

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А."

Кафедра "Транспортное строительство"

**Аннотация к рабочей программе**

по дисциплине

**С.1.1.31 "Металлические конструкции"(общий курс)**

направления подготовки

08.05.01 "Строительство уникальных зданий и сооружений"

Специализация №5 "Строительство автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений"

форма обучения - очная (срок обучения 6 лет)

курс - 4

семестр - 7, 8

часов в неделю - 5; 3

всего часов - 396 (288/108)

в том числе:

лекции - 42 (28/14)

коллоквиумы - 12 (8/4) практические

занятия - 90 (54/36) лабораторные

занятия - нет самостоятельная работа

- 252 (198/54) зачет - 8 семестр

экзамен - 7 семестр РГР - нет

курсовая работа - нет курсовой

проект - 7 семестр

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель** преподавания дисциплины: формирование у студентов знаний о конструкции и методах проектирования и расчета металлических, висячих и вантовых мостов на автомобильных и железных дорогах согласно действующих нормативно-технических документов, с учетом природных условий, требований эффективности и безопасности перевозок.

**Задачи** учебной дисциплины:

- **изучение:** исторического очерка развития металлических мостов; современных направлений в проектировании и строительстве металлических мостов; материалов металлических мостов; основных систем металлических мостов и конструктивных элементов пролетных строений; балочных пролетных строений со сквозными фермами; арочных и рамных мостов; комбинированных систем; особенностей конструкции опор и опорных частей металлических мостов; типов конструкции проезжей части; связей в металлических пролетных строениях; видов соединений элементов металлоконструкций; конструктивных элементов пролетных строений автодорожных мостов; общих сведений о методах расчета; нагрузок и воздействий; технико-экономического анализа вариантов моста; балочной клетки проезжей части; конструкции балок со сплошной стенкой; конструкции сталежелезобетонных балок; методики определения усилий в главных балках; методики расчета сварных балок по прочности; методики проверки устойчивости балок; основных положений расчета пролетных строений с ортотропными плитами; методики расчета сечения по нормальным напряжениям на I стадии работы; методики расчета сечения по нормальным напряжениям на II стадии работы; методики расчета сечения сталежелезобетонной балки по касательным и приведенным напряжениям; методики расчета сопряжения железобетонной плиты и стальной балки; методики расчета конструктивных элементов; методики проверки жесткости балок; балочной клетки проезжей части; конструкции элементов и узлов ферм; методики расчета элементов главных ферм; методики расчета связей, опорных частей и проверки жесткости ферм; конструкции несущих элементов пролетных строений; методики расчета пролетных строений арочных, рамных и комбинированных систем; общих сведений о висячих и вантовых мостах; классификации висячих и вантовых мостов; генеральных размеров висячих и вантовых мостов; исторического очерка развития висячих и вантовых мостов; основных элементов пролетных строений висячих и вантовых мостов; конструкции балок жесткости висячих и вантовых мостов; конструкции кабелей и вант; конструкции пилонов; конструкции концевых анкеров кабелей и вант; конструкции узлов крепления вант и кабелей к балкам жесткости и пилонам; конструкции

устоев и анкерных массивов; конструкции опирания вантовых пролетных строений; особенностей конструкции: висячих мостов повышенной жесткости, висячих цепных мостов, вантово-балочных мостов; теоретических основ расчета висячих мостов; теоретических основ расчета вантовых мостов; динамических расчетов висячих и вантовых мостов; аэродинамических расчетов висячих и вантовых мостов.

- **формирование умения:** определять усилия в главных балках (фермах) моста; выполнять проверку сечения балки (элемента фермы) по прочности. Выполнять проверку сечения балки на устойчивость; конструировать и рассчитывать проезжую часть моста с ортотропной плитой; выполнять расчет сталежелезобетонных пролетных строений на I и II стадиях работы главной балки; выполнять конструирование и расчет элементов проезжей части моста; выполнять конструирование и расчет фрикционных и сварных стыков; выполнять расчет пролетного строения на жесткость; выполнять конструирование балочной клетки проезжей части моста; выполнять проверку сечения балки (элемента фермы) по прочности; выполнять конструирование и расчет фрикционных и сварных стыков, опорных частей и связей пролетного строения; выполнять конструирование несущих элементов пролетных строений: арочных, рамных, комбинированных; выполнять расчет пролетных строений комбинированных систем; составлять варианты схем висячего (вантового) моста; определять нагрузки на несущие элементы вантового (висячего) моста; назначать размеры несущих элементов вантового (висячего) моста; определять усилия в несущих элементах (вантах, кабеле, подвесках, пилонах, балке жесткости) вантового (висячего) моста на ЭВМ с помощью программных комплексов (LIRA); выполнять регулирование усилий в балке жесткости вантового моста; выполнять проверку сечения балки жесткости, пилона, вант, кабеля и подвесок по прочности; выполнять проверку сечения балки жесткости и пилона по устойчивости; выполнять конструирование и расчет проезжей части вантового (висячего) моста; выполнять конструирование и расчет фрикционных и сварных стыков пролетного строения (балки жесткости), пилона; выполнять динамические расчеты висячих и вантовых мостов; выполнять аэродинамические расчеты висячих и вантовых мостов; выполнять проверку аэродинамической устойчивости вант и балки жесткости.

- **формирование навыков** конструирования (выполнение чертежей несущих конструкций мостового сооружения) и проектирования (расчеты по прочностности, устойчивости, выносливости и жесткости несущих конструкций мостового сооружения) металлических, висячих и вантовых мостов, с учетом требований действующих нормативных документов, с использованием современных программных комплексов, компьютерной и офисной техники, применения научно-

технической информации, отечественного и зарубежного опыта.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина "Металлические конструкции" относится к базовой части и обеспечивает логическую взаимосвязь с изучением других дисциплин базовой и вариативной части.

Для освоения данной дисциплины используются знания и умения, приобретенные при изучении следующих дисциплин: "Математика", "Начертательная геометрия. Инженерная графика", "Сопrotивление материалов", "Строительная механика", "Механика грунтов", "Строительные материалы", "Инженерная геодезия", "Инженерная геология", "Основания и фундаменты сооружений".

Знания, умения и навыки, полученные в процессе изучения дисциплины, используются как фундаментальные для других специальных дисциплин.

*Требования к "входным знаниям", умениям и компетенциям обучающегося, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:*

До начала изучения дисциплины студент должен:

**знать:** физические аспекты явлений, вызывающих особые нагрузки и воздействия на здания и сооружения, основные положения и принципы обеспечения безопасности строительных объектов и безопасной жизнедеятельности работающих и населения; основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидротехнических систем и инженерных сетей и сооружений; основные положения и расчетные методы, используемые в дисциплинах: сопротивление материалов, строительная механика и механика грунтов, на которых базируется изучение специальных курсов всех строительных конструкций, машин и оборудования; взаимосвязь состава, строения и свойств конструкционных и строительных материалов, способы формирования заданных структуры и свойств материалов при максимальном ресурсоэнергосбережении, а также методы оценки показателей их качества; основы метрологии, включая понятия, связанные с объектами и средствами измерения, закономерности формирования результата измерения, состав работ и порядок проведения инженерного обследования зданий и сооружений различного назначения; основные архитектурные стили, функциональные основы проектирования, особенности современных несущих и ограждающих конструкций и приемы объемно-планировочных решений зданий; общие сведения о геодезических измерениях, основные понятия теории погрешностей, топографические карты и планы и их использование при проектировании, реконструкции и реставрации сооружений; законы геологии, гидрогеологии, генезис и классификацию пород и классификацию грунтов, иметь представление об инженерно-геологических изысканиях; знать основные положения и задачи строительного производства, виды и особенности основных строительных процессов при возведении зданий, сооружений и их оборудования, технологии их выполнения, включая методику

выбора и документирования технологических решений на стадии проектирования и стадии реализации, специальные средства и методы обеспечения качества строительства, охраны труда, выполнения работ в экстремальных условиях;

**уметь:** правильно выбирать конструкционные материалы, обеспечивающие требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений; анализировать воздействия окружающей среды на материал в конструкции, устанавливать требования к строительному и конструкционным материалам и выбирать оптимальный материал исходя из его назначения и условий эксплуатации; составить заключение о состоянии строительных конструкций здания по результатам обследования и выполнять обработку результатов статических и динамических испытаний конструкций и систем здания; разрабатывать конструктивные решения простейших зданий и ограждающих конструкций, вести технические расчеты по современным нормам; решать простейшие задачи инженерной геологии, уметь читать геологическую графику; уметь устанавливать состав рабочих операций и строительных процессов, обоснованно выбирать методы их выполнения, определить объемы, трудоемкость строительных процессов и потребное количество работников, специализированных машин, оборудования, материалов, полуфабрикатов и изделий, разрабатывать технологические карты строительного процесса, оформлять производственные задания бригадам (рабочим), осуществлять контроль и приемку работ;

**владеть:** навыками: устного и письменного речевого общения в соответствии с нормами современного литературного языка; пользования программно-техническими средствами и нормативными документами, обеспечивающими доступ к информационным ресурсам с помощью соответствующих информационных и internet-технологий; работы с компьютером как средством управления информацией и работы с информацией в глобальных компьютерных сетях; самостоятельной работой с учебной, научно-технической, нормативной литературой, электронным каталогом и базой;

**иметь представление:** о взаимосвязи дисциплины с другими дисциплинами специальности; об истории возникновения, развития автомобильного и железнодорожного транспорта и его инфраструктуры; о нормативных документах в области проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции мостовых сооружений.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций: ПК-1, ПК-3, ПСК-5.1:

- Код ПК-1: знание нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест;
- Код ПК-3: способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документа-

цию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов техническому заданию;

- Код ПСК-5.1: способность вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов строительства и реконструкции автомагистралей, аэродромов и специальных сооружений с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных выше компетенций, и демонстрировать следующие результаты:

*Студент должен знать:* **Общие сведения о металлических мостах.** Введение в курс металлических мостов. Общая характеристика и область применения металлических мостов. Достоинства и недостатки металлических мостов. Исторический очерк развития металлических мостов. Чугунные мосты. Стальные мосты. Уникальные конструкции металлических мостов. Современные направления в проектировании и строительстве металлических мостов. Развитие конструктивных форм. Способы изготовления и монтажа. Принципы унификации и серийного изготовления. Материалы металлических мостов. Работа стального образца под нагрузкой. Классы и марки сталей. Сортамент металла. Высокопрочные стали. Стали северного исполнения. Алюминиевые сплавы. **Основные системы металлических мостов.** Основные системы металлических мостов и конструктивные элементы пролетных строений. Балочные пролетные строения со сплошной стенкой. Разрезные пролетные строения. Неразрезные пролетные строения. Балочные пролетные строения со сквозными фермами. Пролетные строения с ездой поверху. Пролетные строения с ездой понизу. Фермы с жестким нижним поясом. Неразрезные пролетные строения с фермами. Балочно-консольные мосты. Арочные и рамные мосты. Арки со сплошной стенкой. Сквозные арки. Рамные мосты. Комбинированные системы. Гибкая арка с жесткой затяжкой. Жесткая арка с затяжкой. Подпружно-балочные системы. Балки с гибкими распорными арками. Особенности конструкций опор и опорных частей металлических мостов. Промежуточные опоры. Береговые опоры. Металлические опоры. Конструкции опорных частей. **Проезжая часть, связи и конструктивные элементы металлических мостов.** Типы конструкций проезжей части. Деревянный настил. Железобетонная плита. Металлическая ортотропная плита. Связи в металлических пролетных строениях. Продольные связи. Диафрагмы и поперечные связи. Виды соединений элементов металлоконструкций. Клепаные соединения. Сварные соединения. Фрикционные соединения. Заводские и монтажные стыки. Конструктивные элементы пролетных строений автодорожных мостов. **Основы проектирования металлических мостов.** Общие сведения о методах расчета. Группы предельных состояний. Нормативные и расчетные сопротивления. Нагрузки и воздействия. Постоянные нагрузки. Временные нагрузки. Сочетания нагрузок. Технико-экономический анализ вариантов моста. **Расчет пролетных строений со сплошными балками.** Балочная клетка проезжей части. Конструкция продольных и поперечных балок. Узлы сопряжения элементов балочной клетки. Определение усилий в продольной балке. Определение усилий в поперечной балке. Конструкция балок со сплошной стенкой. Типы поперечных сечений пролетных строений. Клепаные балки. Сварные двутавровые

балки. Сварные коробчатые балки. Деление коробчатых балок на монтажные элементы. Конструкция сталежелезобетонных балок. Особенности конструкций с объединенными балками. Конструкция блоков плит. Виды сечений сталежелезобетонных балок. Конструкция жестких упоров. Гибкие упоры. Объединение конструкций высокопрочными болтами. **Определение усилий и расчет балок со сплошной стенкой.** Определение усилий в главных балках. Разрезные балки. Неразрезные балки. Преднапряженные конструкции в металлических мостах. Расчет сварных балок по прочности. Проверка прочности по нормальным напряжениям. Проверка прочности по касательным напряжениям. Проверка прочности по приведенным напряжениям. Проверка устойчивости балок. Общая устойчивость балки. Местная устойчивость балки. Основные положения расчета пролетных строений с ортотропными плитами. Расчет ортотропной плиты по прочности. Учет неравномерности напряжений по ширине сечения. Учет деформативности контура коробчатого пролетного строения. **Расчет сталежелезобетонных балок.** Расчет сечения по нормальным напряжениям на I стадии работы. Особенности работы объединенных сечений. Назначение основных параметров конструкции. Определение напряжений в стальной балке. Расчет сечения по нормальным напряжениям на II стадии работы. Предварительная проверка прочности сталежелезобетонного сечения. Три случая работы бетона плиты. Учет процессов, происходящих в бетоне. Проверка прочности балки на действие положительного изгибающего момента. Проверка прочности балки на действие отрицательного изгибающего момента. Расчет сечения сталежелезобетонной балки по касательным и приведенным напряжениям. **Расчет конструктивных элементов и проверка жесткости пролетных строений.** Расчет сопряжения железобетонной плиты и стальной балки. Расчет жестких упоров. Расчет гибких упоров. Расчет соединения на высокопрочных болтах. Расстановка упоров при монолитной и сборной железобетонных плитах. Расчет конструктивных элементов. Определение мест обрыва листов пояса. Расчет прикрепления поясов к стенке балки. Расчет стыков балки. Проверка жесткости балок. Определение прогибов в разрезных балках. Определение прогибов в неразрезных балках. **Пролетные строения со сквозными фермами.** Балочная клетка проезжей части. Основные виды балочной клетки. Узлы сопряжения поперечных балок с фермами. Узлы сопряжения продольных и поперечных балок. Определение усилий в продольных и поперечных балках. Расчет узлов балочной клетки. Конструкция элементов и узлов ферм. Сечения клепаных элементов. Сечения сварных элементов. Конструкция узлов ферм. **Расчет пролетных строений со сквозными фермами. Мосты с пролетными строениями арочных, рамных и комбинированных систем.** Расчет элементов главных ферм. Определение усилий в элементах главных ферм. Расчет элементов по прочности и устойчивости. Расчет узловых фасонок. Расчет связей, опорных частей и проверка жесткости ферм. Расчет связей и порталных рам. Расчет опорных частей. Определение прогибов в пролетных строениях с фермами. Конструкция несущих элементов пролетных строений. Конструкция арочных пролетных строений. Конструкция рамных пролетных строений. Конструкция пролетных строений комбинированных систем. Основы расчета пролетных строений арочных, рамных и комбинированных систем.

**Общие сведения о висячих и вантовых мостах.** Область применения. Достоинства и недостатки. Классификация висячих мостов. Классификация вантовых мостов. Назначение генеральных размеров висячих и вантовых мостов. Назначение генеральных размеров висячих мостов. Назначение генеральных размеров вантовых мостов. **Особенности конструкций висячих и вантовых мостов.** Краткий исторический очерк развития висячих и вантовых мостов. Основные элементы пролетных строений висячих и вантовых мостов, их конструкция и материалы. Конструкция балок жесткости висячих и вантовых мостов. Конструкция балок жесткости висячих мостов. Конструкция балок жесткости вантовых мостов. **Особенности конструкций висячих и вантовых мостов.** Конструкция кабелей и вант. Конструкция несущих кабелей висячих мостов. Конструкция вант. Конструкция пилонов. Конструкция пилонов вантовых мостов. Конструкция пилонов висячих мостов. **Особенности конструкций висячих и вантовых мостов.** Конструкция концевых анкеров кабелей и вант. Конструкция концевых анкеров кабелей висячих мостов. Конструкция концевых анкеров вант вантовых мостов. Узлы крепления вант и кабелей к балкам жесткости и пилонам. Конструкция крепления вант к балке жесткости. Конструкция узлов крепления кабеля к подвескам и подвесок к балке жесткости. Конструкция крепления вант на пилоне. Конструкция крепления (опирания) кабеля на пилоне. **Особенности конструкций висячих и вантовых мостов.** Конструкция устоев и анкерных массивов. Конструкция опирания вантовых пролетных строений. Особенности конструкции висячих мостов повышенной жесткости. Особенности конструкции висячих цепных мостов. Особенности конструкции вантово-балочных мостов. **Статический расчет висячих и вантовых мостов.** Теоретические основы расчета висячих мостов. Особенности деформирования висячих мостов. Обзор методов деформационного расчета висячих мостов. Определение невыгодных (опасных) загружений висячих мостов временной подвижной нагрузкой. Теоретические основы расчета вантовых мостов. Особенности статического расчета вантовых мостов. Статический расчет вантовых мостов методами строительной механики. Анализ линий влияния внутренних усилий и прогибов в вантовых системах. Регулирование внутренних усилий в балке жесткости вантовых мостов. Практический расчет висячих и вантовых мостов на ЭВМ. **Динамические и аэродинамические расчеты висячих и вантовых мостов.** Причины и цель динамических и аэродинамических расчетов висячих и вантовых мостов. Основы динамического расчета. Причины и виды колебаний висячих и вантовых мостов. Учет динамического воздействия подвижной нагрузки при расчете висячих и вантовых мостов. Динамические характеристики висячих и вантовых мостов. Специальные меры для гашения колебаний в висячих и вантовых мостах. Основы аэродинамического расчета висячих и вантовых мостов. Постановка проблемы. Общие сведения из аэродинамики мостов. Методика проверки аэродинамической устойчивости висячих и вантовых мостов. Проверка аэродинамической устойчивости висячих и вантовых мостов в горизонтальной плоскости. Меры по повышению аэродинамической устойчивости висячих и вантовых мостов.

*Студент должен уметь:* определять усилия в главных балках (фермах) моста; выполнять проверку сечения балки (элемента фермы) по прочности. Вы-



полнять проверку сечения балки на устойчивость; конструировать и рассчитывать проезжую часть моста с ортотропной плитой; выполнять расчет сталежелезобетонных пролетных строений на I и II стадиях работы главной балки; выполнять конструирование и расчет элементов проезжей части моста; выполнять конструирование и расчет фрикционных и сварных стыков; выполнять расчет пролетного строения на жесткость; выполнять конструирование балочной клетки проезжей части моста; выполнять проверку сечения балки (элемента фермы) по прочности; выполнять конструирование и расчет фрикционных и сварных стыков, опорных частей и связей пролетного строения; выполнять конструирование несущих элементов пролетных строений: арочных, рамных, комбинированных; выполнять расчет пролетных строений комбинированных систем; составлять варианты схем висячего (вантового) моста; определять нагрузки на несущие элементы вантавого (висячего) моста; назначать размеры несущих элементов вантавого (висячего) моста; определять усилия в несущих элементах (вантах, кабеле, подвесках, пилонах, балке жесткости) вантавого (висячего) моста на ЭВМ

с помощью программных комплексов (LIRA); выполнять регулирование усилий в балке жесткости вантавого моста; выполнять проверку сечения балки жесткости, пилон, вант, кабеля и подвесок по прочности; выполнять проверку сечения балки жесткости и пилон по устойчивости; выполнять конструирование и расчет проезжей части вантавого (висячего) моста; выполнять конструирование и расчет фрикционных и сварных стыков пролетного строения (балки жесткости), пилон; выполнять динамические расчеты висячих и вантовых мостов; выполнять аэродинамические расчеты висячих и вантовых мостов; выполнять проверку аэродинамической устойчивости вант и балки жесткости.

*Студент должен владеть:* навыками конструирования (выполнение чертежей несущих конструкций мостового сооружения) и проектирования (расчеты по прочности, устойчивости, выносливости и жесткости несущих конструкций мостового сооружения) металлических, висячих и вантовых мостов с учетом требований действующих нормативных документов, с использованием современных программных комплексов, компьютерной и офисной техники, применения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта.