISBN 978-5-93093-955-2.	2014		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939552.htm
2. Серпик, И. Н. Оптимизация металлических конструкций путем эволюционного моделирования : монография / Под общ. ред. Серпика И. Н. - Москва : Издательство АСВ, 2012. - 240 с. - ISBN 978-5-93093-903-3.	2012		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939033.htm
3. Москалев, Н. С. Металлические конструкции, включая сварку : учебник / Москалев Н. С. , Пронозин Я. А. , Парашкевич В. С. , Корсун Н. Д. - Москва : Издательство АСВ, 2018. - 352 с. - ISBN 978-5-4323-0031-7.	2018		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300317.htm
Дополнительная литература*			
1. Барабаш, М. С. Современные технологии расчета и проектирования металлических и деревянных конструкций. Курсовое и дипломное проектирование.	2010		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930935646.htm

Исследовательские задачи : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. проф. Нилова А. А. - Москва : Издательство АСВ, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-93093-564-6.			
2. Щеглов, А. С. Справочник по проектированию стальных конструкций / сост. Щеглов А. С., Щеглова В. И., Сигаев И. П. - Москва : Инфра-Инженерия, 2019. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-0317-7.	2019		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972903177.html
3. Барабаш, М. С. Современные технологии расчета и проектирования металлических и деревянных конструкций. Курсовое и дипломное проектирование. Исследовательские задачи : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. проф. Нилова А. А. - Москва : Издательство АСВ, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-93093-564-6.	2010		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930935646.html
4. СП 16.13330.2017. Стальные конструкции. Актуализ. редакция СНиП II-23-81. ИС «Техэксперт»	2017	50	
5. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализ. редакция СНиП 2.01.07-85*. ИС «Техэксперт»	2016		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN978930936575.html
6. СП 294.1325800.2017. Конструкции стальные. Правила проектирования. ИС «Техэксперт»	2017		https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301772.html
Интернет-ресурсы			
1. Форум «Стальные конструкции»			https://www.proektant.org/index.php?board=19.0
2. Федеральный реестр нормирования и стандартизации. Минстрой России			https://www.faufcc.ru/technical-regulation-in-construction/formulary-list/?s=64

7.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Таблица 7.2.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид учебных занятий по дисциплине	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	2	3	4
Лекции	<u>504a-2:</u> Компьютерный класс, количество студенческих мест – 16, площадь 52,1 м ²	<u>504a-2:</u> Компьютерный класс с 12 рабочими станциями (компьютер (Intel ® Core™ i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20GHz 32.0 Gb., NVIDIA GeForce GTX 1080, SSD 500 Gb., HDD 1 Tb., Монитор Samsung 32', мышь, клавиатура Win10, Microsoft Office 2013, ПК ЛИРА 10.10 учебная версия, SCAD Office 21 учебная версия, AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, КОМПАС-3D V12) с выходом в Internet, 1 телевизор Sony KD-60XG7096, 1 преподавательский компьютер (Intel ® Core™ i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20GHz 32.0 Gb., NVIDIA GeForce GTX 1080, SSD 500 Gb., HDD 1 Tb., Монитор Samsung 32', мышь, клавиатура Win10, Microsoft Office 2013, ПК ЛИРА 10.10 учебная версия, SCAD Office 21 учебная версия, AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, КОМПАС-3D V12)	<u>505-2:</u> Windows 10 Корпоративная MSDN подписка: Идентификатор подписчика: 700619248 Microsoft Office 2013 Microsoft Open License 66772217 ПК ЛИРА 10.10 учебная версия Лицензия №ЛСМ1010190000088 SCAD Office 21 учебная версия Лицензия №6544м AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, 86442IDSU_2016_OF КОМПАС-3D V12 Лицензионное соглашение Кк-10-01472
Практические занятия	<u>148-4:</u> Учебная лаборатория, количество студенческих мест – 30, площадь 160 м ² <u>504a-2:</u> Компьютерный класс, количество студенческих мест – 16, площадь 52,1 м ²	<u>148-4:</u> Учебная лаборатория, оснащение: Макеты демонстрационно-лабораторный "Домик из блоков", "Домик из бруса", "Домик из кирпича", стол лабораторный ЭГМ СТ -2-1,2/8, учебно-лабораторный комплект "Свойства строительных материалов", стенд интерактивный светодинамический "Принципиальная схема ветровой электростанции", прибор ИПС-МГ4,03 измерения прочности бетона, Машина разрывная Р 50 авто, Измеритель прочности бетона ИПС-МГ4,03 электронный, Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4-250, Измерительный комплекс TML TDS530 10-канальный, Камера испытательная "тепла/холода/влаги" KXTB-800/70,150, Пресс гидравлический для склейки бруса SL150-6GM, Весы лабораторные электронные CAS MWP-3000, Измеритель влажности testo 616, Измерительная система для определения воздухопроницаемости Minneapolis BlowerDoor modell 4.1, Измерительный комплекс 100-канальный TDS-530, Интерактивный мультимедийный комплекс AHA CSLED-84, Машина учебная универсальная испытательная "Механические испытания материалов	<u>505-2:</u> Windows 10 Корпоративная MSDN подписка: Идентификатор подписчика: 700619248 Microsoft Office 2013 Microsoft Open License 66772217 ПК ЛИРА 10.10 учебная версия Лицензия №ЛСМ1010190000088 SCAD Office 21 учебная версия Лицензия №6544м AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, 86442IDSU_2016_OF КОМПАС-3D V12 Лицензионное соглашение Кк-10-01472

	<p>"МИ-50У", Логгер данных температуры и влажности testo 174H, Люксметр testo 540, Пирометр АКИП-9307, Твердомер портативный комбинированный МЕТ-УД, аппарат сварочной Терминатор, прибор диагностики свай Спектр-2,0, измеритель длины DLE 50, дефектоскоп ультра-звуковой А 1214 Эксперт, прогибомер 6-ПАО, дефектоскоп бетона Монолит А1220 ультра-звуковой, документ-камера AverVision F30, машина УШМ Spfrky MA 2000, документ-камера</p> <p><u>504a-2:</u> Компьютерный класс с 12 рабочими станциями (компьютер (Intel ® Core™ i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20GHz. 32.0 Gb., NVIDIA GeForce GTX 1080, SSD 500 Gb., HDD 1 Tb., Монитор Samsung 32', мышь, клавиатура Win10, Microsoft Office 2013, ПК ЛИРА 10.10 учебная версия, SCAD Office 21 учебная версия, AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, КОМПАС-3D V12) с выходом в Internet, 1 телевизор Sony KD-60XG7096, 1 преподавательский компьютер (Intel ® Core™ i7-7700K CPU @ 4.20GHz 4.20GHz. 32.0 Gb., NVIDIA GeForce GTX 1080, SSD 500 Gb., HDD 1 Tb., Монитор Samsung 32', мышь, клавиатура Win10, Microsoft Office 2013, ПК ЛИРА 10.10 учебная версия, SCAD Office 21 учебная версия, AutoCAD 2016 Версия для учебных заведений, КОМПАС-3D V12)</p>	
--	--	--

Рабочую программу составил док. кафедр. СН Коновалов Илья
(ФИО, подпись)

Рецензент
(представитель работодателя) ГУП ООО "ЛС, Технит" Коновалов Илья
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СН
Протокол № 1 от 18.08.20 года
Заведующий кафедрой СН Радченко ЕВ
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 08.06.01 Техника и технологии строительства
Протокол № 1 от 18.08.20 года
Председатель комиссии Дефектов Г.С. Морев СН
(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2021-2022 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09.2021 года

Заведующий кафедрой J. C. И. Рощина)

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
Металлические конструкции

образовательной программы направления подготовки 08.06.01 Строительство, направленность: *Строительные конструкции, здания и сооружения*

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполнитель ФИО	Основание (номер и дата распорядительного документа о внесении изменения)
1			
2			

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *полное наименование*, протокол №____ от _____._____.202____г.

Зав. кафедрой _____ / _____

Подпись

ФИО