

Учреждение образования
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Строительный факультет

Кафедра «Строительные конструкции»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
«Строительные конструкции»


А.Б.Шурин

«28» 02 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан строительного факультета


С.М.Семенюк

«28» 02 2022 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
по учебной дисциплине
«МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ»

для специальности (направления специальности):

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составитель: Шурин Андрей Брониславович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Строительные конструкции»

Рассмотрено и рекомендовано

к государственной регистрации на заседании
научно-методического совета БрГТУ

«12» 04 2022 г. протокол № 5.

Учреждение образования
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Строительный факультет

Кафедра «Строительные конструкции»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
«Строительные конструкции»

_____ А.Б.Шурин
«__» _____ 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан строительного факультета

_____ С.М.Семенюк
«__» _____ 2022 г.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
по учебной дисциплине
«МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ»

для специальности (направления специальности):

1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»

Составитель: Шурин Андрей Брониславович, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Строительные конструкции»

Рассмотрено и рекомендовано

к государственной регистрации на заседании
научно-методического совета БрГТУ

«__» _____ 2022 г. протокол № ____.

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

Электронный учебно-методический комплекс содержит:

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА.....	2
1.1 Актуальность изучения дисциплины	2
1.2 Цель и задачи дисциплины.....	2
1.3 Задачи дисциплины	2
1.4 Краткая характеристика электронного учебно-методического комплекса..	3
1.5 Цели ЭУМК.....	4
1.6 Структура электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Металлические конструкции».....	4
1.7 Рекомендации по организации работы с ЭУМК.....	5
2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	6
2.1 Краткое содержание лекционных занятий	6
2.2 Задачи для практических занятий по курсу «Металлические конструкции»	13
ТЕМА 1. Классификация поперечных сечений	13
ТЕМА 2. Подбор сечений прокатных балок.....	14
ТЕМА 3. Болтовые соединения.....	15
ТЕМА 4. Расчет конструирование сварных соединений	17
ТЕМА 5. Расчет составных балок.....	21
ТЕМА 6. Расчёт сплошных колонн	22
ТЕМА 7. Расчёт сквозных колонн	24
2.3 Примерный перечень тем курсовых проектов и их содержание.....	26
2.3.1 Курсовой проект №1	26
2.3.2 Курсовой проект №2	26
2.4 Примерный перечень тем самостоятельной (неуправляемой) работы и их содержание	27
3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	31

3.1	Перечень вопросов к зачету	31
3.2	Перечень задач к зачету и экзамену	33
3.3	Перечень вопросов к экзамену №1	39
3.4	Перечень вопросов к экзамену №2	41
4	ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	43
4.1	Учебная программа дисциплины «Металлические конструкции»	43

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Актуальность изучения дисциплины

Дисциплина «Металлические конструкции» является одной из ведущих дисциплин, формирующей инженерный подход к пониманию устройства и действительной работы конструктивных систем зданий и сооружений и развивающей навыки инженерного анализа, конструирования и расчета строительных металлических конструкций.

Применительно к современным реалиям, когда в Республике Беларусь ведется гармонизация многих нормативных документов в области строительства и выпускникам ВУЗов строительных специальностей, в своей практической деятельности придется применять единые с европейскими (Еврокодами) нормы, курс «Металлические конструкции» будет в значительной степени способствовать повышению качества молодых специалистов-строителей, расширению их возможностей в проектных и строительных организациях при работе по совместным проектам с зарубежными фирмами и инвесторами, облегчит процесс их адаптации.

1.2 Цель и задачи дисциплины

Дать студентам знания, необходимые для понимания работы конструктивных элементов и систем, развития навыков инженерного анализа, конструирования и расчета строительных металлических конструкций, подготовка их к профессиональной деятельности в области проектирования металлических конструкций.

1.3 Задачи дисциплины

Основная задача преподавания дисциплины заключается:

- овладение принципами проектирования, методами компоновки и технико-экономического анализа металлических конструкций;
- формирование навыков конструирования и расчета для решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматизации проектирования.

В результате освоения дисциплины будущий специалист должен:

знать:

- особенности поведения металла в конструкциях;

- фундаментальные положения теории расчета элементов строительных металлических конструкций;
- принципы проектирования и конструирования отдельных элементов и зданий (сооружений) в целом;
- основы технико-экономического анализа эффективности применения металлических конструкций;

уметь:

- конструировать и рассчитывать сварные и болтовые соединения;
- выполнять расчет и конструирование элементов металлических конструкций с использованием действующих нормативных документов и средств автоматизации проектирования;
- выполнять компоновку и проектирование каркасов производственных зданий.

владеть:

- методами технико-экономического анализа;
- средствами автоматизированного расчета металлических конструкций;
- навыками по исследованию напряженно-деформированного состояния металлических конструкций.

1.4 Краткая характеристика электронного учебно-методического комплекса

Настоящий учебно-методический комплекс по дисциплине «Металлические конструкции» предназначен для студентов, осваивающих содержание образовательной программы высшего образования I степени, обеспечивающей получение квалификации инженера-строителя.

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) объединяет структурные элементы научно-методического обеспечения образования и представляет собой сборник материалов теоретического и практического характера для организации работы студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм получения образования по изучению дисциплины «Металлические конструкции».

ЭУМК разработан на основании Положения об учебно-методическом комплексе на уровне высшего образования, утвержденного Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 26 июля 2011 г., № 167 и предназначен для реализации требований учебной программы по учебной дисциплине «Металлические конструкции» для специальности 1-70 02 01 «Про-

мышленное и гражданское строительство».

Электронный учебно-методический комплекс разработан с учетом основных положений концепции обучения в системе непрерывного образования Республики Беларусь, концепции современного языкового образования, а также в соответствии со следующими нормативными документами:

– образовательного стандарта Республики Беларусь. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». Квалификация «инженер-строитель». Утвержден и введен в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь 24.08.2012 г. № 108;

– учебной программы высшего образования второй ступени (магистратуры) для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство»;

– порядка разработки и утверждения учебных программ и программ практики для реализации содержания образовательных программ высшего образования (утверждено Министерством образования Республики Беларусь от 06.04.2015 г).

1.5 Цели ЭУМК

Основными целями ЭУМК являются:

– обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

– организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательным стандартам высшего образования специальностей специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», а также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования. Материал представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

1.6 Структура электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Металлические конструкции»

1.6.1 Практический раздел ЭУМК содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины и представлен рассматриваемым на лекциях вопросами, материалами для проведения практических и лабораторных учебных занятий, а так же курсового проектирования.

3. Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы для итоговой аттестации (экзаменационные вопросы, материалы для компьютерного тестирования), позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

4. Вспомогательный раздел включает учебную программу учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Металлические конструкции», основную и дополнительную литературу, в том числе иностранную, графические плакаты.

1.7 Рекомендации по организации работы с ЭУМК

При работе с электронным учебно-методическим комплексом по дисциплине «Металлические конструкции» рекомендуется:

– лекции проводить с использованием представленных в ЭУМК презентаций, персонального компьютера и мультимедийного проектора; при подготовке к экзамену, практическим, лабораторным и занятиям по курсовому проектированию студенты могут использовать представленные в УМК конспекты лекций, методические пособия, набор презентаций и электронные материалы ТНПА и учебной и научной литературы, приведенных во вспомогательном разделе УМК;

– практические занятия и консультации по курсовому проектированию проводятся в аудиториях специализированной лаборатории кафедры строительных конструкций «ЛИПИСК» и компьютерном классе с использованием представленных в УМК методических указаний, а также систем автоматизированного проектирования ЛИРА-САПР, SCAD, Sofistik;

– лабораторные занятия проводятся в аудиториях специализированной лаборатории кафедры строительных конструкций «ЛИПИСК» и испытательном центре УО БрГТУ;

– экзамен проводится в аудитории, вопросы приведены в разделе контроля знаний ЭУМК.

2 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Краткое содержание лекционных занятий

2.1.1. Общие сведения о металлических конструкциях

Содержание курса, понятие «Металлические конструкции». Организация учебного процесса. Связь курса с другими учебными дисциплинами. Рекомендуемая основная литература и наглядные пособия.

История развития строительных металлоконструкций и роль отечественных ученых в разработке теории расчета и проектирования. Номенклатура, области применения, народнохозяйственное значение, современные конструктивные формы, особенности и технические возможности металлических конструкций. Использование металлических конструкций при освоении труднодоступных районов, реконструкции и восстановлении зданий и сооружений, при строительстве сооружений, обеспечивающих охрану окружающей среды. Предпосылки и основные направления технического прогресса и повышения эффективности МК.

2.1.2. Материалы металлических конструкций

Краткие сведения о строительных сталях, классы и марки сталей, химический состав и особенности структуры, механические свойства, свариваемость, коррозионная стойкость, влияние химического состава и способа производства на свойства сталей.

Классификация алюминиевых сплавов по способам производства, упрочнения и химическому составу, свойства алюминиевых сплавов, и область их применения в строительстве.

Понятие о сортаменте. Совершенствование сортамента, новые эффективные профили, обеспечивающие снижение расхода металла и трудоемкости изготовления конструкций.

2.1.3. Влияние различных факторов на работу металла

Работа сталей при однократном статическом растяжении и сжатии, диаграммы и стадии работы стали. Виды разрушения сталей, их последствия. Сложное напряженное состояние и его влияние на характер разрушения, концентрация напряжений. Хрупкое разрушение как процесс развития трещин. Ударная вязкость. Влияние предшествующей пластической деформации на работу металла при повторном нагружении, наклеп. Выносливость металла при многократной повторной нагрузке. Влияние температуры на свойства металла, хладоломкость, огнестойкость сталей и алюминиевых сплавов. Изменение свойств металла во времени.

2.1.4. Основы расчета металлических конструкций по методике предельных состояний

Цель расчета конструкций, краткий обзор развития методов расчета. Ведущая роль отечественных ученых в разработке теории расчета строительных

конструкций по методу предельных состояний. Виды предельных состояний. Расчет конструкций по предельным состояниям несущей способности. Смысл основного расчетного неравенства.

Расчет конструкций по предельным состояниям эксплуатационной пригодности.

Преимущества метода расчета по предельным состояниям, направления его совершенствования.

2.1.5. Работа и расчет изгибаемых элементов

Классификация поперечных сечений.

Работа изгибаемых элементов в упругой и упругопластической стадиях, шарнир пластичности при изгибе, совместное действие нормальных и касательных напряжений, расчет изгибаемых элементов на прочность в упругой стадии и с учетом развития пластических деформаций.

Потеря устойчивости плоской формы равновесия изгибаемых элементов: форма потери устойчивости, влияние на устойчивость условий закрепления стержня, характера приложения нагрузки, геометрии сечения.

2.1.6. Работа и расчет центрально-нагруженных и внецентренно нагруженных элементов

Работа и расчет на прочность центрально-нагруженных элементов. Потеря устойчивости центрально-сжатого стержня, критические напряжения при упругом и неупругом выпучивании стержня, расчетная длина, гибкость, зависимость критических напряжений от гибкости. Проверка устойчивости, коэффициент продольного изгиба, условная гибкость стержня.

Напряженное состояние и расчет на прочность сечений внецентренно-нагруженных стержней в упругой и упругопластической стадии. Проверка устойчивости.

2.1.7. Сварные соединения металлических конструкций

Роль в развитии сварки отечественных ученых. Область применения, виды сварных швов и соединений. Материалы и расчетные сопротивления сварных соединений.

Сварные соединения стыковыми швами: конструирование, особенности работы и расчета на различные виды усилий. Соединения угловыми швами: конструирование, особенности работы и расчета на различные виды усилий. Расчет и конструирование круговых швов и швов с клинообразным зазором.

Конструктивные требования к сварным соединениям.

2.1.8. Болтовые соединения металлических конструкций

Виды соединений, болтов и заклепок, области их применения, достоинства и недостатки. Категории болтовых соединений.

Соединения на обычных болтах: конструирование, особенности работы и расчета на сдвигающие усилия, на растяжение. Особенности работы и расчета

фрикционных соединений на высокопрочных болтах. Конструктивные требования к болтовым соединениям.

Краткая характеристика новых видов соединений: паяных, клееболтовых, на несущих высокопрочных болтах, самонарезающих винтах, дюбелях, комбинированных заклепках.

2.1.9. Балки и балочные перекрытия. Настилы. Прокатные балки

Область применения балок, их классификация: по статическим схемам, типам сечений, способам соединения элементов сечения, виду материалов.

Компоновка балочных перекрытий: генеральные размеры, схемы компоновки в плане и по высоте. Виды настилов, особенности расчета и работы. Подбор и проверка сечений прокатных балок.

2.1.10. Составные балки, компоновка сечения

Составные сварные балки, области их применения, классификация, типы сечений. Определение нагрузок и усилий. Компоновка и подбор сечений составных сварных балок: определение минимальной, оптимальной и строительной высоты сечения; выбор рациональной высоты балки и толщины стенки; компоновка сечения элементов балки.

Изменение сечения балки. Локальные напряжения. Проверка прочности сечений балки в упругой и упругопластической стадиях: в середине балки, в местах изменения сечений, в опорной части. Обеспечение жесткости и общей устойчивости балки.

2.1.11. Местная устойчивость элементов балок

Понятие местной устойчивости пластинок при различном напряженном состоянии.

Характер потери устойчивости сжатого пояса балки, проверка и обеспечение его местной устойчивости.

Характер потери устойчивости стенки балки. Ребра жесткости, места установки, их назначение. Проверка местной устойчивости стенки балки от действия нормальных, касательных, локальных напряжений и от совместного их действия.

2.1.12. Расчет опорной части и поясных швов составных балок

Основы конструирования и расчета опорных частей балок с торцевым и внутренним опорным ребром.

Основы расчета и конструирования соединения стенки и пояса составных балок.

2.1.13. Стыки и сопряжения прокатных и составных балок

Заводские стыки прокатных и составных балок, основы расчета и конструирования. Основы расчета и конструирования монтажных стыков составных балок на сварке и высокопрочных болтах.

Конструктивные решения, работа и расчет сопряжений балок

2.1.14. Центральнo-сжатые колонны. Колонны сплошного сечения

Общая характеристика центрально-сжатых колонн, элементы колонн и их назначение. Типы сечений стержней и области их применения. Обоснование расчетной длины колонн.

Основы компоновки и проверка сечения сплошных колонн, конструирование сплошных колонн. Обеспечение местной устойчивости элементов сечения сплошной колонны.

2.1.15. Сквозные центрально-сжатые колонны

Конструкция и особенности работы сквозных колонн. Типы решеток сквозных стержней и области их применения. Влияние решетки на устойчивость сквозного центрально-сжатого стержня, приведенная гибкость. Основы компоновки и проверка сечений сквозных центрально-сжатых стержней. Основы конструирования сквозных стержней. Работа и расчет соединительных планок и раскосной решетки, расчет их прикрепления к ветвям колонны.

2.1.16. Оголовки и базы центрально-сжатых колонн

Типы сопряжения балок с колоннами. Конструкция, особенности работы и расчета оголовков колонн.

Опираие колонн на фундамент, конструкция и расчета баз колонн. Базы для безвыверочного монтажа.

Автоматизированное проектирование колонн.

2.1.17. Фермы

Области применения легких и тяжелых ферм, основы классификации: по статическим схемам, по очертанию поясов, типу решетки, типу сечений стержней, виду соединений и материалу стержней. Компоновка стропильных ферм, генеральные размеры ферм, учет требований унификации условий эксплуатации, изготовления и перевозки.

Особенности статического расчета ферм: нагрузки на фермы, определение усилий в элементах ферм.

2.1.18. Подбор сечений стержней ферм. Узлы ферм

Обеспечение общей устойчивости ферм в системе покрытия, расчетные длины стержней ферм. Предельные гибкости элементов ферм. Типы сечений элементов ферм и рациональные области их применения. Подбор и проверка сечений растянутых и сжатых стержней стропильных ферм.

Конструирование, особенности работы и расчета узлов легких ферм. Конструирование и расчет заводских и укрупнительных стыков ферм.

2.1.19. Основы проектирования и компоновка каркаса одноэтажного производственного здания

Схемы каркасов, поперечные и продольные конструкции, основные элементы каркаса и их функции. Принципы компоновки, учет эксплуатационных,

общестроительных и экономических требований. Унификация объемно-планировочных решений. Разбивка сетки колонн, температурные швы, их назначение. Выбор поперечной конструкции. Компонировка покрытия: состав покрытия и его схемы.

Компировка поперечной рамы: определение размеров колонн, ферм с учетом требований унификации, жесткости и режима работы мостовых кранов.

2.1.20. Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий

Типы колонн и области их применения. Типы сечений внецентренно сжатых колонн и области их применения.

Определение расчетных длин стоек в плоскости и из плоскости рамы, факторы, влияющие на определение расчетных длин.

Конструкция сплошных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и проверка подобранных сплошных сечений в плоскости и из плоскости поперечной рамы. Обеспечение местной устойчивости полки и стенки сплошных сечений внецентренно-сжатых колонн.

2.1.21. Сквозные колонны каркасов производственных зданий

Конструкция сквозных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и проверка подобранных сквозных сечений: устойчивость ветвей и стержня колонны в целом. Расчет и конструирование решетки сквозных стержней

2.1.22. Узлы колонн производственных зданий. Фахверк

Конструирование, особенности работы и расчета узлов колонн, выбор расчетных комбинаций усилий. Основы расчета и конструирования сопряжения подкрановой и надкрановой частей колонны. Особенности расчета и конструирования баз внецентренно сжатых колонн, анкерные болты. Элементы фахверка, основы расчета и конструирования.

2.1.23. Подкрановые конструкции

Общая характеристика подкрановых конструкций, области их применения, элементы подкрановой конструкции и их назначение. Статические схемы, типы сечений и особенности работы подкрановых конструкций. Нагрузки на подкрановые конструкции. Определение усилий в подкрановых балках.

2.1.24. Сплошные подкрановые балки

Подбор и компоновка сечения, проверка прочности сплошных подкрановых балок с тормозной балкой и фермой. Расчет на выносливость. Проверка прогиба и местной устойчивости подкрановой балки. Особенности конструирования.

Подкрановые фермы с жестким верхним поясом, подкраново-подстропильные фермы, пути подвесных кранов: особенности конструирования, работы и расчета.

Сопряжение подкрановых конструкций с колоннами. Крановые рельсы и их крепление к балкам.

2.1.25. Реконструкция производственных зданий

Физический и моральный износ зданий. Реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий. Обследование конструкций зданий. Дефекты и повреждения стальных конструкций. Уточнение свойств стали, нагрузок, расчетной схемы. Проверочные расчеты, оценка влияния дефектов и повреждений, выявление резервов несущей способности.

Усиление конструкций производственных зданий: балок, ферм, колонн. Особенности работы и расчета конструкций, усиленных под нагрузкой.

Конструирование и расчет усиления соединений металлических конструкций.

2.1.26. Листовые металлические конструкции

Номенклатура и области применения листовых конструкций, особенности эксплуатации, изготовления и монтажа. Требования к листовым конструкциям. Особенности работы листовых конструкций.

Напряженное состояние и основы расчета тонких пластинок и оболочек, безмоментное состояние оболочек, краевой эффект, устойчивость цилиндрических и сферических оболочек.

2.1.27. Вертикальные цилиндрические резервуары

Резервуары: область применения, классификация, особенности проектирования. Вертикальные цилиндрические резервуары низкого давления, их особенности, элементы резервуаров – стенка, кровля, днище.

Нагрузки и воздействия. Основы расчета стенки резервуаров на гидростатическое давление, конструирование кровли и днища.

Вертикальные цилиндрические резервуары для нефтепродуктов с повышенной упругостью паров: со сферической, торосферической и сфероцилиндрической кровлей, с плавающей крышей, с понтоном и стационарной кровлей.

Горизонтальные цилиндрические резервуары высокого давления, их особенности, области применения, основы расчета и конструирования элементов резервуаров.

2.1.28. Газгольдеры и бункера

Газгольдеры, назначение, виды, особенности, конструктивные формы, элементы, нагрузки и воздействия. Газгольдеры низкого давления и переменного объема: особенности эксплуатации, компоновки и конструирования мокрых и сухих газгольдеров. Газгольдеры высокого давления и постоянного объема: особенности эксплуатации, компоновки и конструирования цилиндрических и шаровых газгольдеров.

Бункерные устройства, области их применения, схемы, особенности, основные элементы бункерных устройств, основы расчета и конструирования.

Новые конструктивные решения резервуаров и газгольдеров.

2.1.29. Балочные, рамные и арочные большепролетные покрытия

Область применения, особенности проектирования, классификация. Плоскостные системы, их особенности, конструктивные формы. Балочные системы, статические и конструктивные схемы, типы сечений, узлы.

Рамные сплошные и сквозные системы, схемы, особенности работы.

Арочные системы, особенности работы и конструирования. Способы восприятия распора, узлы. Обеспечение и проверка устойчивости арок.

2.1.30. Пространственные системы. Структурные плиты

Пространственные системы, общая характеристика, конструктивные формы, сравнение с плоскостными системами.

Перекрестные фермы и структурные стержневые плиты: преимущества и недостатки, конструктивные и геометрические схемы, компоновка, типы сечений и узловых соединений, схемы опирания, особенности работы и расчета

2.1.31. Цилиндрические оболочки. Купола.

Односетчатые и двухсетчатые оболочки, особенности работы. Цилиндрические оболочки (своды, длинные оболочки и складки): конструктивные и геометрические схемы, особенности опирания и работы оболочек, типы сечений и узлов сплошных и сетчатых оболочек.

Оболочки двоякой кривизны. Ребристые, ребристо-кольцевые и сетчатые купола, схемы, компоновка и условия опирания, особенности работы, расчета и конструирования.

2.1.32. Конструкции многоэтажных зданий

Области применения стальных многоэтажных каркасов, их основные особенности. Схемы каркасов: рамные, связевые, рамно-связевые системы, их достоинства и недостатки, схемы связей. Нагрузки и воздействия. Особенности статического расчета. Конструирование и расчет несущих конструкций и узлов. Совершенствование конструкций многоэтажных зданий.

2.2 Задачи для практических занятий по курсу «Металлические конструкции»

ТЕМА 1. Классификация поперечных сечений

Определить класс поперечного сечения как для изгибаемого, так и для центрально-сжатого элемента.

Таблица 2.1 – Варианты заданий по теме «классификация поперечных сечений»

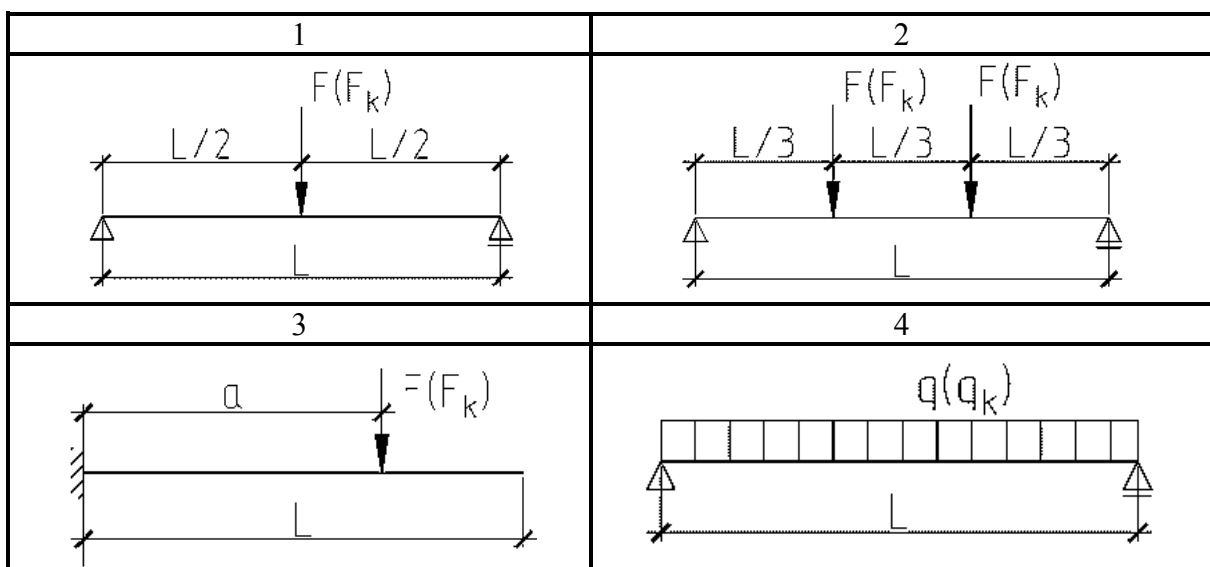
№ п/п	Сталь по ГОСТ 27772	Швеллер по ГОСТ 8240	Двутавр по ГОСТ 26020	Равнополочный уголок по ГОСТ 8509	Квадратная труба по ГОСТ 30245	Круглая труба по ГОСТ 8732
1	C235	[20П	┌ 30Б1	└ 100x8	гн. □60 x3	Ø 83x5
2	C245	[18П	┌ 30Ш1	└ 90x6	гн. □70 x4	Ø 89x6
3	C255	[24П	┌ 40Б1	└ 125x10	гн. □80 x5	Ø 95x4
4	C275	[33П	┌ 20Ш1	└ 100x6.5	гн. □90x6	Ø 102x3.5
5	C285	[27П	┌ 26Б1	└ 140x9	гн. □100x4	Ø 108x7
6	C345	[40П	┌ 70Ш1	└ 120x10	гн. □120x5	Ø 114x5
7	C375	[33П	┌ 50Б1	└ 160x14	гн. □140x6	Ø 121x8
8	C375	[36П	┌ 50Ш1	└ 140x12	гн. □160x8	Ø 127x4
9	C345	[40П	┌ 70Б1	└ 180x11	гн. □180x8	Ø 133x6
10	C285	[24П	┌ 60Ш1	└ 75x5	гн. □100x3	Ø 140x9
11	C275	[36П	┌ 60Б1	└ 200x13	гн. □80x3	Ø 146x6
12	C255	[27П	┌ 45Ш1	└ 100x10	гн. □120x4	Ø 152x5.5
13	C245	[22П	┌ 35Б1	└ 125x12	гн. □150x8	Ø 159x8
14	C235	[16П	┌ 20К1	└ 63x5	гн. □60x4	Ø 168x10
15	C255	[24П	┌ 45Б1	└ 180x15	гн. □70x3	Ø 180x9
16	C285	[16aП	┌ 20К1	└ 160x11	гн. □100x5	Ø 194x5
17	C375	[20П	┌ 18Б1	└ 110x8	гн. □120x3	Ø 203x6.5
18	C245	[18П	┌ 30К1	└ 150x10	гн. □160x5	Ø 219x10
19	C275	[16П	┌ 55Б1	└ 100x14	гн. □40x2	Ø 245x12
20	C235	[30П	┌ 26К1	└ 100x15	гн. □50x2.5	Ø 273x8
21	C255	[24П	┌ 40Б2	└ 200x16	гн. □140x4	Ø 299x14
22	C285	[18aП	┌ 40К1	└ 125x14	гн. □160x6	Ø 325x9
23	C345	[33П	┌ 55Б2	└ 160x16	гн. □80x4	Ø 351x11
24	C375	[27П	┌ 35К1	└ 100x12	гн. □180x6	Ø 377x15
25	C245	[16П	┌ 100Б1	└ 50x3	гн. □100x6	Ø 159x6

ТЕМА 2. Подбор сечений прокатных балок

Таблица 2.2 – Варианты заданий по теме «прокатные балки»

№ п/п	№ схемы (таб. 2.3)	l , м	a , м	F_k , кН q_k , кН/м	F , кН q , кН/м	γ_r	Сталь по ГОСТ 27772	Двутавр по ГОСТ 26020
1	1	4	–	?	?	1.1	C235	┌ 30Б1
2	2	5	–	30	–	1.2	C245	┌ 30Б2
3	3	4	2	35	40	–	C255	?
4	4	7	–	–	25	1.2	C275	?
5	1	8	–	?	?	1.1	C285	┌ 40Б1
6	2	4	–	45	–	1.2	C345	?
7	3	5	3	50	55	–	C275	┌ 45Б1
8	4	6	–	?	?	1.2	C285	┌ 45Б2
9	1	7	–	–	60	1.1	C235	┌ 50Б1
10	2	8	–	?	?	1.2	C245	┌ 55Б1
11	3	4	3	25	–	1.1	C345	?
12	4	5	–	30	35	–	C375	┌ 60Б1
13	1	6	–	?	?	1.1	C345	┌ 60Б2
14	2	7	–	?	30	1.2	C275	┌ 30Б1
15	3	8	5	40	–	1.1	C235	┌ 30Б2
16	4	4	–	35	40	–	C245	?
17	1	5	–	?	?	1.1	C255	┌ 35Б2
18	2	6	–	50	–	1.2	C275	┌ 40Б1
19	3	7	3	55	60	–	C285	?
20	4	8	–	–	45	1.2	C345	┌ 45Б1
21	1	4	–	?	?	1.1	C375	┌ 45Б2
22	2	5	–	25	60	–	C235	?
23	3	6	2	30	–	1.1	C245	┌ 55Б1
24	4	7	–	?	?	1.2	C255	┌ 35Б2
25	1	8	–	–	70	1.1	C275	┌ 60Б1

Таблица 2.3 – Расчетные схемы прокатных и составных балок



ТЕМА 3. Болтовые соединения

3.1 Соединения на обычных болтах

Законструировать болтовое соединение (соединение категории А) двух полос сечением $b \times t = 500 \times 10$ на накладках из стали С235 по ГОСТ 27772 на болтах класса прочности 4.6 класса точности А. Расчетное усилие в соединении $N_{ed} = 800$ кН.

Диаметр болта студентом назначается самостоятельно.

Таблица 2.4 – Варианты заданий по теме «соединения на обычных болтах»

№ п/п	Сечение, мм		Сталь по ГОСТ 27772	N_{ed} , кН	Класс прочности болта	Класс точности
	b	t				
1	500	10	С235	800	4.6	А
2	600	8	С245	950	4.6	В
3	360	12	С375	1040	5.6	А
4	480	14	С275	925	5.8	В
5	200	16	С285	780	6.8	А
6	350	18	С235	850	8.8	В
7	950	6	С375	1155	6.8	А
8	250	10	С245	640	4.6	В
9	420	8	С345	860	4.8	А
10	400	12	С235	765	5.6	В
11	450	14	С245	875	5.8	А
12	550	16	С255	935	6.8	В
13	480	18	С275	1075	8.8	А
14	800	6	С390	700	10.9	В
15	350	8	С235	535	4.6	А
16	550	10	С375	740	4.8	В
17	650	8	С245	1000	5.6	А
18	300	12	С345	980	5.8	В
19	400	14	С235	760	6.8	А
20	450	16	С245	830	8.8	В
21	550	18	С255	970	10.9	А
22	825	6	С345	1020	8.8	В
23	625	8	С285	985	6.8	А
24	475	10	С235	760	5.6	В
25	410	12	С375	890	5.8	А

3.2 Соединения на высокопрочных болтах

Законструировать фрикционное болтовое соединение (соединение категории В) двух полос сечением $b \times t = 500 \times 10$ на накладках из стали С235 по ГОСТ 27772 на высокопрочных болтах класса прочности 8.8. Расчетное усилие в соединении $N_{ed} = 800$ кН.

Диаметр болта и класс поверхностей трения студентом назначается самостоятельно.

Таблица 2.5 – Варианты заданий по теме «соединения на высокопрочных болтах»

№ п/п	Сечение, мм		Сталь по ГОСТ 27772	N_{Ed} , кН	Класс прочности болта
	b	t			
1	500	10	C235	800	8.8
2	600	8	C245	950	10.9
3	360	12	C375	1040	8.8
4	480	14	C275	925	10.9
5	200	16	C285	780	8.8
6	350	18	C235	850	10.9
7	950	6	C375	1155	8.8
8	250	10	C245	640	10.9
9	420	8	C345	860	8.8
10	400	12	C235	765	10.9
11	450	14	C245	875	8.8
12	550	16	C255	935	10.9
13	480	18	C275	1075	8.8
14	800	6	C390	700	10.9
15	350	8	C235	535	8.8
16	550	10	C375	740	10.9
17	650	8	C245	1000	8.8
18	300	12	C345	980	10.9
19	400	14	C235	760	8.8
20	450	16	C245	830	10.9
21	550	18	C255	970	8.8
22	825	6	C345	1020	10.9
23	625	8	C285	985	8.8
24	475	10	C235	760	10.9
25	410	12	C375	890	8.8

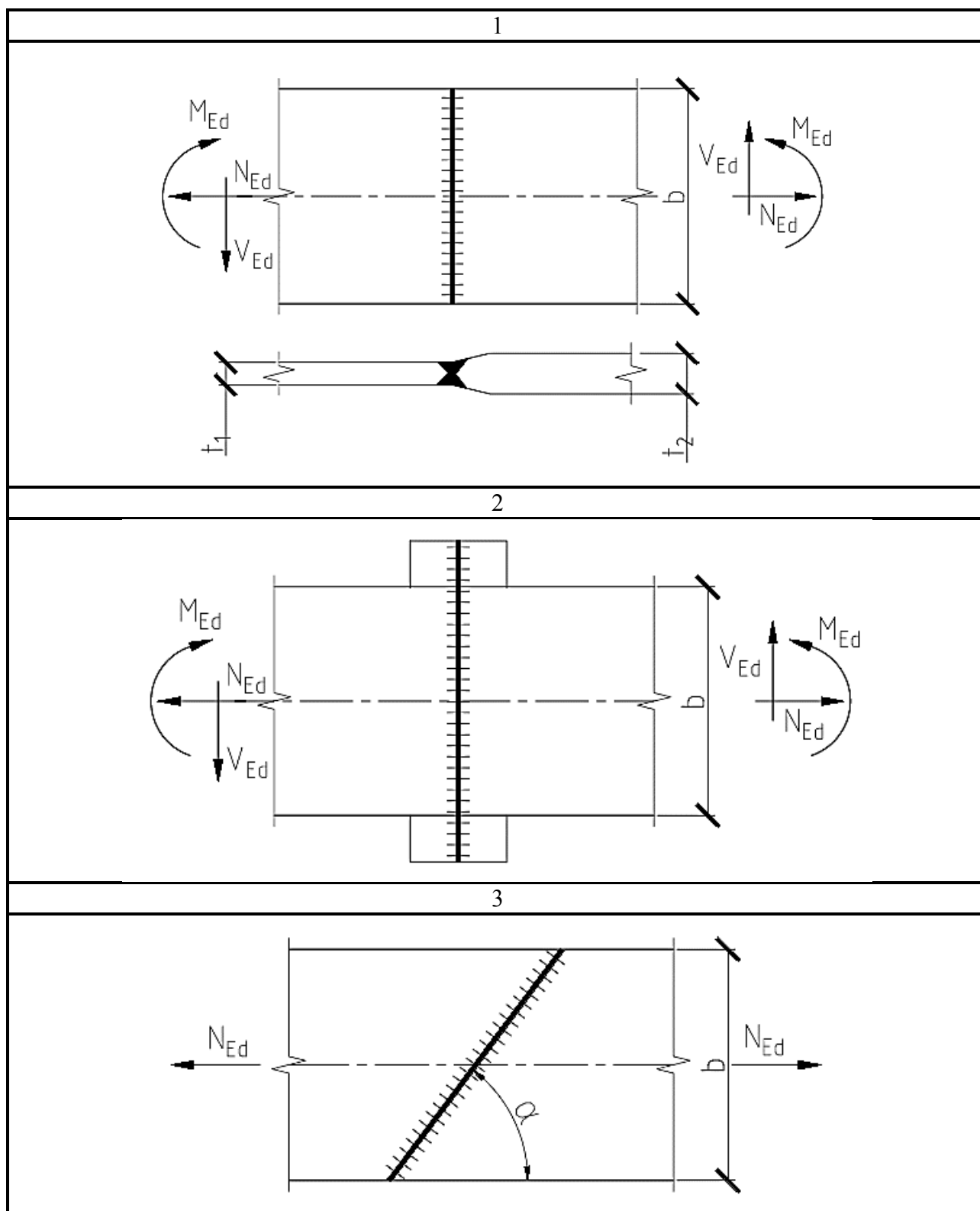
ТЕМА 4. Расчет конструирование сварных соединений

4.1 Стыковые швы

Таблица 2.6 – Варианты заданий по теме «стыковые швы»

№ п/п	№ схемы (таб. 2.7)	Размеры сечения, мм			$\alpha, ^\circ$	$M_{Ed}, \text{кНм}$	$N_{Ed}, \text{кН}$	$V_{Ed}, \text{кН}$	Сталь по ГОСТ 27772	Контроль качества сварного шва
		t_1	t_2	b						
1	1	12	16	?	–	–	500	250	C235	Визуальный
2	2	8	14	280	–	–	?	–	C245	Физический
3	3	10	12	300	45	–	?	–	C255	Физический
4	1	12	20	340	–	–	–	500	C285	Визуальный
5	2	14	18	380	–	300	–	–	C275	Визуальный
6	3	16	10	500	50	–	580	–	C285	Визуальный
7	1	18	12	440	–	–	?	–	C345	Физический
8	2	20	14	230	–	–	?	–	C375	Физический
9	3	18	16	480	55	–	460	–	C390	Визуальный
10	1	?	?	500	–	500	150	–	C235	Визуальный
11	2	14	12	280	–	–	80	80	C245	Физический
12	3	12	10	300	60	–	570	–	C255	Физический
13	1	10	8	340	–	–	–	?	C275	Визуальный
14	2	?	?	380	–	–	500	–	C285	Визуальный
15	3	6	8	400	55	–	540	–	C345	Физический
16	1	8	10	?	–	–	800	–	C375	Физический
17	2	10	14	480	–	–	600	–	C235	Визуальный
18	3	12	16	500	50	–	?	–	C245	Визуальный
19	1	14	20	280	–	–	370	–	C255	Физический
20	2	16	18	300	–	–	–	?	C275	Физический
21	3	18	16	340	45	–	?	–	C285	Визуальный
22	1	?	?	380	–	340	60	–	C345	Визуальный
23	2	18	12	400	–	–	–	450	C375	Физический
24	3	16	10	440	60	–	?	–	C235	Физический
25	1	14	8	480	–	180	400	–	C245	Визуальный

Таблица 2.7 – Схемы к расчету стыковых швов

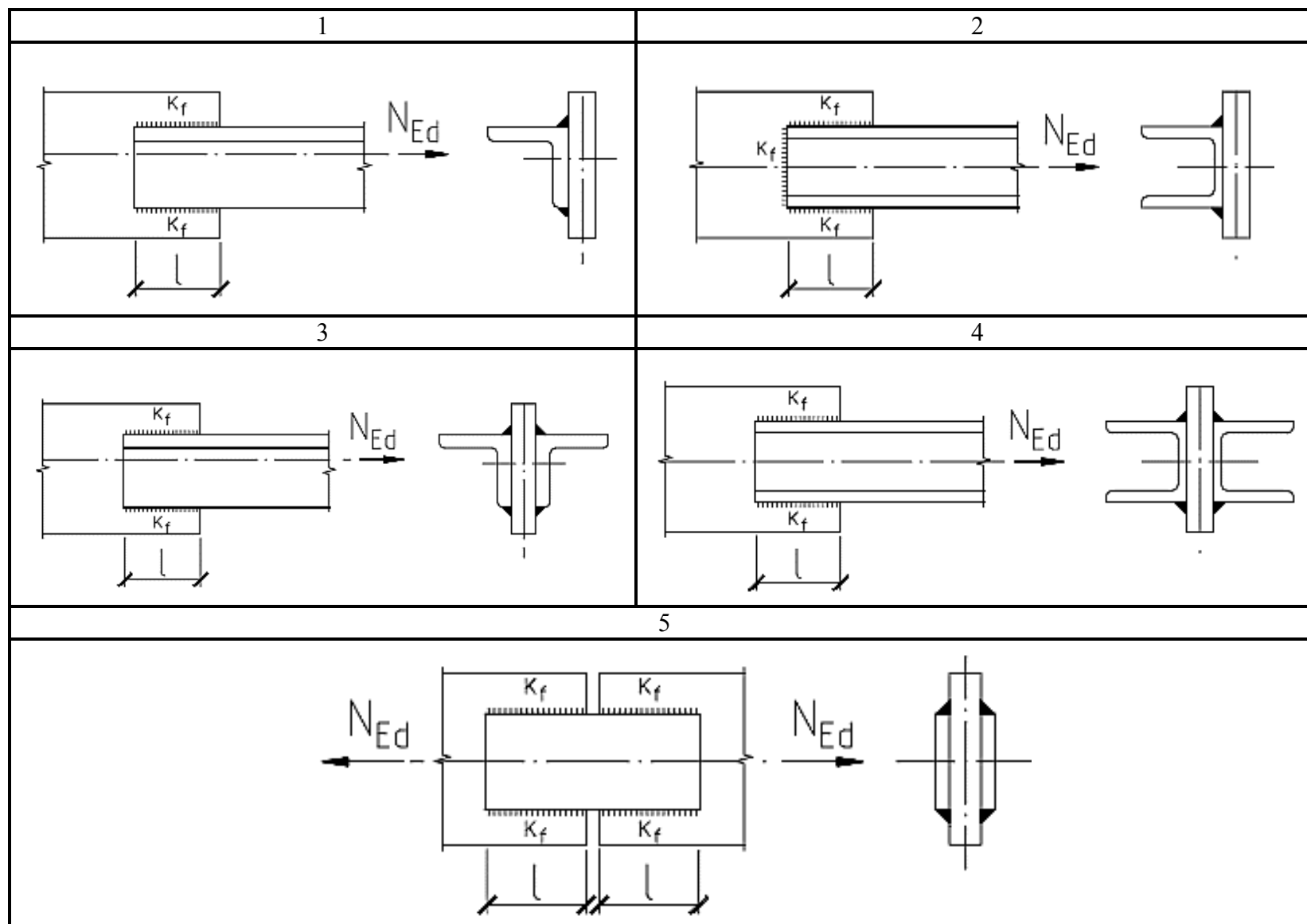


4.2 УГЛОВЫЕ ШВЫ

Таблица 2.8 – Варианты заданий по теме «угловые швы»

№ п/п	№ схемы (табл. 2.9)	N_{Ed} , кН	Сечение	Сталь по ГОСТ 27772	l , мм	Катет сварного шва k_f , мм	
						По обушку	По перу
1	1	?	└ 180x12	C235	200	8	6
2	2	800	└ 160x10	C245	300	8	6
3	3	?	□ №40	C255	250	5	
4	4	600	□ №30	C275	200	?	
5	5	440	– 200x12	C285	?	6	
6	1	?	└ 100x8	C345	160	6	6
7	2	700	└ 125x14	C375	200	7	6
8	3	525	□ №20	C345	240	?	
9	4	?	□ №27	C285	280	6	
10	5	?	– 100x8	C275	180	7	
11	1	470	└ 200x12	C255	320	6	5
12	2	550	└ 180x12	C245	?	6	5
13	3	610	□ №22	C235	200	6	
14	4	650	□ №16	C245	360	?	
15	5	?	– 160x6	C255	300	5	
16	1	?	└ 90x9	C275	180	6	5
17	2	510	└ 160x10	C285	260	8	6
18	3	700	□ №18	C345	?	7	
19	4	?	□ №10	C375	210	6	
20	5	500	– 200x8	C345	160	?	
21	1	410	└ 80x6	C285	200	5	5
22	2	615	└ 75x6	C275	180	5	5
23	3	?	□ №14	C255	300	5	
24	4	635	□ №24	C245	340	?	
25	5	785	– 180x8	C235	?	6	

Таблица 2.9 – Схемы к расчету угловых швов



ТЕМА 5. Расчет составных балок

Таблица 2.10 – Варианты заданий по теме «составные балки»

№ п/п	№ схемы (табл. 2.3)	l, м	a, м	F _к , кН q _к , кН/м	F, кН q, кН/м	γ _f	Сталь по ГОСТ 27772	Размеры двутавра, мм			
								b	t _f	h _w	t _w
1	3	4	3	25	30	–	C235	180	8	500	5
2	4	5	–	?	?	1,2	C245	200	10	600	6
3	1	6.5	–	–	40	1,4	C255	220	12	700	8
4	2	7	–	?	?	1,2	C275	240	14	750	10
5	3	8	5	?	?	1,35	C285	250	16	650	12
6	4	4	–	45	50	–	C345	260	18	800	14
7	1	5	–	50	55	–	C375	280	14	850	5
8	2	6	–	?	?	1,2	C235	300	16	400	6
9	3	7	4	?	?	1,1	C245	320	18	450	8
10	4	8	–	–	65	1,2	C255	340	14	550	10
11	1	8	–	?	?	1,1	C275	380	16	500	12
12	2	5	–	30	35	–	C285	480	14	600	14
13	3	6	3	30	75	–	C345	200	16	700	16
14	4	7	–	?	?	1,2	C245	220	18	750	10
15	1	8	–	–	35	1,35	C235	240	14	650	8
16	2	4	–	–	40	1,2	C245	250	16	800	10
17	3	6	5	?	?	1,1	C255	260	18	850	12
18	4	6	–	50	55	–	C275	280	18	400	14
19	1	7.5	–	55	60	–	C285	300	12	450	8
20	2	6	–	?	?	1,2	C345	320	14	500	10
21	3	6	4	–	55	1,1	C375	340	14	600	12
22	4	5	–	–	60	1,4	C235	380	18	700	14
23	1	7	–	?	?	1,1	C245	400	18	750	12
24	2	7	–	–	50	1,35	C255	420	20	650	14
25	3	8	5	35	–	1,1	C275	450	16	800	14

ТЕМА 6. Расчёт сплошных колонн

Таблица 2.11 – Варианты заданий по теме «сплошные колонны»

№ п/п	№ схемы (табл. 2.12)	№ сечения (табл. 2.13)	Сталь по ГОСТ 27772	N_{Ed} , кН	L , м	№ профиля	Сварной двутавр, размеры в мм			
							h_w	t_w	b	t_f
1	1	1	C235	810	5.5	□ 40П	–	–	–	–
2	2	2	C245	780	6.0	?	–	–	–	–
3	3	3	C255	?	6.5	50	–	–	–	–
4	4	4	C275	?	7.0	–	400	10	440	14
5	5	5	C285	800	7.5	└ 200 x 12	–	–	–	–
6	1	5	C345	?	8.0	└ 180 x 12	–	–	–	–
7	2	4	C375	?	8.5	–	500	12	530	20
8	3	3	C235	?	9.0	┌ 40	–	–	–	–
9	4	5	C245	?	5.0	└ 160 x 14	–	–	–	–
10	7	1	C255	?	4.0	□ 30П	–	–	–	–
11	1	3	C275	500	6.0	┌ 40	–	–	–	–
12	2	4	C285	900	6.5	–	360	14	440	20
13	3	5	C345	?	7.0	└ 140 x 12	–	–	–	–
14	4	1	C375	?	7.5	□ 24П	–	–	–	–
15	5	2	C235	1000	8.0	?	–	–	–	–
16	1	4	C245	?	8.5	–	300	8	340	18
17	2	5	C255	650	4.5	└ 180 x 11	–	–	–	–
18	3	1	C275	?	5.0	□ 40П	–	–	–	–
19	4	2	C285	750	5.5	?	–	–	–	–
20	5	3	C345	1000	6.0	┌ 45	–	–	–	–
21	6	4	C375	?	6.5	–	280	10	340	16
22	2	1	C235	?	7.0	□ 20П	–	–	–	–
23	3	5	C245	?	7.5	└ 160 x 18	–	–	–	–
24	4	4	C255	?	8.0	–	530	12	500	20
25	5	3	C275	1200	8.5	┌ 50	–	–	–	–

Таблица 2.12 – Расчетные схемы колонн

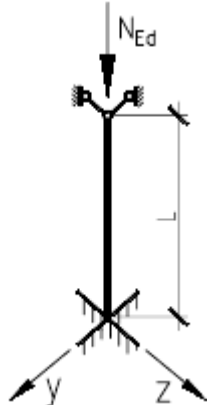
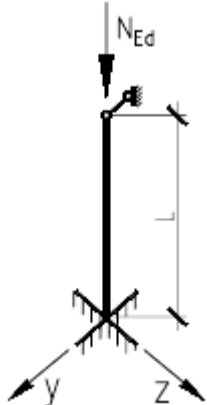
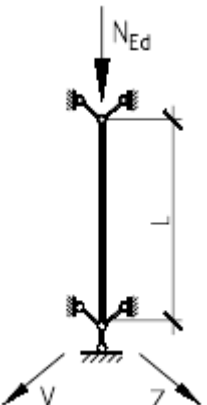
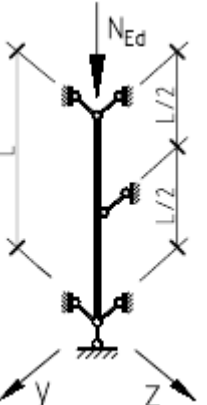
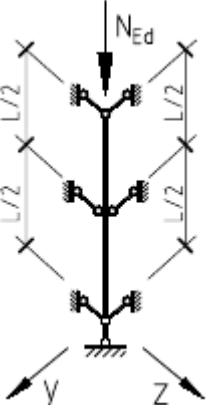
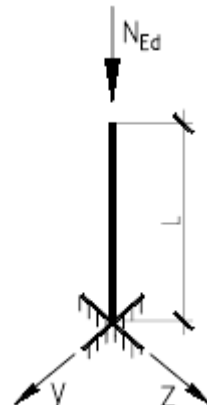
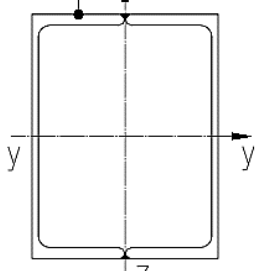
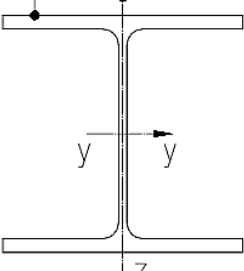
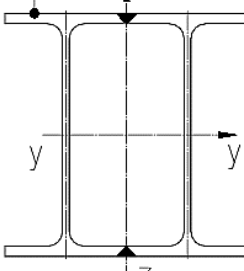
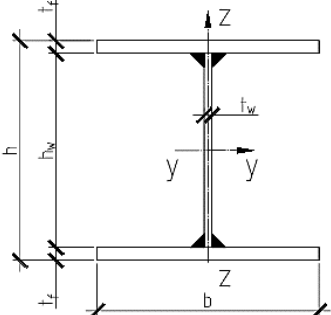
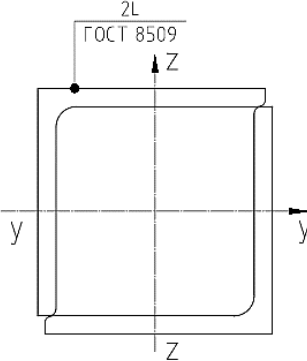
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 

Таблица 2.13 – Поперечные сечения сплошных колонн

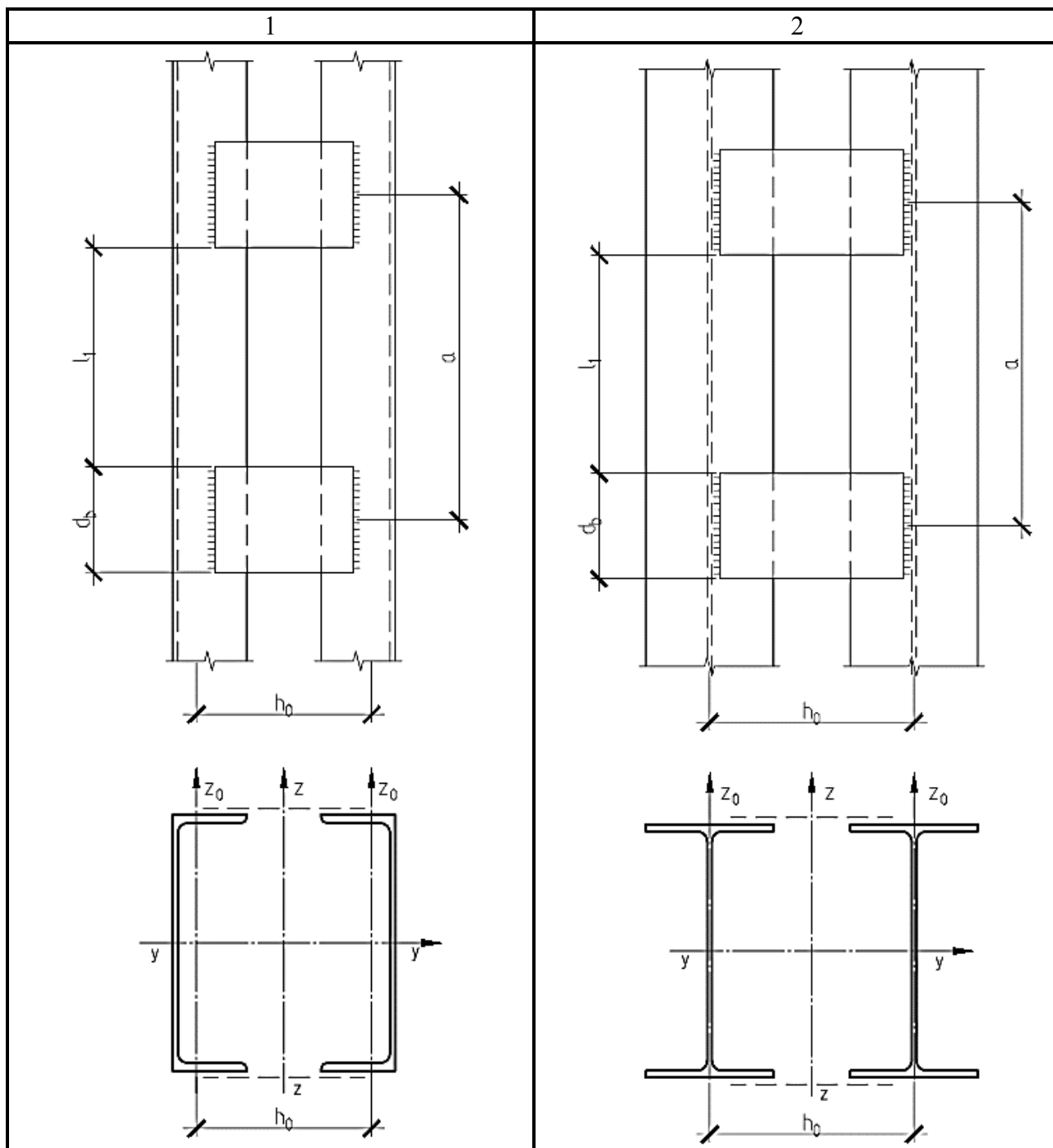
<p>1</p> <p>2С ГОСТ 8240</p> 	<p>2</p> <p>I СТО АСЧМ 20-93</p> 	<p>3</p> <p>2I ГОСТ 26020</p> 
<p>4</p> 	<p>5</p> <p>2L ГОСТ 8509</p> 	

ТЕМА 7. Расчёт сквозных колонн

Таблица 2.14 – Варианты заданий по теме «сквозные колонны»

№ п/п	№ схемы (табл. 2.12)	№ сечения (табл. 2.15)	Сталь по ГОСТ 27772	N_{Ed} , кН	L, м	№ профиля, ГОСТ	h_0 , мм	l_1 , мм	Планки, мм	
									d_b	t_b
1	6	1	C235	2000	5.4	□ 40П ГОСТ 8240	330	900	250	8
2	7	2	C245	?	6.0	▬ 40 ГОСТ 8239	300	800	260	10
3	8	1	C255	?	6.5	□ 20П ГОСТ 8240	200	700	280	8
4	6	2	C275	?	7.0	▬ 55 ГОСТ 8239	350	750	220	10
5	7	1	C285	1750	7.5	□ 27П ГОСТ 8240	250	850	240	8
6	8	2	C345	?	8.0	▬ 60 ГОСТ 8239	370	950	250	10
7	6	1	C375	?	8.4	□ 24П ГОСТ 8240	350	900	260	8
8	7	2	C235	1300	9.1	▬ 40 ГОСТ 8239	360	850	280	10
9	8	1	C245	?	5.1	□ 40П ГОСТ 8240	340	800	220	8
10	6	2	C255	?	5.8	▬ 45 ГОСТ 8239	320	750	240	10
11	7	1	C275	1550	6.1	□ 30П ГОСТ 8240	290	800	250	8
12	8	2	C285	1900	6.6	▬ 50 ГОСТ 8239	390	850	260	10
13	6	1	C345	?	6.1	□ 20П ГОСТ 8240	270	900	280	8
14	7	2	C375	?	7.5	▬ 30 ГОСТ 8239	310	950	220	10
15	8	1	C235	?	8.0	□ 30П ГОСТ 8240	280	900	240	8
16	6	2	C245	?	8.4	▬ 33 ГОСТ 8239	330	850	250	10
17	7	1	C255	1300	9.2	□ 40П ГОСТ 8240	270	800	260	8
18	8	2	C275	?	5.2	▬ 36 ГОСТ 8239	360	900	280	10
19	6	1	C285	?	5.7	□ 27П ГОСТ 8240	270	850	220	8
20	7	2	C345	2250	6.0	▬ 40 ГОСТ 8239	250	900	240	10
21	8	1	C375	?	6.5	□ 22П ГОСТ 8240	210	950	250	8
22	6	2	C235	?	7.1	▬ 45 ГОСТ 8239	350	750	260	10
23	7	1	C245	1700	7.6	□ 40П ГОСТ 8240	250	800	280	8
24	8	2	C255	?	8.2	▬ 50 ГОСТ 8239	400	850	220	10
25	6	1	C275	1500	8.7	□ 30П ГОСТ 8240	270	900	240	8

Таблица 2.15 – Сечения сквозных центрально-сжатых колонн



2.3 Примерный перечень тем курсовых проектов и их содержание

2.3.1 Курсовой проект №1

Задание «*Балочное перекрытие рабочей площадки*».

В курсовом проекте №1 рассматриваются вопросы компоновки балочного перекрытия с необходимыми эскизами, расчетами и подбором сечений элементов с проверкой несущей способности и их жесткости. Особое внимание уделено расчету и конструированию в стадии КМД вспомогательной, балки настила и главной балок, колонны.

В состав проекта входит:

1. компоновка балочной площадки со стальным или железобетонным настилом;
2. подбор сечения вспомогательной балки, балки настила;
3. подбор сечения главной балки составного сечения, проектирование изменения сечения балки;
4. проверка прочности, жесткости, общей и местной устойчивости составной балки;
5. расчет соединения поясов балки со стенкой, стыка на высокопрочных болтах, опорной части балки;
6. подбор и проверка сечения сплошного или сквозного сечения стержня колонны;
7. расчет и конструирование базы и оголовка колонны.

Объем пояснительной записки 30 – 40 страниц формата А4.

Перечень графического материала:

1. Монтажные схемы балочной клетки; продольный и поперечный разрезы. Узлы сопряжений элементов балочной клетки. Ведомость элементов (стадия КМ) – формат А1.
2. Рабочие чертежи (в стадии КМД) прокатных балок, отправочного элемента главной балки или колонны. Спецификации стали, ведомость отправочных марок – формат А2.

2.3.2 Курсовой проект №2

Задание «*Стальной каркас одноэтажного производственного здания*».

Курсовой проект №2 ставит своей целью отработку вопросов расчета и проектирования металлических конструкций производственных зданий с целью повышения качества усвоения материала.

В состав проекта входит:

1. выбор схемы каркаса и компоновка поперечной рамы, покрытия, связей и фахверка.
 2. определение нагрузок на поперечную раму цеха.
 3. статический расчет поперечной рамы цеха и выбор комбинаций расчетных усилий.
 4. расчет и конструирование колонны.
 5. расчет и конструирование стропильной фермы.
- Объем пояснительной записки 50 – 60 страниц формата А4.

Перечень графического материала:

1. разработка схемы расположения конструктивных элементов с основными монтажными узлами, ведомость элементов (стадия КМ) – формат А1;
2. составление рабочего чертежа фермы с необходимыми узлами и деталями (стадия КМД) – формат А1.

2.4 Примерный перечень тем самостоятельной (неуправляемой) работы и их содержание

2.4.1. Основы организация проектирования металлических конструкций. Основные требования к проектным решениям: удобство эксплуатации, надежность и долговечность сооружений, снижение расхода металла, трудоемкости изготовления и монтажа, быстрота возведения, эстетические качества. Организация проектирования, стадии и этапы проектирования, состав проекта, ГОСТы и нормы на проектирование. Понятие об автоматизированном проектировании металлических конструкций.

2.4.2. Состав и общие правила оформления рабочих чертежей металлических конструкций марок КМ и КМД.

2.4.3. История развития металлических конструкций.

2.4.4. Основы изготовления и монтажа металлических конструкций. Организация процессов изготовления и монтажа металлических конструкций. Краткая характеристика операций по изготовлению конструкций. Особенности монтажа металлических конструкций.

2.4.5. Требования к металлическим конструкциям при их транспортировке

2.4.6. Тяжелые фермы. Предварительно напряженные фермы. Тяжелые фермы, области их применения, особенности расчета и конструирования. Предварительно напряженные фермы, особенности расчета и конструирования.

2.4.7. Элементы покрытий производственных зданий. Конструкция, особенности работы и расчета сплошных и сквозных прогонов, крупноразмерных металлических панелей покрытия. Опирающие прогоны и панели на фермы. Выбор схем и основных размеров стропильных и подстропильных ферм, фонарей. Особенности работы стропильных ферм как ригеля поперечной рамы. Конструирование, особенности работы и расчета шарнирного и жесткого сопряжения фермы с колонной.

2.4.8. Легкие металлические конструкции производственных зданий. Области применения, краткая характеристика. Особенности компоновки каркасов с применением легких металлических конструкций. Конструирование, особенности работы и расчета легких ограждающих и несущих конструкций.

2.4.9. Основы экономики металлических конструкций. Метод вариантного проектирования, определение технико-экономических показателей вариантов металлических конструкций на стадии проектирования. Структура стоимости конструкций, трудоемкость изготовления и монтажа конструкций. Стоимость конструкций в деле. Определение эффективности конструкций по критерию минимума приведенных затрат.

2.4.10. Защита металлических конструкций от коррозии. Классификация агрессивных сред и коррозионная стойкость материалов. Требования к конструктивной форме для зданий и сооружений в агрессивных средах.

2.4.11. Работа моно- и поликристалла железа, дислокации. Работа сталей и алюминиевых сплавов при растяжении и сжатии, диаграммы и стадии работы материала в зависимости от его структуры.

2.4.12. Влияние предшествующей пластической деформации на работу металла при повторном нагружении, наклеп. Выносливость металла при многократной повторной нагрузке.

2.4.13. Метод расчета конструкций по предельным состояниям. Нормативные и расчетные нагрузки и воздействия, их сочетания. Нормативные и расчетные сопротивления стали. Коэффициенты надежности.

2.4.14. Расчет изгибаемых элементов в упругой и упругопластической стадиях на действие нормальных и касательных напряжений.

2.4.15. Работа под нагрузкой, расчет на прочность и устойчивость центрально-сжатых стержней. Расчетная длина и гибкость стержня, коэффициент продольного изгиба.

2.4.16. Расчет на прочность внецентренно-нагруженных стержней, проверка устойчивости в плоскости и из плоскости изгиба.

2.4.17. Сварные соединения со стыковыми и угловыми швами, расчет и конструирование.

2.4.18. Болтовые соединения на обычных болтах и на высокопрочных болтах, расчет и конструирование.

2.4.19. Компоновка и подбор сечений составных сварных балок, изменение сечения, проверка прочности сечений балки. Обеспечение жесткости и общей устойчивости балки.

2.4.20. Местная устойчивость пластинок при различном напряженном состоянии. Потеря устойчивости сжатого пояса и стенки балки. Назначение ребер жесткости.

2.4.21. Подбор и проверка сечения сплошных колонн, конструирование сплошных колонн. Обеспечение местной устойчивости элементов сечения сплошной колонны.

2.4.22. Подбор и проверка сечений сквозных центрально-сжатых стержней. Основы конструирования сквозных стержней. Работа и расчет соединительных планок и раскосной решетки.

2.4.23. Конструирование, особенности работы и расчета оголовков и баз центрально-сжатых колонн.

2.4.24. Подбор и проверка сечений растянутых и сжатых стержней стропильных ферм. Особенности конструирования и расчета узлов легких ферм.

2.4.25. Основные элементы каркаса производственного здания и их функции. Схемы и основные функции связей по колоннам и по покрытию. Виды связей, места их установки и назначение.

2.4.26. Фахверк и конструкции заполнения проемов.

2.4.27. Нагрузки, действующие на поперечную раму – постоянные, снеговые, ветровые, от мостовых кранов.

2.4.28. Компоновка и проверка устойчивость сечений сплошных внецентренно-сжатых колонн в плоскости и из плоскости поперечной рамы.

2.4.29. Компоновка и проверка устойчивости сечений сквозных внецентренно-сжатых колонн. Расчет и конструирование решетки сквозных стержней.

2.4.30. Особенности расчета и конструирования баз внецентренно сжатых колонн, анкерные болты.

2.4.31. Подкрановые конструкции, нагрузки, определение усилий в подкрановых балках. Проверка прочности сплошных подкрановых балок.

2.4.32. Диагностика технического состояния металлических конструкций зданий и сооружений: нормативная база. Дефекты и повреждения стальных

конструкций, их влияние на несущую способность. Расчет и проектирование усиления стальных конструкций.

2.4.33. Усиление конструкций производственных зданий: балок, ферм, колонн. Особенности работы и расчета конструкций, усиленных под нагрузкой.

2.4.34. Напряженное состояние и основы расчета тонких пластинок и оболочек, безмоментное состояние оболочек, краевой эффект, устойчивость цилиндрических и сферических оболочек.

2.4.35. Вертикальные и горизонтальные цилиндрические резервуары, шаровые резервуары. Основы расчета и конструирования элементов резервуаров.

2.4.36. Газгольдеры. Назначение, классификация. Газгольдеры переменного и постоянного объема.

2.4.37. Бункерные устройства, области их применения, схемы, особенности, основные элементы бункерных устройств, основы расчета и конструирования.

2.4.38. Структурные стержневые плиты: преимущества и недостатки, конструктивные и геометрические схемы, компоновка, типы сечений и узловых соединений, особенности работы и расчета.

2.4.39. Область применения, преимущества и недостатки, особенности работы висячих покрытий. Однопоясные системы из гибких и изгибно-жестких нитей, особенности конструирования, работы и расчета. Двухпоясные и седловидные системы покрытий.

2.4.40. Стальные каркасы многоэтажных зданий, рамные, связевые, рамно-связевые системы, схемы связей. Нагрузки и воздействия. Конструирование и расчет несущих конструкций и узлов.

2.4.41. Номенклатура высотных сооружений, их назначение, особенности высотных сооружений, нагрузки на высотные сооружения. Башенные и мачтовые сооружения, особенности конструирования, работы и расчета.

2.4.42. Предварительное напряжение элементов и конструкций. Понятие о предварительном напряжении стальных конструкций и их классификация. Предварительно напряженные конструкции с высокопрочными элементами. Предварительно напряженные конструкции без дополнительных высокопрочных элементов.

3 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

3.1 Перечень вопросов к зачету

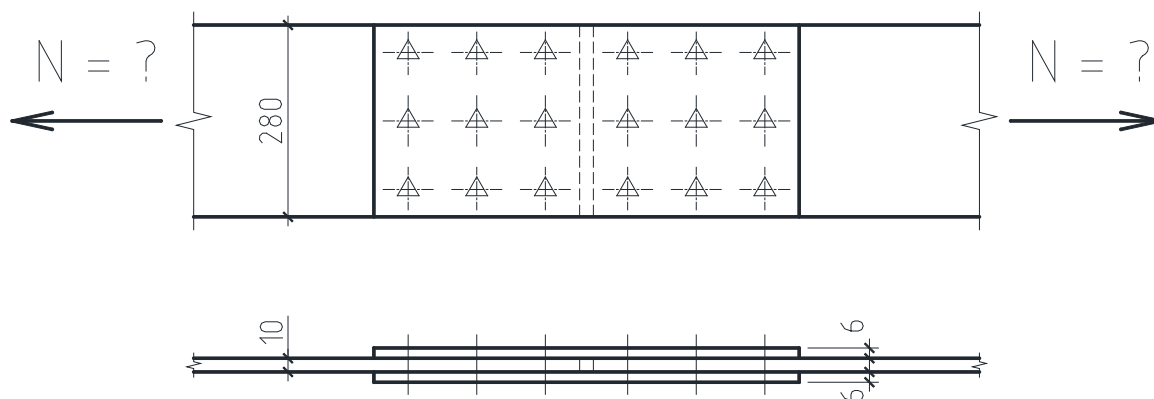
- 3.1.1. История развития металлических конструкций.
- 3.1.2. Основные достижения в области металлоконструкций.
- 3.1.3. Номенклатура и область применения металлических конструкций.
- 3.1.4. Достоинства и недостатки МК.
- 3.1.5. Физические и химические свойства стали.
- 3.1.6. Классификация строительных сталей.
- 3.1.7. Влияние различных химических элементов на свойства сталей.
- 3.1.8. Свариваемость сталей.
- 3.1.9. Диаграммы растяжения стали.
- 3.1.10. Виды разрушения сталей. Дефекты кристаллической решетки.
- 3.1.11. Алюминиевые сплавы. Достоинства и недостатки. Классификация.
- 3.1.12. Сортамент для строительных конструкций.
- 3.1.13. Расчетные и нормативные характеристики стали.
- 3.1.14. Влияние наклепа на механические характеристики стали.
- 3.1.15. Влияние температуры на механические характеристики стали.
- 3.1.16. Работа стали при повторных нагрузках.
- 3.1.17. Концентрация напряжений в металлических конструкциях.
- 3.1.18. Среда, виды коррозии, способы защиты стали от коррозии.
- 3.1.19. Виды предельных состояний.
- 3.1.20. Основные требования при проектировании металлических конструкций.
- 3.1.21. Расчет конструкций по предельным состояниям несущей способности. Смысл основного расчетного неравенства.
- 3.1.22. Нагрузки и воздействия на строительные конструкции: классификация, характеристические нагрузки, учет изменчивости нагрузок, расчетные нагрузки.
- 3.1.23. Сочетания нагрузок и усилий, коэффициенты сочетаний.
- 3.1.24. Нормативное сопротивление стали по пределу текучести и временно-му сопротивлению, учет изменчивости сопротивления стали, коэффициент надежности по материалу.
- 3.1.25. Коэффициент надежности по временному сопротивлению, коэффициент условий работы конструкций, коэффициент надежности по назначению и ответственности сооружения.
- 3.1.26. Расчет конструкций по предельным состояниям эксплуатационной пригодности. Особенности учета нагрузок и свойств конструкций.
- 3.1.27. Классификация поперечных сечений.
- 3.1.28. Расчет на прочность центрально-растянутых и сжатых элементов. Условие прочности.

- 3.1.29. Проверка прочности изгибаемых элементов по нормальным напряжениям в упругой и упругопластической области работы стали.
- 3.1.30. Проверка прочности изгибаемых элементов по касательным напряжениям.
- 3.1.31. Проверка прочности изгибаемых элементов по приведенным напряжениям.
- 3.1.32. Общая устойчивость плоской формы изгиба элемента. Условие устойчивости.
- 3.1.33. Потеря устойчивости центрально-сжатого стержня: формы потери устойчивости, расчетная длина, гибкость стержня.
- 3.1.34. Проверка устойчивости центрально-сжатых стержней.
- 3.1.35. Условие прочности внецентренно-нагруженных стержней.
- 3.1.36. Формула проверки устойчивости внецентренно-сжатых стержней в плоскости изгибающего момента.
- 3.1.37. Влияние гибкости относительного эксцентриситета, формы сечения на устойчивость внецентренно-сжатого элемента.
- 3.1.38. Виды сварных швов и соединений.
- 3.1.39. Сварные соединения стыковыми швами: конструирование, особенности работы, расчет на осевое усилие, изгибающий момент.
- 3.1.40. Сварные соединения с косыми стыковыми швами: расчет на осевое усилие.
- 3.1.41. Соединения угловыми швами: конструирование, особенности работы.
- 3.1.42. Расчет сварных соединений с угловыми швами на осевое усилие.
- 3.1.43. Расчет и конструирование круговых швов.
- 3.1.44. Расчет и конструирование швов с клинообразным зазором.
- 3.1.45. Болтовые соединения: область применения, виды болтов.
- 3.1.46. Расчет соединений на обычных болтах надвигающее усилие.
- 3.1.47. Расчет соединений на обычных болтах на растяжение.
- 3.1.48. Особенности работы и расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах.
- 3.1.49. Балки, балочные конструкции: область применения, классификация по статической схеме, типам сечений, способам соединения элементов сечения.
- 3.1.50. Компоновка балочных перекрытий: генеральные размеры, схемы компоновки в плане и по высоте.
- 3.1.51. Подбор и проверка сечений прокатных балок.
- 3.1.52. Проектирование составных балок: определение минимальной и оптимальной высоты балок.
- 3.1.53. Назначение размеров сечения составной балки.
- 3.1.54. Проверки прочности составной балки.
- 3.1.55. Изменение сечения по длине составной балки.
- 3.1.56. Обеспечение жесткости и общей устойчивости составной балки.
- 3.1.57. Проверка местной устойчивости стенки составной балки.

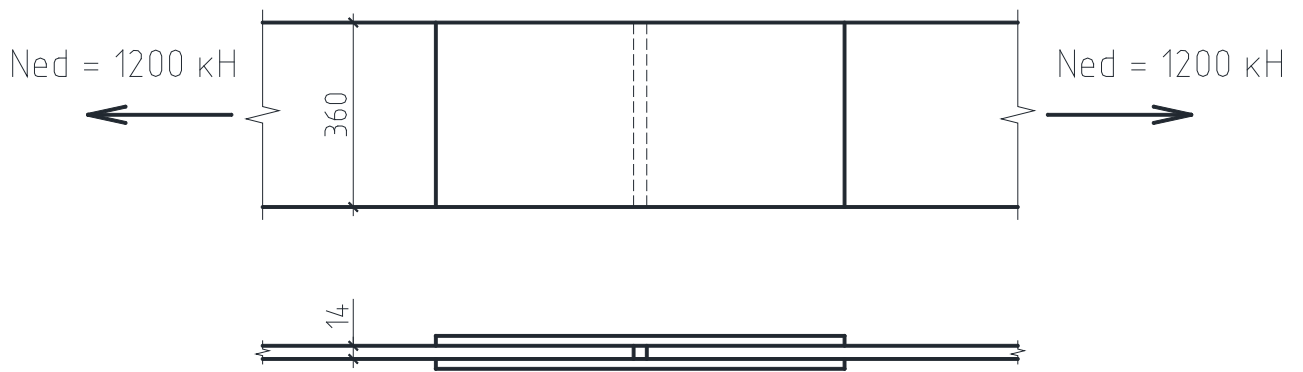
- 3.1.58. Расчет опорной части составной балки.
- 3.1.59. Расчет укрупнительного стыка составной балки на сварке.
- 3.1.60. Расчет укрупнительного стыка на высокопрочных болтах.
- 3.1.61. Центрально сжатые колонны: общая характеристика, типы колонн и сечений, обоснование расчетной схемы.
- 3.1.62. Конструкция, подбор и проверка сечений сплошных центрально-сжатых колонн.
- 3.1.63. Обеспечение местной устойчивости элементов сечения центрально-сжатой колонны.
- 3.1.64. Конструкция и особенность работы сквозных колонн. Приведенная гибкость.
- 3.1.65. Подбор и проверки сечения сквозной центрально-сжатой колонны.
- 3.1.66. Типы сопряжений балок с колоннами.
- 3.1.67. Конструкция, работа и расчет оголовка центрально-сжатой колонны сплошного сечения.
- 3.1.68. Конструкция, работа и расчет оголовка центрально-сжатой колонны сквозного сечения.
- 3.1.69. Опираение центрально-сжатой колонны на фундамент, конструкции баз колонн.
- 3.1.70. Расчет плиты базы центрально-сжатой колонны сплошной и сквозной колонны.

3.2 Перечень задач к зачету и экзамену

Задача № 1. Определить несущую способность соединения из двух полос сечением -280×10 мм (толщина накладок 6 мм) из стали С235 на высокопрочных болтах диаметром $d = 20$ мм класса прочности 10.9. Класс поверхностей трения – А.



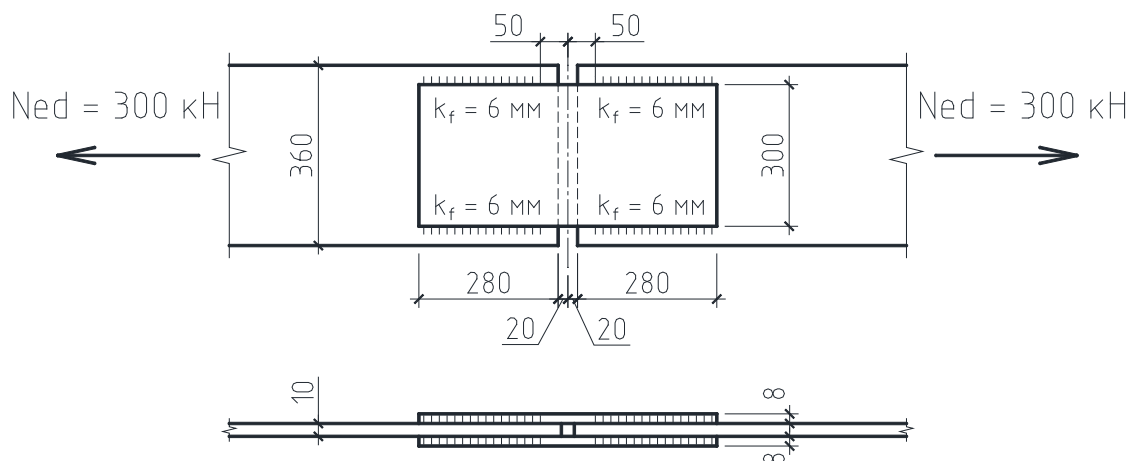
Задача № 2. Рассчитать и законструировать стык двух полос сечением -360×14 мм из стали С345, воспринимающих растягивающее усилие $N_{ed} = 1200$ кН, на болтах нормальной точности класса 6.8.



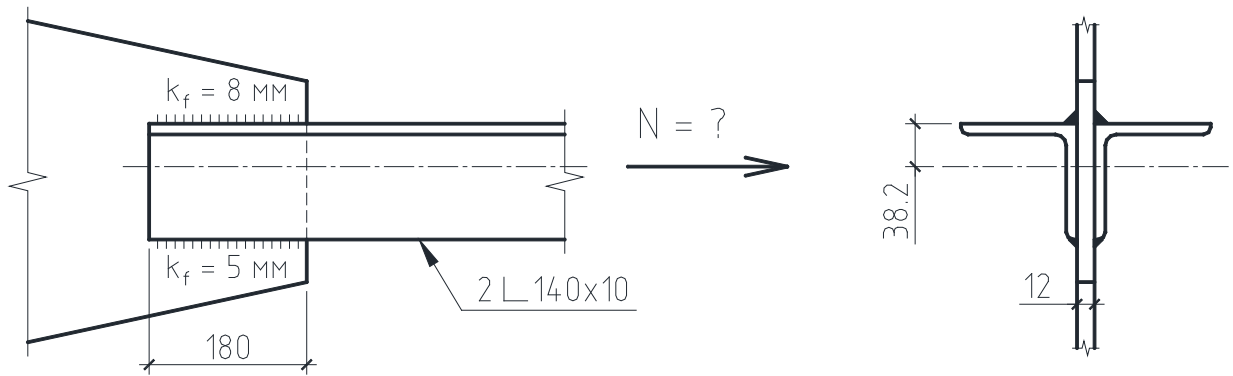
Задача № 3. Рассчитать и законструировать стык двух полос сечением -420×10 мм из стали С275 на высокопрочных болтах класса прочности 10.9. Класс поверхностей трения – А. Растягивающее усилие в стыке $N_{ed} = 800$ кН.



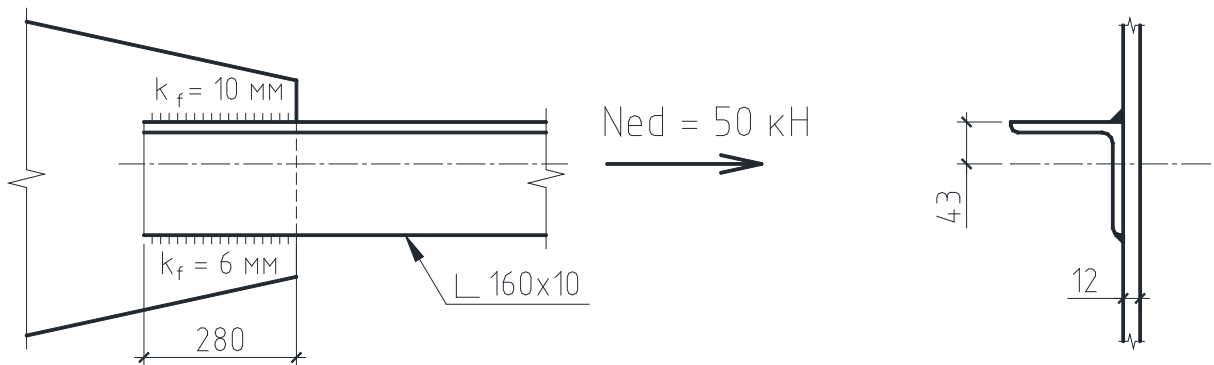
Задача № 4. Проверить прочность сварного соединения с угловыми швами двух полос сечением -360×10 мм из стали С285. Сварка ручная электродами Э46А.



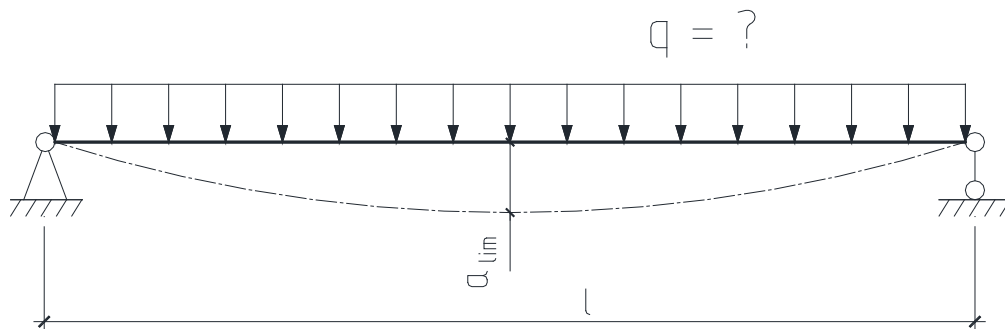
Задача № 5. Определить осевое усилие растяжения N в двух уголках $L140 \times 10$ из стали С245, которое может быть передано через угловые швы на лист толщиной 12 мм из того же материала. Сварка ручная электродами типа Э42.



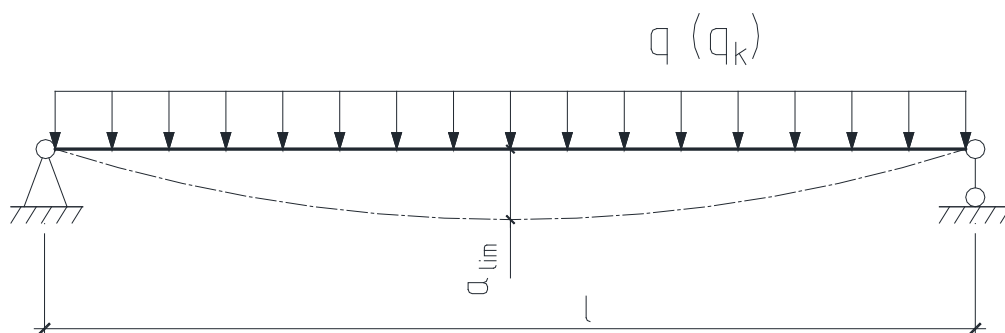
Задача № 6. Проверить прочность прикрепления уголка L160×10 из стали С255 ручной сваркой фланговыми швами к листу толщиной 12 мм из той же стали. Сварка электродами типа Э46.



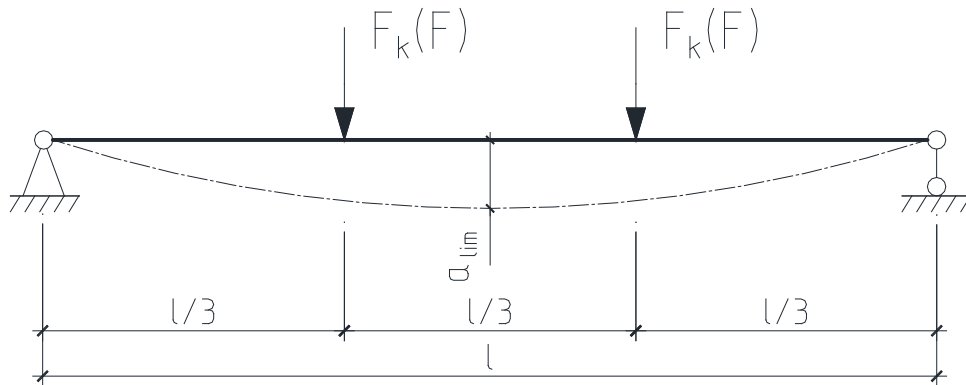
Задача № 7. Определить из условий прочности и жесткости несущую способность балки из прокатного двутавра № 50Б2 по ГОСТ 26020, если $l = 6.0$ м. Материал – сталь С245.



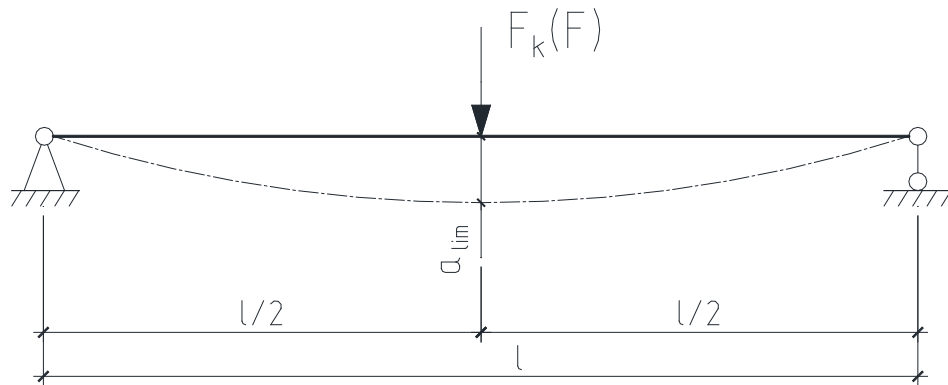
Задача № 8. Подобрать из условий прочности и жесткости сечение из прокатного двутавра однопролетной шарнирно опертой балки, если $q = 25$ кН/м, $q_k = 22$ кН/м, $l = 7.0$ м, Материал – сталь С245.



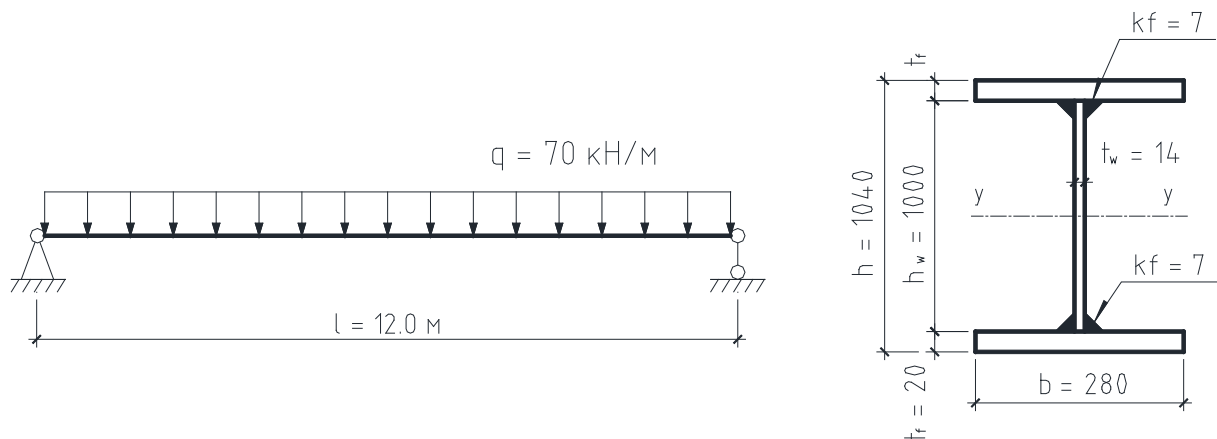
Задача № 9. Подобрать из условий прочности и жесткости сечение балки из прокатного двутавра пролетом $l = 6.0$ м. Материал – сталь С255. Сосредоточенные нормативные силы $F_k = 50$ кН. Коэффициент $\gamma_f = 1.15$.



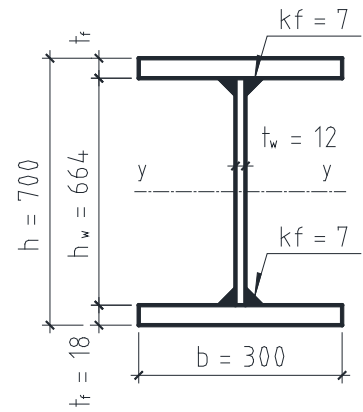
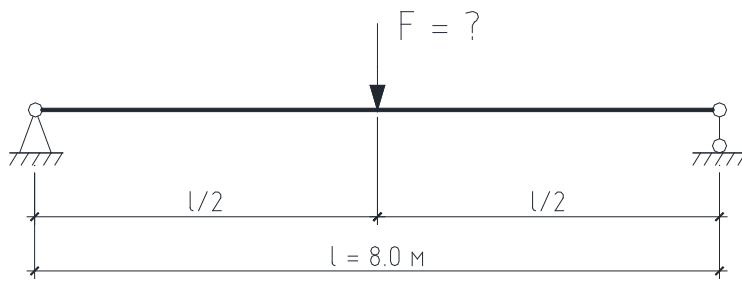
Задача № 10. Подобрать из условий прочности и жесткости сечение из прокатного двутавра однопролетной шарнирно опертой балки пролетом $l = 5.0$ м. Балка загружена в середине пролета расчетной сосредоточенной силой $F = 70$ кН. Материал – сталь С245. Коэффициент $\gamma_f = 1.15$.



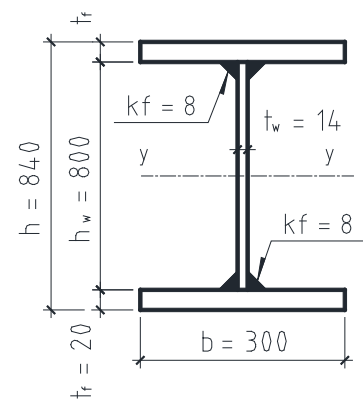
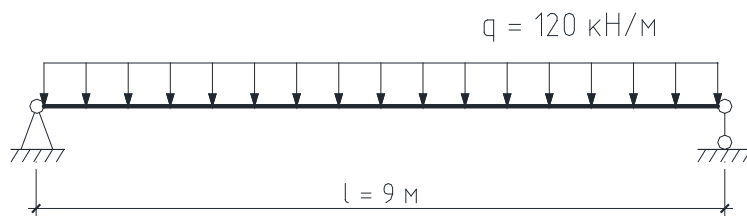
Задача № 11. Проверить прочность балки из сварного двутавра по нормальным и касательным напряжениям. Материал – сталь С255.



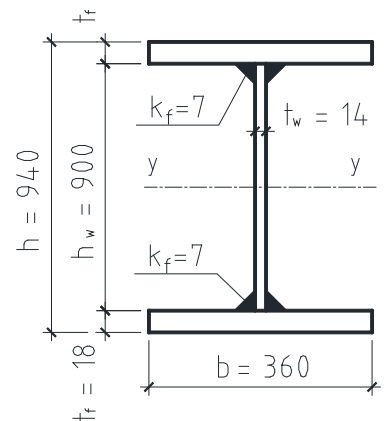
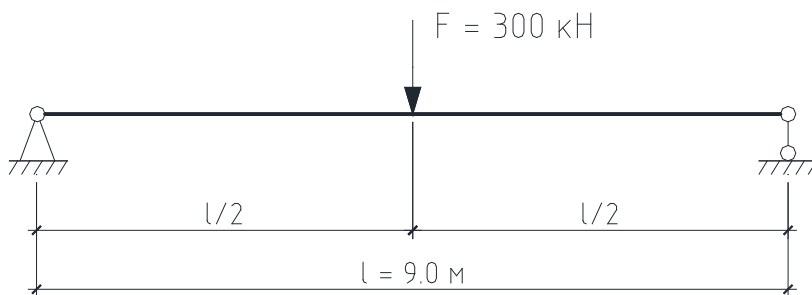
Задача № 12. Определить из условия прочности по нормальным и касательным напряжениям несущую способность сварной балки из стали С255.



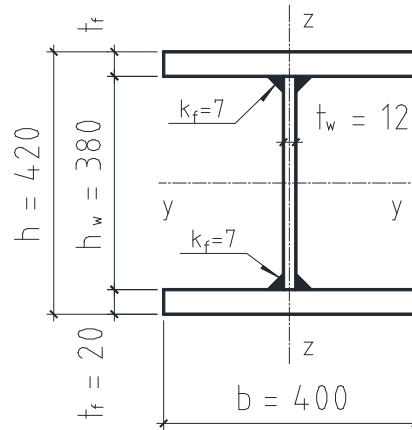
Задача № 13. Проверить прочность сечения балки из сварного двутавра по нормальным и касательным напряжениям. Материал – сталь С245.



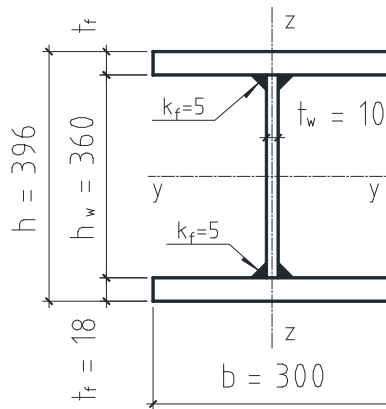
Задача № 14. Проверить прочность балки из сварного двутавра по нормальным и касательным напряжениям. Материал – сталь С255.



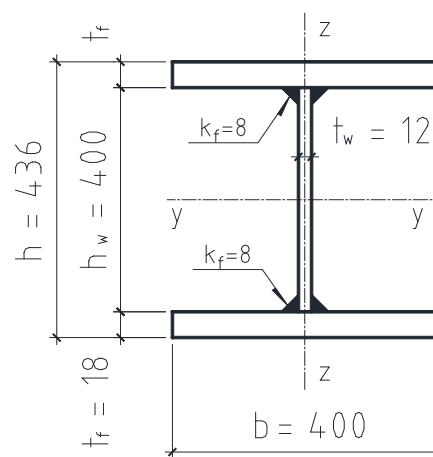
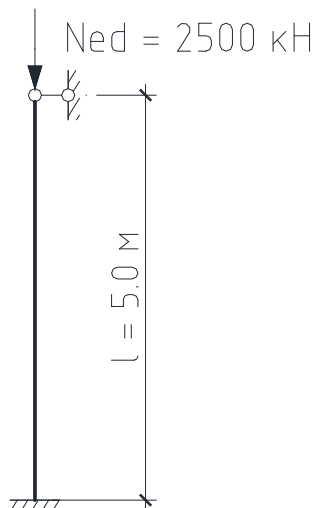
Задача № 15. Определить несущую способность центрально-сжатой колонны из сварного двутавра. Материал – сталь С235.



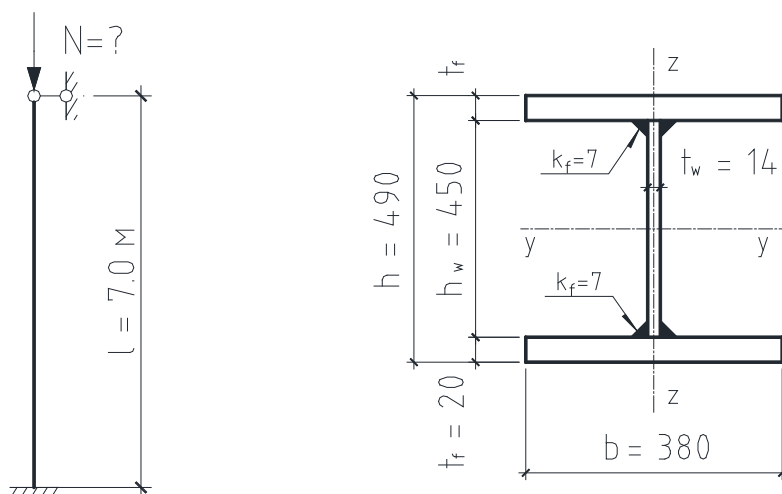
Задача № 16. Определить несущую способность центрально-сжатой колонны из сварного двутавра. Материал – сталь С235.



Задача № 17. Проверить устойчивость колонны из сварного двутавра. Материал – сталь С245.



Задача № 18. Определить несущую способность центрально-сжатой колонны из сварного двутавра. Материал – сталь С255.



3.3 Перечень вопросов к экзамену №1

- 3.3.1. Область применения ферм.
- 3.3.2. Классификация ферм: по статической схеме, по очертанию поясов, типу решетки.
- 3.3.3. Типы сечений стержней ферм. Достоинства и недостатки.
- 3.3.4. Генеральные размеры стропильных ферм.
- 3.3.5. Определение нагрузок на фермы.
- 3.3.6. Обеспечение общей устойчивости ферм в составе покрытия, связи по фермам.
- 3.3.7. Расчетные длины стержней ферм
- 3.3.8. Подбор и проверка растянутых стержней ферм.
- 3.3.9. Подбор и проверка сжатых стержней ферм.
- 3.3.10. Предельные гибкости стержней ферм.
- 3.3.11. Конструкция и расчет промежуточного узла стропильных ферм из уголков.
- 3.3.12. Конструкция и расчет опорного узла стропильной фермы.
- 3.3.13. Конструкция и расчет узла с изменением сечения пояса.
- 3.3.14. Укрупнительные стыки стропильной фермы на высокопрочных болтах.
- 3.3.15. Конструктивное решение ферм из одиночных уголков.
- 3.3.16. Конструктивное решение ферм из гнuto-сварных профилей.
- 3.3.17. Конструктивное решение ферм с применением широкополочных тавров.
- 3.3.18. Конструктивное решение ферм с изменением широкополочных двутавров.
- 3.3.19. Область применения металлических каркасов зданий.
- 3.3.20. Основные элементы каркаса производственного здания и их функции.
- 3.3.21. Компоновка поперечной рамы производственного здания.

- 3.3.22. Разбивка сетки колонн, температурные швы и их назначение.
- 3.3.23. Компоновка покрытия: состав покрытия, типы кровельных элементов.
- 3.3.24. Прогонное и безпрогонное решение покрытия здания. Разрезные и неразрезные прогоны.
- 3.3.25. Связи по покрытию, схемы и основные функции связей при монтаже и эксплуатации.
- 3.3.26. Связи по колоннам, их основные функции при монтаже и эксплуатации.
- 3.3.27. Фахверк торцевых стен.
- 3.3.28. Выбор расчетной схемы поперечной рамы, цеха.
- 3.3.29. Определение нагрузок на поперечную раму цеха.
- 3.3.30. Принципы определения расчетных усилий и сочетаний нагрузок в сечении рамы.
- 3.3.31. Конструкция и расчет сплошных прогонов в покрытии здания.
- 3.3.32. Особенности работы и расчета стропильной фермы в системе поперечной рамы: учет опорных моментов и распора рамы.
- 3.3.33. Конструкция, работа и расчет шарнирного примыкания ферм к колонне.
- 3.3.34. Конструкция, работа и расчет жесткого примыкания стропильной фермы к колонне.
- 3.3.35. Виды колонн, типы сечений колонн промышленных зданий.
- 3.3.36. Расчетные длины колонн производственного здания.
- 3.3.37. Конструкция, подбор и проверка сечений сплошной внецентренно-сжатой колонны.
- 3.3.38. Учет требований к местной устойчивости полки внецентренно-сжатой колонны.
- 3.3.39. Учет требований к местной устойчивости стенки внецентренно-сжатой колонны.
- 3.3.40. Конструкция и проверка устойчивости сквозной колонны: устойчивость ветвей.
- 3.3.41. Конструкция и проверка устойчивости сквозной колонны: устойчивость стержня колонны.
- 3.3.42. Работа и расчет решетки внецентренно-сжатой сквозной колонны.
- 3.3.43. Работа и расчет сопряжения надкрановой и подкрановой частей сплошной колонны.
- 3.3.44. Работа и расчет сопряжения надкрановой и подкрановой частей сквозной колонны.
- 3.3.45. Работа и расчет базы сплошной внецентренно-сжатой колонны.
- 3.3.46. Работа и расчет базы сквозной внецентренно-сжатой колонны.
- 3.3.47. Подкрановые конструкции: состав конструкций, статические схемы, типы сечений.

- 3.3.48. Определение нагрузок на подкрановую балку.
- 3.3.49. Сплошная подкрановая балка с тормозной балкой. Особенности работы и расчета.

3.4 Перечень вопросов к экзамену №2

- 3.4.1. Обследование конструкций реконструируемых зданий. Цели и задачи обследования.
- 3.4.2. Дефекты и повреждения стальных конструкций.
- 3.4.3. Определение расчетных сопротивлений стали, сварных швов, болтовых соединений. Уточнение нагрузок, расчетной схемы.
- 3.4.4. Поверочные расчеты, оценка влияния дефектов и повреждений.
- 3.4.5. Усиление балок производственного здания.
- 3.4.6. Усиление стропильных ферм производственных зданий.
- 3.4.7. Усиление колонн производственных зданий.
- 3.4.8. Листовые конструкции: общая характеристика, виды листовых конструкций.
- 3.4.9. Напряженное состояние тонких оболочек.
- 3.4.10. Устойчивость цилиндрических оболочек.
- 3.4.11. Резервуары: область применения, классификация.
- 3.4.12. Расчет стенки вертикального цилиндрического резервуара.
- 3.4.13. Резервуары с плавающей крышей, с понтоном.
- 3.4.14. Конструкция горизонтального цилиндрического резервуара высокого давления.
- 3.4.15. Особенности расчета горизонтального цилиндрического резервуара высокого давления.
- 3.4.16. Газгольдеры: область применения, типы, особенности расчета.
- 3.4.17. Бункеры: область применения, классификация, нагрузки и воздействия.
- 3.4.18. Бункеры с плоской стенкой: расчет бункерной балки.
- 3.4.19. Силосы. Особенности нагрузок и основные расчетные предпосылки.
- 3.4.20. Большепролетные балочные системы: схемы, основные размеры, типы сечений.
- 3.4.21. Рамные системы: статические и конструктивные схемы, узлы.
- 3.4.22. Арочные системы: статические и конструктивные схемы, узлы.
- 3.4.23. Особенности компоновки арочного покрытия, обеспечение и проверка устойчивости арок.
- 3.4.24. Структурные стержневые покрытия: конструктивные и геометрические схемы, типы сечений стержней и узловых сопряжений.
- 3.4.25. Ребристые купола. Особенности работы и расчета.
- 3.4.26. Ребристокольцевые купола. Особенности работы и расчета.

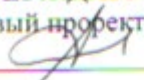
- 3.4.27. Конструкции многоэтажных зданий: Классификация конструктивных схем.
- 3.4.28. Колонны каркасов многоэтажных зданий.
- 3.4.29. Ригели междуэтажных перекрытий многоэтажных зданий.
- 3.4.30. Конструкции стыков колонн многоэтажных зданий.
- 3.4.31. Базы колонн многоэтажных зданий.
- 3.4.32. Шарнирное сопряжение ригеля с колонной многоэтажного здания.
- 3.4.33. Жесткое сопряжение ригеля с колонной многоэтажного здания.

4 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Учебная программа дисциплины «Металлические конструкции»

К-1 2018

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор БрГТУ

А.М.Омельянюк
« 26 » 12 2018 г.
Регистрационный № УД-18-2-060 /уч.

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ

Учебная программа для специальности:

1-70 02 01

Промышленное и гражданское строительство

Брест 2018 г.

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программы по
(название образовательного стандарта (образовательных стандартов))
дисциплине «Металлические конструкции» для специальности 1-70 02 01
Промышленное и гражданское строительство, утвержденной 03.02.2012,
регистрационный № ТД-Ж.095/тип и учебного плана по специальности 1-70 02 01
типовой учебной программы (учебной программы ведущего учреждения высшего образования), дата утверждения, регистрационный номер)

СОСТАВИТЕЛИ:

А. Б. Шурин, заведующий кафедрой строительных конструкций, к.т.н., доцент
(И.О.Фамилия, должность, степень, звание)



РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Строительных конструкций»
(название кафедры-разработчика программы)

(протокол № 6 от 20.12.2018);

Методической Строительного факультета
комиссией Строительного факультета
(название факультета)

(протокол № 04 от 26.12.2018);

Председатель В.И. Юськович
(ФИО, подпись)

Советом Брестского государственного технического университета
(протокол № 3 от 26.12.2018).

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины.

Дисциплина «Металлические конструкции» является одной из ведущих дисциплин, формирующей инженерный подход к пониманию устройства и действительной работы конструктивных систем зданий и сооружений и развивающей навыки инженерного анализа, конструирования и расчета строительных металлических конструкций.

Цель преподавания учебной дисциплины: дать студентам знания, необходимые для понимания работы конструктивных элементов и систем, развития навыков инженерного анализа, конструирования и расчета строительных металлических конструкций, подготовка их к профессиональной деятельности в области проектирования металлических конструкций.

Задачи учебной дисциплины:

- овладение принципами проектирования, методами компоновки и технико-экономического анализа металлических конструкций;
- формирование навыков конструирования и расчета для решения конкретных инженерных задач с использованием норм проектирования, стандартов, справочников, средств автоматизации проектирования.

В результате изучения учебной дисциплины «*Металлические конструкции*» формируются следующие компетенции:

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- особенности поведения металла в конструкциях;
- фундаментальные положения теории расчета элементов строительных металлических конструкций;
- принципы проектирования и конструирования отдельных элементов и зданий (сооружений) в целом;
- основы технико-экономического анализа эффективности применения металлических конструкций;

уметь:

- конструировать и рассчитывать сварные и болтовые соединения;
- выполнять расчет и конструирование элементов металлических конструкций с использованием действующих нормативных документов и средств автоматизации проектирования;
- выполнять компоновку и проектирование каркасов производственных зданий.

Связи с другими учебными дисциплинами:

- теоретическая механика – разделы: статика, кинематика, динамика;
- сопротивление материалов – разделы: растяжение и сжатие, кручение, изгиб, геометрические характеристики сечений, основы теории напряженно-деформированного состояния;
- строительная механика – разделы: кинематический анализ сооружений, расчетные схемы сооружений, плоские фермы, арки и рамы, расчет статически

неопределимых систем, метод конечных элементов, расчет сооружений по несущей способности;

– архитектура – разделы: общие сведения о зданиях и сооружениях, требования, предъявляемые к ним, индустриализация строительства, архитектурно-строительный проект и методы его разработки, технико-экономическая оценка зданий и их конструктивных элементов, основы строительной физики, объемно-планировочные и конструктивные решения гражданских и промышленных зданий и сооружений, системы автоматизированного проектирования.

План учебной дисциплины
для дневной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
1-70 02 01	Промышленное и гражданское строительство	2	4	116	2,5	72	40	16	16			Зачет
		3	5	138	3,0	74	40	–	34		60 / 1,5 з.е.	Экзамен
		3	6	138	3,0	50	34	–	16		60 / 1,5 з.е.	Экзамен
				392	8.5	196	114	16	66			

План учебной дисциплины
для заочной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
1-70 02 01	Промышленное и гражданское строительство	3	6	115	2,5	20	10	4	6			Зачет
		4	7	138	3,0	16	10	–	6		60 / 1,5 з.е.	Экзамен
		4	8	139	3,0	16	10	–	6		60 / 1,5 з.е.	Экзамен
				392	8.5	52	30	4	18			

План учебной дисциплины
для заочной формы получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
1-70 02 01	Промышленное и гражданское строительство	2	4	136	2,5	12	4	–	8			Зачет
			5	154	3	12	2	6	4			Экзамен
		3	6	102	3	14	6	–	8		60 / 1,5 з.е.	Экзамен
				392	8.5	38	12	6	20			

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование и краткий перечень вопросов, рассматриваемых на лекции
1	<p>Общие сведения о металлических конструкциях Содержание курса, понятие «Металлические конструкции». Организация учебного процесса. Связь курса с другими учебными дисциплинами. Рекомендуемая основная литература и наглядные пособия.</p> <p>История развития строительных металлоконструкций и роль отечественных ученых в разработке теории расчета и проектирования. Номенклатура, области применения, народнохозяйственное значение, современные конструктивные формы, особенности и технические возможности металлических конструкций. Использование металлических конструкций при освоении труднодоступных районов, реконструкции и восстановлении зданий и сооружений, при строительстве сооружений, обеспечивающих охрану окружающей среды. Предпосылки и основные направления технического прогресса и повышения эффективности МК.</p>
2	<p>Материалы металлических конструкций Краткие сведения о строительных сталях, классы и марки сталей, химический состав и особенности структуры, механические свойства, свариваемость, коррозионная стойкость, влияние химического состава и способа производства на свойства сталей.</p> <p>Классификация алюминиевых сплавов по способам производства, упрочнения и химическому составу, свойства алюминиевых сплавов, и область их применения в строительстве.</p> <p>Понятие о сортаменте. Совершенствование сортамента, новые эффективные профили, обеспечивающие снижение расхода металла и трудоемкости изготовления конструкций.</p>
3	<p>Влияние различных факторов на работу металла Работа сталей при однократном статическом растяжении и сжатии, диаграммы и стадии работы стали. Виды разрушения сталей, их последствия. Сложное напряженное состояние и его влияние на характер разрушения, концентрация напряжений. Хрупкое разрушение как процесс развития трещин. Ударная вязкость. Влияние предшествующей пластической деформации на работу металла при повторном нагружении, наклеп. Выносливость металла при многократной повторной нагрузке. Влияние температуры на свойства металла, хладоломкость, огнестойкость сталей и алюминиевых сплавов. Изменение свойств металла во времени.</p>
4	<p>Основы расчета металлических конструкций по методике предельных состояний Цель расчета конструкций, краткий обзор развития методов расчета. Ведущая роль отечественных ученых в разработке теории расчета строительных конструкций по методу предельных состояний. Группы и виды предельных состояний. Расчет конструкций по предельным состояниям первой группы. Смысл основного расчетного неравенства.</p> <p>Расчет конструкций по предельным состояниям второй группы.</p> <p>Преимущества метода расчета по предельным состояниям, направления его совершенствования.</p>
5	<p>Работа и расчет изгибаемых элементов Классификация поперечных сечений.</p> <p>Работа изгибаемых элементов в упругой и упругопластической стадиях, шарнир пластичности при изгибе, совместное действие нормальных и касательных напряжений, расчет изгибаемых элементов на прочность в упругой стадии и с учетом развития пластических деформаций.</p> <p>Потеря устойчивости плоской формы равновесия изгибаемых элементов: форма потери устойчивости, влияние на устойчивость условий закрепления стержня, характера приложения нагрузки, геометрии сечения.</p>
6	<p>Работа и расчет центрально-нагруженных и внецентренно нагруженных элементов Работа и расчет на прочность центрально-нагруженных элементов. Потеря устойчивости центрально-сжатого стержня, критические напряжения при упругом и неупругом выпучивании стержня, расчетная длина, гибкость, зависимость критических напряжений от гибкости. Проверка устойчивости, коэффициент продольного изгиба, условная гибкость стержня.</p> <p>Напряженное состояние и расчет на прочность сечений внецентренно-нагруженных стержней в упругой и упругопластической стадии. Проверка устойчивости.</p>
7	<p>Сварные соединения металлических конструкций Роль в развитии сварки отечественных ученых. Область применения, виды сварных швов и соединений. Материалы и расчетные сопротивления сварных соединений.</p> <p>Сварные соединения стыковыми швами: конструирование, особенности работы и расчета на</p>

	<p>различные виды усилий. Соединения угловыми швами: конструирование, особенности работы и расчета на различные виды усилий. Расчет и конструирование круговых швов и швов с клинообразным зазором.</p> <p>Конструктивные требования к сварным соединениям.</p>
8	<p>Болтовые соединения металлических конструкций</p> <p>Виды соединений, болтов и заклепок, области их применения, достоинства и недостатки. Категории болтовых соединений.</p> <p>Соединения на обычных болтах: конструирование, особенности работы и расчета на сдвигающие усилия, на растяжение. Особенности работы и расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах. Конструктивные требования к болтовым соединениям.</p> <p>Краткая характеристика новых видов соединений: паяных, клееболтовых, на несущих высокопрочных болтах, самонарезающих винтах, дюбелях, комбинированных заклепках.</p>
9	<p>Балки и балочные перекрытия. Настилы. Прокатные балки</p> <p>Область применения балок, их классификация: по статическим схемам, типам сечений, способам соединения элементов сечения, виду материалов.</p> <p>Компоновка балочных перекрытий: генеральные размеры, схемы компоновки в плане и по высоте. Виды настилов, особенности расчета и работы. Подбор и проверка сечений прокатных балок.</p>
10	<p>Составные балки, компоновка сечения</p> <p>Составные сварные балки, области их применения, классификация, типы сечений. Определение нагрузок и усилий. Компоновка и подбор сечений составных сварных балок: определение минимальной, оптимальной и строительной высоты сечения; выбор рациональной высоты балки и толщины стенки; компоновка сечения элементов балки.</p> <p>Изменение сечения балки. Локальные напряжения. Проверка прочности сечений балки в упругой и упругопластической стадиях: в середине балки, в местах изменения сечений, в приопорной части. Обеспечение жесткости и общей устойчивости балки.</p>
11	<p>Местная устойчивость элементов балок</p> <p>Понятие местной устойчивости пластинок при различном напряженном состоянии.</p> <p>Характер потери устойчивости сжатого пояса балки, проверка и обеспечение его местной устойчивости.</p> <p>Характер потери устойчивости стенки балки. Ребра жесткости, места установки, их назначение. Проверка местной устойчивости стенки балки от действия нормальных, касательных, локальных напряжений и от совместного их действия.</p>
12	<p>Расчет опорной части и поясных швов составных балок</p> <p>Основы конструирования и расчета опорных частей балок с торцевым и внутренним опорным ребром.</p> <p>Основы расчета и конструирования соединения стенки и пояса составных балок.</p>
13	<p>Стыки и сопряжения прокатных и составных балок</p> <p>Заводские стыки прокатных и составных балок, основы расчета и конструирования. Основы расчета и конструирования монтажных стыков составных балок на сварке и высокопрочных болтах.</p> <p>Конструктивные решения, работа и расчет сопряжений балок</p>
14	<p>Центрально-сжатые колонны. Колонны сплошного сечения</p> <p>Общая характеристика центрально-сжатых колонн, элементы колонн и их назначение. Типы сечений стержней и области их применения. Обоснование расчетной длины колонн.</p> <p>Основы компоновки и проверка сечения сплошных колонн, конструирование сплошных колонн. Обеспечение местной устойчивости элементов сечения сплошной колонны.</p>
15	<p>Сквозные центрально-сжатые колонны</p> <p>Конструкция и особенности работы сквозных колонн. Типы решеток сквозных стержней и области их применения. Влияние решетки на устойчивость сквозного центрально-сжатого стержня, приведенная гибкость. Основы компоновки и проверка сечений сквозных центрально-сжатых стержней. Основы конструирования сквозных стержней. Работа и расчет соединительных планок и раскосной решетки, расчет их прикрепления к ветвям колонны.</p>
16	<p>Оголовки и базы центрально-сжатых колонн</p> <p>Типы сопряжения балок с колоннами. Конструкция, особенности работы и расчета оголовков колонн.</p> <p>Опирающие колонны на фундамент, конструкция и расчета баз колонн. Базы для безвыверочного монтажа.</p> <p>Автоматизированное проектирование колонн.</p>
17	Фермы

	<p>Области применения легких и тяжелых ферм, основы классификации: по статическим схемам, по очертанию поясов, типу решетки, типу сечений стержней, виду соединений и материалу стержней. Компонировка стропильных ферм, генеральные размеры ферм, учет требований унификации условий эксплуатации, изготовления и перевозки.</p> <p>Особенности статического расчета ферм: нагрузки на фермы, определение усилий в элементах ферм.</p>
18	<p>Подбор сечений стержней ферм. Узлы ферм</p> <p>Обеспечение общей устойчивости ферм в системе покрытия, расчетные длины стержней ферм. Предельные гибкости элементов ферм. Типы сечений элементов ферм и рациональные области их применения. Подбор и проверка сечений растянутых и сжатых стержней стропильных ферм.</p> <p>Конструирование, особенности работы и расчета узлов легких ферм. Конструирование и расчет заводских и укрупнительных стыков ферм.</p>
19	<p>Основы проектирования и компоновка каркаса одноэтажного производственного здания</p> <p>Схемы каркасов, поперечные и продольные конструкции, основные элементы каркаса и их функции. Принципы компоновки, учет эксплуатационных, общестроительных и экономических требований. Унификация объемно-планировочных решений. Разбивка сетки колонн, температурные швы, их назначение. Выбор поперечной конструкции. Компонировка покрытия: состав покрытия и его схемы.</p> <p>Компоновка поперечной рамы: определение размеров колонн, ферм с учетом требований унификации, жесткости и режима работы мостовых кранов</p>
20	<p>Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий</p> <p>Типы колонн и области их применения. Типы сечений внецентренно сжатых колонн и области их применения.</p> <p>Определение расчетных длин стоек в плоскости и из плоскости рамы, факторы, влияющие на определение расчетных длин.</p> <p>Конструкция сплошных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и проверка подобранных сплошных сечений в плоскости и из плоскости поперечной рамы. Обеспечение местной устойчивости полки и стенки сплошных сечений внецентренно-сжатых колонн.</p>
21	<p>Сквозные колонны каркасов производственных зданий</p> <p>Конструкция сквозных внецентренно-сжатых колонн, компоновка и проверка подобранных сквозных сечений: устойчивость ветвей и стержня колонны в целом. Расчет и конструирование решетки сквозных стержней</p>
22	<p>Узлы колонн производственных зданий. Фахверк</p> <p>Конструирование, особенности работы и расчета узлов колонн, выбор расчетных комбинаций усилий. Основы расчета и конструирования сопряжения подкрановой и надкрановой частей колонны. Особенности расчета и конструирования баз внецентренно сжатых колонн, анкерные болты. Элементы фахверка, основы расчета и конструирования.</p>
23	<p>Подкрановые конструкции</p> <p>Общая характеристика подкрановых конструкций, области их применения, элементы подкрановой конструкции и их назначение. Статические схемы, типы сечений и особенности работы подкрановых конструкций. Нагрузки на подкрановые конструкции. Определение усилий в подкрановых балках.</p>
24	<p>Сплошные подкрановые балки</p> <p>Подбор и компоновка сечения, проверка прочности сплошных подкрановых балок с тормозной балкой и фермой. Расчет на выносливость. Проверка прогиба и местной устойчивости подкрановой балки. Особенности конструирования.</p> <p>Подкрановые фермы с жестким верхним поясом, подкраново-подстропильные фермы, пути подвесных кранов: особенности конструирования, работы и расчета.</p> <p>Сопряжения подкрановых конструкций с колоннами. Крановые рельсы и их крепление к балкам.</p>
25	<p>Реконструкция производственных зданий</p> <p>Физический и моральный износ зданий. Реконструкция и техническое перевооружение действующих предприятий. Обследование конструкций зданий. Дефекты и повреждения стальных конструкций. Уточнение свойств стали, нагрузок, расчетной схемы. Проверочные расчеты, оценка влияния дефектов и повреждений, выявление резервов несущей способности.</p> <p>Усиление конструкций производственных зданий: балок, ферм, колонн. Особенности работы и расчета конструкций, усиленных под нагрузкой.</p> <p>Конструирование и расчет усиления соединений металлических конструкций.</p>

26	<p>Листовые металлические конструкции Номенклатура и области применения листовых конструкций, особенности эксплуатации, изготовления и монтажа. Требования к листовым конструкциям. Особенности работы листовых конструкций.</p> <p>Напряженное состояние и основы расчета тонких пластинок и оболочек, безмоментное состояние оболочек, краевой эффект, устойчивость цилиндрических и сферических оболочек.</p>
27	<p>Вертикальные цилиндрические резервуары Резервуары: область применения, классификация, особенности проектирования. Вертикальные цилиндрические резервуары низкого давления, их особенности, элементы резервуаров – стенка, кровля, днище.</p> <p>Нагрузки и воздействия. Основы расчета стенки резервуаров на гидростатическое давление, проектирование кровли и днища.</p> <p>Вертикальные цилиндрические резервуары для нефтепродуктов с повышенной упругостью паров: со сферической, торосферической и сфероцилиндрической кровлей, с плавающей крышей, с понтоном и стационарной кровлей.</p> <p>Горизонтальные цилиндрические резервуары высокого давления, их особенности, области применения, основы расчета и конструирования элементов резервуаров.</p>
28	<p>Газгольдеры и бункера Газгольдеры, назначение, виды, особенности, конструктивные формы, элементы, нагрузки и воздействия. Газгольдеры низкого давления и переменного объема: особенности эксплуатации, компоновки и конструирования мокрых и сухих газгольдеров. Газгольдеры высокого давления и постоянного объема: особенности эксплуатации, компоновки и конструирования цилиндрических и шаровых газгольдеров.</p> <p>Бункерные устройства, области их применения, схемы, особенности, основные элементы бункерных устройств, основы расчета и конструирования.</p> <p>Новые конструктивные решения резервуаров и газгольдеров.</p>
29	<p>Балочные, рамные и арочные большепролетные покрытия Область применения, особенности проектирования, классификация. Плоскостные системы, их особенности, конструктивные формы. Балочные системы, статические и конструктивные схемы, типы сечений, узлы.</p> <p>Рамные сплошные и сквозные системы, схемы, особенности работы.</p> <p>Арочные системы, особенности работы и конструирования. Способы восприятия распора, узлы. Обеспечение и проверка устойчивости арок.</p>
30	<p>Пространственные системы. Структурные плиты Пространственные системы, общая характеристика, конструктивные формы, сравнение с плоскостными системами.</p> <p>Перекрестные фермы и структурные стержневые плиты: преимущества и недостатки, конструктивные и геометрические схемы, компоновка, типы сечений и узловых соединений, схемы опирания, особенности работы и расчета</p>
31	<p>Цилиндрические оболочки. Купола Односетчатые и двухсетчатые оболочки, особенности работы. Цилиндрические оболочки (своды, длинные оболочки и складки): конструктивные и геометрические схемы, особенности опирания и работы оболочек, типы сечений и узлов сплошных и сетчатых оболочек.</p> <p>Оболочки двоякой кривизны. Ребристые, ребристо-кольцевые и сетчатые купола, схемы, компоновка и условия опирания, особенности работы, расчета и конструирования.</p>
32	<p>Конструкции многоэтажных зданий Области применения стальных многоэтажных каркасов, их основные особенности. Схемы каркасов: рамные, связевые, рамно-связевые системы, их достоинства и недостатки, схемы связей. Нагрузки и воздействия. Особенности статического расчета. Конструирование и расчет несущих конструкций и узлов. Совершенствование конструкций многоэтажных зданий.</p>

1.2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование тем
1	Определение геометрических характеристик сечений стержней. Классификация поперечных сечений.
2	Расчет изгибаемых элементов из прокатных профилей.
3	Расчет и конструирование болтовых соединений.
4	Расчет и конструирование сварных соединений со стыковыми швами.
5	Расчет и конструирование сварных соединений с угловыми швами.
6	Проверка сечений составных балок.
7	Проверка сечений сплошных центрально-сжатых колонн.
8	Проверка сечений сквозных центрально-сжатых колонн.
9	Компоновка балочной клетки. Расчет настила. Подбор и проверка сечений прокатных балок.
10	Компоновка сечений составной балки. Изменение сечения составной балки.
11	Проверка общей устойчивости составной балки. Местная устойчивость элементов составной балки.
12	Расчет поясных швов и опорных частей составных балок. Расчет и конструирование укрупнительного стыка составной балки на высокопрочных болтах.
13	Подбор и конструирование стержня сплошной центрально-сжатой колонны. Подбор и конструирование стержня сквозной центрально-сжатой колонны.
14	Расчет и конструирование базы и оголовков центрально-сжатых колонн сплошных и сквозных колонн.
15	Разработка монтажной схемы балочной клетки (стадия КМ).
16	Разработка чертежа главной балки, балки настила, сплошной и сквозной колонны (стадия КМД).
17	Компоновка каркаса одноэтажного промышленного здания. Подсчет нагрузок на каркас одноэтажного промышленного здания.
18	Статический расчет каркаса одноэтажного промышленного здания. Определение РСУ (РСН) в элементах каркаса.
19	Подбор и проверка сечения стержней стропильной фермы.
20	Конструирование и расчет узлов фермы.
21	Расчет и конструирование внецентренно-сжатой колонны.
22	Расчет и конструирование оголовка и базы внецентренно-сжатой колонны.
23	Разработка монтажной схемы каркаса одноэтажного промышленного здания (стадия КМ).
24	Разработка чертежа фермы (стадия КМД).

1.3. ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ, ИХ НАЗВАНИЕ

№ п/п	Наименование тем
1	Работа и расчет элементов металлических конструкций с учетом концентрации напряжений. Расчет элементов металлических конструкций с концентраторами напряжений при многократных нагрузках и при низких температурах.
2	Работа и расчет сварного соединения при статическом нагружении.
3	Изучение работы и расчет болтовых соединений на болтах нормальной точности и на высокопрочных болтах.
4	Анализ потери общей устойчивости сварной двутавровой балки в упругой стадии работы.

2. ТРЕБОВАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ

В рамках изучения дисциплины программой предусмотрено выполнение двух курсовых проектов.

Перечень тем курсовых проектов:

1. Курсовой проект №1 «Балочное перекрытие рабочей площадки».
2. Курсовой проект №2 «Стальной каркас одноэтажного промышленного здания».

2.1. Курсовой проект №1 «Балочное перекрытие рабочей площадки»

В курсовом проекте №1 рассматриваются вопросы компоновки балочного перекрытия с необходимыми эскизами, расчетами и подбором сечений элементов с проверкой несущей способности и их жесткости. Особое внимание уделено расчету и конструированию в стадии КМД вспомогательной, балки настила и главной балок, колонны.

В состав проекта входит:

1. компоновка балочной площадки со стальным или железобетонным настилом;
2. подбор сечения вспомогательной балки, балки настила;
3. подбор сечения главной балки составного сечения, проектирование изменения сечения балки;
4. проверка прочности, жесткости, общей и местной устойчивости составной балки;
5. расчет соединения поясов балки со стенкой, стыка на высокопрочных болтах, опорной части балки;
6. подбор и проверка сечения сплошного или сквозного сечения стержня колонны;
7. расчет и конструирование базы и оголовка колонны.

Объем пояснительной записки 30 – 40 страниц формата А4.

Перечень графического материала:

1. Монтажные схемы балочной клетки; продольный и поперечный разрезы. Узлы сопряжений элементов балочной клетки. Ведомость элементов (стадия КМ) – формат А1.
2. Рабочие чертежи (в стадии КМД) прокатных балок, опорного элемента главной балки или колонны. Спецификации стали, ведомость отправочных марок – формат А2.

2.2. Курсовой проект №2 «Стальной каркас одноэтажного производственного здания»

Курсовой проект №2 ставит своей целью отработку вопросов расчета и проектирования металлических конструкций производственных зданий с целью повышения качества усвоения материала.

В состав проекта входит:

1. выбор схемы каркаса и компоновка поперечной рамы, покрытия, связей и фахверка.
2. определение нагрузок на поперечную раму цеха.
3. статический расчет поперечной рамы цеха и выбор комбинаций расчетных усилий.
4. расчет и конструирование колонны.
5. расчет и конструирование стропильной фермы.

Объем пояснительной записки 50 – 60 страниц формата А4.

Перечень графического материала:

1. разработка схемы расположения конструктивных элементов с основными монтажными узлами, ведомость элементов (стадия КМ) – формат А1;
2. составление рабочего чертежа фермы с необходимыми узлами и деталями (стадия КМД) – формат А1.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Дневная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
	4-й семестр	40	16	16		44	
1	Общие сведения о металлических конструкциях	2				2	Зачет
2	Материалы металлических конструкций	2				4	Зачет
3	Влияние различных факторов на работу металла	4	4			4	Зачет
4	Определение геометрических характеристик сечений стержней. Классификация поперечных сечений.			2			Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
5	Основы расчета металлических конструкций по методу предельных состояний	4				2	Зачет
6	Напряженное состояние и расчет на прочность сечений изгибаемых элементов	2				4	Зачет
7	Прочность сечений при действии изгибающего момента и продольной силы	2				2	Зачет
8	Потеря устойчивости центрально-сжатых элементов. Влияние гибкости и условий закрепления	2				2	Зачет
9	Устойчивость сжато-изгибаемых и внецентренно-сжатых элементов. Влияние различных параметров на их несущую способность.	2				4	Зачет
10	Понятие местной устойчивости элементов стальных конструкций. Связь с классификацией сечений.	2				2	Зачет
11	Сортамент. Общая характеристика профилей, применяемых в строительстве	2				2	Зачет
12	Сварные соединения металлических конструкций	2	4	2		2	Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
13	Болтовые соединения металлических конструкций	2	4	4		2	Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
14	Балки и балочные перекрытия. Настилы. Прокатные балки	2		2		2	Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой

						той	
15	Анализ потери общей устойчивости сварной двутавровой балки в упругой стадии работы		4			Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой	
16	Составные балки, компоновка сечения	2		2		4	Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
17	Местная устойчивость элементов балок	2				2	Зачет
18	Расчет опорной части и поясных швов составных балок	2		2		2	Зачет
19	Стыки и сопряжения прокатных и составных балок	4		2		2	Зачет
	5-й семестр	40		34		64	
20	Центрально-сжатые колонны. Колонны сплошного сечения	2		4		4	Экзамен
21	Сквозные центрально-сжатые колонны	2		4		4	Экзамен
22	Оголовки и базы центрально-сжатых колонн	4		4		4	Экзамен
23	Фермы. Области применения, классификация, компоновка, особенность статического расчета.	2		2		6	Экзамен
24	Подбор сечений стержней ферм. Расчетные длины и предельные гибкости элементов ферм. Узлы ферм. Особенности расчета и конструирования узлов легких ферм	6		4		6	Экзамен
25	Основы проектирования и компоновка каркасов одноэтажных производственных зданий	2				6	Экзамен
26	Особенности расчета каркаса одноэтажных производственных зданий. Расчетные схемы. Нагрузки.	4		4		6	Экзамен
27	Элементы покрытия. Конструкции и расчет сплошных и сквозных прогонов.	4				4	Экзамен
28	Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий. Типы колонн. Расчетные длины колонн. Сплошные колонны: компоновка и проверка несущей способности.	2		4		4	Экзамен
29	Сквозные внецентренножатые колонны: компоновка и проверка несущей способности.	2		4		4	Экзамен
30	Узлы колонн производственных зданий. Конструирование и основы расчета. Фахверк. Основы конструирования и расчета.	4		4		4	Экзамен
31	Общая характеристика подкрановых конструкций, области их применения. Нагрузки. Определение усилий в подкрановых балках	2				4	Экзамен
32	Подбор и проверка сплошных подкрановых балок без тормозной балки, со сплошной тормозной балкой и тормозной фермой.	2				4	Экзамен
33	Реконструкция производственных зданий. Обследование. Дефекты. Поверочные расчеты. Усиление конструкций.	2				4	Экзамен
	6-й семестр	34		16		88	

34	Листовые металлические конструкции. Область применения. Общая характеристика. Напряженное состояние	2				10	Экзамен
35	Вертикальные цилиндрические резервуары. Особенности. Основы расчета и проектирования	2				8	Экзамен
36	Горизонтальные цилиндрические резервуары. Особенности. Основы расчета и проектирования. Газгольдеры.	2				8	Экзамен
37	Бункера. область применения, классификация. Особенности расчета и проектирования.	4				8	Экзамен
38	Силосы. Конструктивные решения. Особенности нагрузок и основные расчетные предпосылки.	2				8	Экзамен
39	Балочные, рамные и арочные большепролетные покрытия. Область применения, классификация особенности проектирования.	6		4		8	Экзамен
40	Пространственные системы. Структурные плиты. общая характеристика, конструктивные формы, сравнение с плоскостными системами. Особенности расчета и проектирования.	4		4		10	Экзамен
41	Цилиндрические оболочки. Купола. Односетчатые и двухсетчатые оболочки. Классификация. Особенности расчета и проектирования.	4		4		8	Экзамен
42	Конструкции многоэтажных зданий. Области применения стальных многоэтажных каркасов. Нагрузки и воздействия. Особенности статического расчета. Конструирование и расчет несущих элементов и узлов.	4		4		10	Экзамен
43	Номенклатура высотных сооружений, их назначение, особенности высотных сооружений, нагрузки на высотные сооружения. Башенные и мачтовые сооружения, особенности конструирования, работы и расчета.	4				10	Экзамен

3.2. Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
	6-й семестр	10	4	6		95	
1	Общие сведения о металлических конструкциях. Материалы металлических конструкций. Влияние различных факторов на работу металла.	2				10	Зачет
2	Определение геометрических характеристик сечений стержней. Классификация поперечных сечений.					4	Зачет.
3	Основы расчета металлических конструкций по методу предельных состояний	2				6	Зачет
4	Напряженное состояние и расчет на прочность сечений изгибаемых элементов. Прочность сечений при действии изгибающего момента и продольной силы	2				10	Зачет
5	Потеря устойчивости центрально-сжатых элементов. Влияние гибкости и условий закрепления. Устойчивость сжато-изгибаемых и внецентренно-сжатых элементов. Влияние различных параметров на их несущую способность. Понятие местной устойчивости элементов стальных конструкций. Связь с классификацией сечений.	2				14	Зачет
6	Сортамент. Общая характеристика профилей, применяемых в строительстве					6	Зачет
7	Сварные соединения металлических конструкций. Болтовые соединения металлических конструкций.	2	2	2		8	Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
8	Балки и балочные перекрытия. Настилы. Прокатные балки			2		5	Зачет.
9	Анализ потери общей устойчивости сварной двутавровой балки в упругой стадии работы		2				Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
10	Составные балки, компоновка сечения			2		8	Зачет.
	Местная устойчивость элементов балок					6	Зачет
11	Расчет опорной части и поясных швов составных балок					6	Зачет
12	Стыки и сопряжения прокатных и составных балок					12	Зачет
	7-й семестр	10		6		122	
13	Центрально-сжатые колонны. Колонны сплошного сечения	1		2		8	Экзамен

14	Сквозные центрально-сжатые колонны	1			8	Экзамен
	Оголовки и базы центрально-сжатых колонн	2			8	Экзамен
15	Фермы. Области применения, классификация, компоновка, особенность статического расчета.	1	1		12	Экзамен
16	Подбор сечений стержней ферм. Расчетные длины и предельные гибкости элементов ферм. Узлы ферм. Особенности расчета и конструирования узлов легких ферм	1	1		8	Экзамен
17	Основы проектирования и компоновка каркасов одноэтажных производственных зданий	1			8	Экзамен
18	Особенности расчета каркаса одноэтажных производственных зданий. Расчетные схемы. Нагрузки.	1			10	Экзамен
19	Элементы покрытия. Конструкции и расчет сплошных и сквозных прогонов.				8	Экзамен
20	Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий. Типы колонн. Расчетные длины колонн. Сплошные колонны: компоновка и проверка несущей способности.	1	1		10	Экзамен
21	Сквозные внецентренносжатые колонны: компоновка и проверка несущей способности.		1		8	Экзамен
22	Узлы колонн производственных зданий. Конструирование и основы расчета. Фахверк. Основы конструирования и расчета.	1			10	Экзамен
23	Общая характеристика подкрановых конструкций, области их применения. Нагрузки. Определение усилий в подкрановых балках				8	Экзамен
24	Подбор и проверка сплошных подкрановых балок без тормозной балки, со сплошной тормозной балкой и тормозной фермой.				8	Экзамен
25	Реконструкция производственных зданий. Обследование. Дефекты. Поверочные расчеты. Усиление конструкций.				8	Экзамен
	8-й семестр	10	6		123	
26	Листовые металлические конструкции. Область применения. Общая характеристика. Напряженное состояние	1			14	Экзамен
27	Вертикальные цилиндрические резервуары. Особенности. Основы расчета и конструирования	1			12	Экзамен
28	Горизонтальные цилиндрические резервуары. Особенности. Основы расчета и конструирования. Газгольдеры.	1			12	Экзамен
29	Бункера. область применения, классификация. Особенности расчета и конструирования.	1			12	Экзамен
30	Силосы. Конструктивные решения. Особенности грузов и основные расчетные предпосылки.	1			12	Экзамен
31	Балочные, рамные и арочные большепролетные покрытия. Область применения, классификация особенности проектирования.	1	2		12	Экзамен
32	Пространственные системы. Структурные плиты. общая характеристика, конструктивные формы, сравнение с плоскостными системами. Особенности расчета и проектиро-	1	2		12	Экзамен

	вания.						
33	Цилиндрические оболочки. Купола. Односетчатые и двухсетчатые оболочки. Классификация. Особенности расчета и конструирования.	1		2		12	Экзамен
34	Конструкции многоэтажных зданий. Области применения стальных многоэтажных каркасов. Нагрузки и воздействия. Особенности статического расчета. Конструирование и расчет несущих элементов и узлов.	1				12	Экзамен
35	Номенклатура высотных сооружений, их назначение, особенности высотных сооружений, нагрузки на высотные сооружения. Башенные и мачтовые сооружения, особенности конструирования, работы и расчета.	1				13	Экзамен

3.3. Заочная форма получения высшего образования, интегрированного со средним специальным образованием

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самост. работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия		
	4-й семестр	4		8		124	
1	Общие сведения о металлических конструкциях. Материалы металлических конструкций. Влияние различных факторов на работу металла.	1				14	Зачет
2	Определение геометрических характеристик сечений стержней. Классификация поперечных сечений.					12	Зачет.
3	Основы расчета металлических конструкций по методу предельных состояний	1				10	Зачет
4	Напряженное состояние и расчет на прочность сечений изгибаемых элементов. Прочность сечений при действии изгибающего момента и продольной силы	1				10	Зачет
5	Потеря устойчивости центрально-сжатых элементов. Влияние гибкости и условий закрепления. Устойчивость сжато-изгибаемых и внецентренно-сжатых элементов. Влияние различных параметров на их несущую способность. Понятие местной устойчивости элементов стальных конструкций. Связь с классификацией сечений.	1		2		14	Зачет
6	Сортамент. Общая характеристика профилей, применяемых в строительстве					10	Зачет
7	Балки и балочные перекрытия. Настилы. Прокатные балки			2		10	Зачет.
8	Составные балки, компоновка сечения			2		10	Зачет
9	Местная устойчивость элементов балок					10	Зачет
10	Расчет опорной части и поясных швов составных балок					10	Зачет
11	Стыки и сопряжения прокатных и составных балок					14	Зачет

	5-й семестр	2	6	4		142	
12	Сварные соединения металлических конструкций. Болтовые соединения металлических конструкций.		2	2		8	Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
12	Анализ потери общей устойчивости сварной двутавровой балки в упругой стадии работы		4			8	Зачет. Письменный отчет по лабораторным работам с устной защитой
14	Центрально-сжатые колонны. Колонны сплошного сечения	1		2		8	Экзамен
15	Сквозные центрально-сжатые колонны					8	Экзамен
16	Оголовки и базы центрально-сжатых колонн					8	Экзамен
17	Фермы. Области применения, классификация, компоновка, особенность статического расчета.	1				12	Экзамен
18	Подбор сечений стержней ферм. Расчетные длины и предельные гибкости элементов ферм. Узлы ферм. Особенности расчета и конструирования узлов легких ферм					8	Экзамен
19	Основы проектирования и компоновка каркасов одноэтажных производственных зданий					8	Экзамен
20	Особенности расчета каркаса одноэтажных производственных зданий. Расчетные схемы. Нагрузки.					10	Экзамен
21	Элементы покрытия. Конструкции и расчет сплошных и сквозных прогонов.					8	Экзамен
22	Колонны каркасов одноэтажных производственных зданий. Типы колонн. Расчетные длины колонн. Сплошные колонны: компоновка и проверка несущей способности.					10	Экзамен
23	Сквозные внецентренносжатые колонны: компоновка и проверка несущей способности.					8	Экзамен
24	Узлы колонн производственных зданий. Конструирование и основы расчета. Фахверк. Основы конструирования и расчета.					10	Экзамен
25	Общая характеристика подкрановых конструкций, области их применения. Нагрузки. Определение усилий в подкрановых балках					8	Экзамен
26	Подбор и проверка сплошных подкрановых балок без тормозной балки, со сплошной тормозной балкой и тормозной фермой.					10	Экзамен
27	Реконструкция производственных зданий. Обследование. Дефекты. Поверочные расчеты. Усиление конструкций.					10	Экзамен
	6-й семестр	6		8		88	
	Листовые металлические конструкции. Область применения. Общая характеристика. Напряженное состояние	1				8	Экзамен
28	Вертикальные цилиндрические резервуары. Особенности. Основы расчета и конструирования	1		2		8	Экзамен

29	Горизонтальные цилиндрические резервуары. Особенности. Основы расчета и конструирования. Газгольдеры.	1				8	Экзамен
30	Бункера. область применения, классификация. Особенности расчета и конструирования.	1				8	Экзамен
31	Силосы. Конструктивные решения. Особенности нагрузок и основные расчетные предпосылки.	1				8	Экзамен
32	Балочные, рамные и арочные большепролетные покрытия. Область применения, классификация особенности проектирования.	1		2		8	Экзамен
33	Пространственные системы. Структурные плиты. общая характеристика, конструктивные формы, сравнение с плоскостными системами. Особенности расчета и проектирования.			2		10	Экзамен
34	Цилиндрические оболочки. Купола. Односетчатые и двухсетчатые оболочки. Классификация. Особенности расчета и конструирования.			2		10	Экзамен
35	Конструкции многоэтажных зданий. Области применения стальных многоэтажных каркасов. Нагрузки и воздействия. Особенности статического расчета. Конструирование и расчет несущих элементов и узлов.					10	Экзамен
36	Номенклатура высотных сооружений, их назначение, особенности высотных сооружений, нагрузки на высотные сооружения. Башенные и мачтовые сооружения, особенности конструирования, работы и расчета.					10	Экзамен

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Основная литература

4.1.1. Металлические конструкции / А. Б. Шурин [и др.] ; под ред. А. Б. Шурина. – Брест: Издательство БрГТУ, 2020. – 177 с.

4.1.2. Проектирование стальных конструкций в соответствии с требованиями EUROCODES / Шурин А.Б., Туснин А.Р., Зинкевич И.В., Мухин А.В. – М.: изд-во АСВ. – 224 с.

4.1.3. Металлические конструкции: Учеб. для студентов вузов / Под ред. Ю. И. Кудишина – 13-е изд. – М.: Изд-во «Академия», 2011. – 688 с.

4.1.4. Металлические конструкции. В 3 т. Т.1. Элементы конструкций: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2001. – 551 с.

4.1.5. Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Конструкции зданий: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2002. – 528 с.

4.1.6. Воздействия на строительные конструкции, здания и сооружения / В.В. Тур, А. Б. Шурин [и др.] ; под ред. В.В. Тура, А.Б. Шурина. – Брест: Издательство БрГТУ, 2022. – 103 с.

4.2. Дополнительная литература

4.2.1. Металлические конструкции. В 3 т. Т.3. Специальные конструкции и сооружения: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2002. – 544 с.

4.2.2. Металлические конструкции. В 3 т. Т.1. Общая часть. (Справочник проектировщика) / Под ред. В. В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 576 с.

4.2.3. Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под ред. В. В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1998. – 512 с.

4.2.4. Металлические конструкции. В 3 т. Т.3. Стальные сооружения, конструкции из алюминиевых сплавов. Реконструкция, обследование, усиление и испытание конструкций зданий и сооружений. (Справочник проектировщика) / Под ред. В. В. Кузнецова. – М.: изд-во АСВ, 1999. – 528 с.

4.2.5. Металлические конструкции: Справочник проектировщика / Под ред. Н. П. Мельникова. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1980. – 776 с.

4.2.6. Проектирование металлических конструкций: Спец. курс. Учебное пособие для вузов / Под ред. В. В. Бирюлева. – Л.: Стройиздат, 1990. – 432 с.

4.2.7. Лессиг Е. Н., Лилеев А. Ф., Соколов А. Г. Листовые металлических конструкций. – М.: Стройиздат, 1970. – 487 с.

4.2.8. Кутухтин Е. Г. и др. Легкие конструкции одноэтажных производственных зданий: Справочник проектировщика – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 263 с.

4.2.9. СН 2.01.01-2019. Основы проектирования строительных конструкций / Введ. 16.12.2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 83 с.

4.2.10. СН 2.01.02-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки / Введ. 16.12.2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 33 с.

4.2.11. СН 2.01.04-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки / Введ. 16.12.2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 36 с.

4.2.12. СН 2.01.05-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия / Введ. 16.12.2019. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 119 с.

4.2.13. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1993-1-1-2009*. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – 88 с.

4.2.14. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-8. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1993-1-8-2009*. – Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2015. – 128 с.

4.2.15. ГОСТ 21.502-2016 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации металлических конструкций.

4.3. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний и материалов, технических средств обучения, оборудования для выполнения лабораторных работ

4.3.1. Программный комплекс Лира-САПР.

4.3.2. Программный комплекс SCAD-OFFICE.

4.3.3. Программа AutoCAD.

4.4. Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов по данной дисциплине используется следующий диагностический инструментарий:

- устный опрос на практических занятиях;
- письменные отчеты по лабораторным работам с устной защитой;
- выполнение курсовых проектов №1 и №2 с их устной защитой;
- внутрисеместровые аттестации в виде контрольного опроса в письменной форме;
- письменный зачет;
- письменные экзамены.

Как форма промежуточного контроля знаний по учебной дисциплине применяется внутрисеместровая аттестация, которая является обязательной для обучающихся дневной формы получения образования. Внутрисеместровые аттестации проводятся в виде контрольного опроса в письменной форме. В пятом

и шестом семестре предусмотрены две внутрисеместровые аттестации, весовые коэффициенты всех аттестаций по дисциплине, включая текущую, составляют: $K_{BC1} = 0,35$; $K_{BC2} = 0,35$; $K_{ТЕК} = 0,3$.

4.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основной учебной работой студента является самостоятельная работа в течение всего срока обучения. Начинать изучение дисциплины необходимо с ознакомления с целями и задачами дисциплины, а также знаниями и умениями, приобретаемыми в процессе изучения. Далее следует проработать рекомендуемую литературу, рассмотрев темы лекционных и практических занятий. Все неясные вопросы по дисциплине студент может разрешить на консультациях, проводимых по расписанию.

4.5.1. Перечень вопросов к зачету

1. История развития металлических конструкций.
2. Основные достижения в области металлоконструкций.
3. Номенклатура и область применения металлических конструкций.
4. Достоинства и недостатки МК.
5. Физические и химические свойства стали.
6. Классификация строительных сталей.
7. Влияние различных химических элементов на свойства сталей.
8. Свариваемость сталей.
9. Диаграммы растяжения стали.
10. Виды разрушения сталей. Дефекты кристаллической решетки.
11. Алюминиевые сплавы. Достоинства и недостатки. Классификация.
12. Сортамент для строительных конструкций.
13. Расчетные и нормативные характеристики стали.
14. Влияние наклепа на механические характеристики стали.
15. Влияние температуры на механические характеристики стали.
16. Работа стали при повторных нагрузках.
17. Концентрация напряжений в металлических конструкциях.
18. Среда, виды коррозии, способы защиты стали от коррозии.
19. Виды предельных состояний.
20. Основные требования при проектировании металлических конструкций.
21. Расчет конструкций по предельным состояниям несущей способности. Смысл основного расчетного неравенства.
22. Нагрузки и воздействия на строительные конструкции: классификация, характеристические нагрузки, учет изменчивости нагрузок, расчетные нагрузки.
23. Сочетания нагрузок и усилий, коэффициенты сочетаний.

24. Нормативное сопротивление стали по пределу текучести и временному сопротивлению, учет изменчивости сопротивления стали, коэффициент надежности по материалу.

25. Коэффициент надежности по временному сопротивлению, коэффициент условий работы конструкций, коэффициент надежности по назначению и ответственности сооружения.

26. Расчет конструкций по предельным состояниям эксплуатационной пригодности. Особенности учета нагрузок и свойств конструкций.

27. Классификация поперечных сечений.

28. Расчет на прочность центрально-растянутых и сжатых элементов. Условие прочности.

29. Проверка прочности изгибаемых элементов по нормальным напряжениям в упругой и упругопластической области работы стали.

30. Проверка прочности изгибаемых элементов по касательным напряжениям.

31. Проверка прочности изгибаемых элементов по приведенным напряжениям.

32. Общая устойчивость плоской формы изгиба элемента. Условие устойчивости.

33. Потеря устойчивости центрально-сжатого стержня: формы потери устойчивости, расчетная длина, гибкость стержня.

34. Проверка устойчивости центрально-сжатых стержней.

35. Условие прочности внецентренно-нагруженных стержней.

36. Формула проверки устойчивости внецентренно-сжатых стержней в плоскости изгибающего момента.

37. Влияние гибкости относительного эксцентриситета, формы сечения на устойчивость внецентренно-сжатого элемента.

38. Виды сварных швов и соединений.

39. Сварные соединения стыковыми швами: конструирование, особенности работы, расчет на осевое усилие, изгибающий момент.

40. Сварные соединения с косыми стыковыми швами: расчет на осевое усилие.

41. Соединения угловыми швами: конструирование, особенности работы.

42. Расчет сварных соединений с угловыми швами на осевое усилие.

43. Расчет и конструирование круговых швов.

44. Расчет и конструирование швов с клинообразным зазором.

45. Болтовые соединения: область применения, виды болтов.

46. Расчет соединений на обычных болтах на сдвигающее усилие.

47. Расчет соединений на обычных болтах на растяжение.

48. Особенности работы и расчета фрикционных соединений на высокопрочных болтах.

49. Балки, балочные конструкции: область применения, классификация по статической схеме, типам сечений, способам соединения элементов сечения.

50. Компоновка балочных перекрытий: генеральные размеры, схемы компоновки в плане и по высоте.

51. Подбор и проверка сечений прокатных балок.

52. Проектирование составных балок: определение минимальной и оптимальной высоты балок.

53. Назначение размеров сечения составной балки.

54. Проверки прочности составной балки.

55. Изменение сечения по длине составной балки.

56. Обеспечение жесткости и общей устойчивости составной балки.

57. Проверка местной устойчивости стенки составной балки.

58. Расчет опорной части составной балки.

59. Расчет укрупнительного стыка составной балки на сварке.

60. Расчет укрупнительного стыка на высокопрочных болтах.

61. Центрально сжатые колонны: общая характеристика, типы колонн и сечений, обоснование расчетной схемы.

62. Конструкция, подбор и проверка сечений сплошных центрально-сжатых колонн.

63. Обеспечение местной устойчивости эл-ов сечения центрально-сжатой колонны.

64. Конструкция и особенность работы сквозных колонн. Приведенная гибкость.

65. Подбор и проверки сечения сквозной центрально-сжатой колонны.

66. Типы сопряжений балок с колоннами.

67. Конструкция, работа и расчет оголовка центрально-сжатой колонны сплошного сечения.

68. Конструкция, работа и расчет оголовка центрально-сжатой колонны сквозного сечения.

69. Опираание центрально-сжатой колонны на фундамент, конструкции баз колонн.

70. Расчет плиты базы центрально-сжатой колонны сплошной и сквозной колонны.

4.5.2. Перечень вопросов к экзамену №1

1. Область применения ферм.

2. Классификация ферм: по статической схеме, по очертанию поясов, типу решетки.

3. Типы сечений стержней ферм. Достоинства и недостатки.

4. Генеральные размеры стропильных ферм.

5. Определение нагрузок на фермы.

6. Обеспечение общей устойчивости ферм в составе покрытия, связи по фермам.

7. Расчетные длины стержней ферм

8. Подбор и проверка растянутых стержней ферм.

9. Подбор и проверка сжатых стержней ферм.
10. Предельные гибкости стержней ферм.
11. Конструкция и расчет промежуточного узла стропильных ферм из уголков.
12. Конструкция и расчет опорного узла стропильной фермы.
13. Конструкция и расчет узла с изменением сечения пояса.
14. Укрупнительные стыки стропильной фермы на высокопрочных болтах.
15. Конструктивное решение ферм из одиночных уголков.
16. Конструктивное решение ферм из гнуто-сварных профилей.
17. Конструктивное решение ферм с применением широкополочных тавров.
18. Конструктивное решение ферм с изменением широкополочных двутавров.
19. Область применения металлических каркасов зданий.
20. Основные элементы каркаса производственного здания и их функции.
21. Компоновка поперечной рамы производственного здания.
22. Разбивка сетки колонн, температурные швы и их назначение.
23. Компоновка покрытия: состав покрытия, типы кровельных элементов.
24. Прогонное и безпрогонное решение покрытия здания. Разрезные и неразрезные прогоны.
25. Связи по покрытию, схемы и основные функции связей при монтаже и эксплуатации.
26. Связи по колоннам, их основные функции при монтаже и эксплуатации.
27. Фахверк торцевых стен.
28. Выбор расчетной схемы поперечной рамы, цеха.
29. Определение нагрузок на поперечную раму цеха.
30. Принципы определения расчетных усилий и сочетаний нагрузок в сечении рамы.
31. Конструкция и расчет сплошных прогонов в покрытии здания.
32. Особенности работы и расчета стропильной фермы в системе поперечной рамы: учет опорных моментов и распора рамы.
33. Конструкция, работа и расчет шарнирного примыкания ферм к колонне.
34. Конструкция, работа и расчет жесткого примыкания стропильной фермы к колонне.
35. Виды колонн, типы сечений колонн промышленных зданий.
36. Расчетные длины колонн производственного здания.
37. Конструкция, подбор и проверка сечений сплошной внецентренно-сжатой колонны.
38. Учет требований к местной устойчивости полки внецентренно-сжатой колонны.
39. Учет требований к местной устойчивости стенки внецентренно-сжатой колонны.

40.Конструкция и проверка устойчивости сквозной колонны: устойчивость ветвей.

41.Конструкция и проверка устойчивости сквозной колонны: устойчивость стержня колонны.

42.Работа и расчет решетки внецентренно-сжатой сквозной колонны.

43.Работа и расчет сопряжения надкрановой и подкрановой частей сплошной колонны.

44.Работа и расчет сопряжения надкрановой и подкрановой частей сквозной колонны.

45.Работа и расчет базы сплошной внецентренно-сжатой колонны.

46.Работа и расчет базы сквозной внецентренно-сжатой колонны.

47.Подкрановые конструкции: состав конструкций, статические схемы, типы сечений.

48.Определение нагрузок на подкрановую балку.

49.Сплошная подкрановая балка с тормозной балкой. Особенности работы и расчета.

4.5.3. Перечень вопросов к экзамену №2

1. Обследование конструкций реконструируемых зданий. Цели и задачи обследования.
2. Дефекты и повреждения стальных конструкций.
3. Определение расчетных сопротивлений стали, сварных швов, болтовых соединений. Уточнение нагрузок, расчетной схемы.
4. Поверочные расчеты, оценка влияния дефектов и повреждений.
5. Усиление балок производственного здания.
6. Усиление стропильных ферм производственных зданий.
7. Усиление колонн производственных зданий.
8. Листовые конструкции: общая характеристика, виды листовых конструкций,
9. Напряженное состояние тонких оболочек.
10. Устойчивость цилиндрических оболочек.
11. Резервуары: область применения, классификация.
12. Расчет стенки вертикального цилиндрического резервуара.
13. Резервуары с плавающей крышей, с понтоном.
14. Конструкция горизонтального цилиндрического резервуара высокого давления.
15. Особенности расчета горизонтального цилиндрического резервуара высокого давления.
16. Газгольдеры: область применения, типы, особенности расчета.
17. Бункеры: область применения, классификация, нагрузки и воздействия.
18. Бункеры с плоской стенкой: расчет бункерной балки.

- 19.Силосы. Особенности нагрузок и основные расчетные предпосылки.
- 20.Большепролетные балочные системы: схемы, основные размеры, типы сечений.
- 21.Рамные системы: статические и конструктивные схемы, узлы.
- 22.Арочные системы: статические и конструктивные схемы, узлы.
- 23.Особенности компоновки арочного покрытия, обеспечение и проверка устойчивости арок.
- 24.Структурные стержневые покрытия: конструктивные и геометрические схемы, типы сечений стержней и узловых сопряжений.
- 25.Ребристые купола. Особенности работы и расчета.
- 26.Ребристокольцевые купола. Особенности работы и расчета.
- 27.Конструкции многоэтажных зданий: Классификация конструктивных схем.
- 28.Колонны каркасов многоэтажных зданий.
- 29.Ригели междуэтажных перекрытий многоэтажных зданий.
- 30.Конструкции стыков колонн многоэтажных зданий.
- 31.Базы колонн многоэтажных зданий.
- 32.Шарнирное сопряжение ригеля с колонной многоэтажного здания.
- 33.Жесткое сопряжение ригеля с колонной многоэтажного здания.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ» ДЛЯ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-70 02 01 ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО №УД-18-2-060/уч. от 26.12.2018 г.**

№ п.п.	Дополнения и изменения	Основание
4.1	4.1.1. Металлические конструкции / А. Б. Шурин [и др.]; под ред. А. Б. Шурина. – Брест: Издательство БрГТУ, 2020. – 177 с. 4.1.2. Проектирование стальных конструкций в соответствии с требованиями EUROCODES / А. Б. Шурин, А. Р. Туснин, И. В. Зинкевич, А. В. Мухин. – М.: Учебное пособие, Издательство АСВ, 2021. – 224 с. 4.1.3. Воздействия на строительные конструкции, здания и сооружения / В. В. Тур, А. Б. Шурин [и др.]; под ред. В. В. Тура, А. Б. Шурина. – Брест: Издательство БрГТУ, 2022. – 103 с. 4.1.4. Металлические конструкции: Учеб. для студентов вузов / Под ред. Ю. И. Кудишина – 13-е изд. – М.: Изд-во «Академия», 2011. – 688 с. 4.1.5. Металлические конструкции. В 3 т. Т.1. Элементы конструкций: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2001. – 551 с. 4.1.6. Металлические конструкции. В 3 т. Т.2. Конструкции зданий: Учеб. для строит. вузов / Под ред. В. В. Горева. – М.: Высш. шк., 2002. – 528 с.	Издание новых учебных и учебно-методических пособий по курсу «Металлические конструкции» в РБ и РФ

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры (протокол № 6 от 20.01.2022)

Заведующий кафедрой
строительных конструкций,
к.т.н., доцент



А.Б.Шурин

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета строительного факультета
к.т.н., доцент



С.М.Семенов