


Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор академии

 А.В.Колмыков

«27» декабря 2023 г.

Регистрационный № МС-283-23/уч.

## СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальностей  
6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство,  
7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений

2023 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательными стандартами высшего образования по специальностям 6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство (ОСВО 6-05-0811-03-2023), 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений (ОСВО 7-07-0732-01), а также учебными планами по специальностям БД-0811-03-3-23у<sup>1</sup> от 29.03.2023 г., БД-0811-03-3-23у<sup>2</sup> от 29.03.2023 г., БЗ-0811-03-3-23у<sup>1</sup> от 29.03.2023 г., БЗ-0811-03-3-23у<sup>3</sup> от 29.03.2023 г., БЗ-0811-03-3-23у<sup>4</sup> от 29.03.2023 г., БЗс-0811-03-3-23у<sup>1</sup> от 29.03.2023 г., СД-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г., СДс-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г., СЗ-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г., СЗс-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

В. В. ДЯТЛОВ, доцент кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», кандидат технических наук, доцент;

И. Д. ГУЦ, старший преподаватель кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В. Н. ОСНОВИН, заведующий кафедрой механики материалов и деталей машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент;

С. М. КУРЧЕВСКИЙ, доцент кафедры гидротехнического и энергетического строительства, водного транспорта и гидравлики учреждения образования «Белорусский национальный технический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 3/23 от 23.11.2023 г.);

методической комиссией мелиоративно-строительного факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 3 от 27.11.2023 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 4 от 27.12.2023 г.).

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Строительная механика является для студентов специальностей 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений и 6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство одной из основных учебных дисциплин. В результате изучения данной учебной дисциплины будущие инженеры вооружаются знаниями, необходимыми для проектирования инженерных зданий и сооружений, а также различных элементов инженерных конструкций. В курсе изучения учебной дисциплины «Строительная механика» излагаются методы определения усилий в статически определимых и неопределимых стержневых системах (балках, рамах, фермах, арках и др.), а также перемещений в этих системах при действии на них постоянных и временных, неподвижных и подвижных, статических и динамических нагрузок, при изменении температуры и осадке опор.

Эта наука широко применяется в инженерной практике и имеет особое значение для строительных специальностей, так как развивает у будущих специалистов широкое инженерное мышление и творческую инициативу.

Правильное и рациональное выполнение расчетов на прочность, жесткость и устойчивость инженерных сооружений и конструкций, используемых в сложных эксплуатационных условиях, является необходимым условием их надежности и долговечности при одновременном снижении материалоемкости.

**Цель** учебной дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций при изучении методов расчета и проектирования инженерных сооружений и строительных конструкций, развитие инженерного мышления у студентов, формирование фундамента инженерно-технических знаний на основе изучения достижений мировой и отечественной науки и техники, формирование установки на практическое внедрение полученных студентами знаний в их профессиональной деятельности и других сферах жизни общества, а также развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основные **задачи** учебной дисциплины, устанавливаемые сферой профессиональной деятельности выпускников, – овладение, развитие и закрепление теоретических основ и практических навыков применения методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость инженерных сооружений и строительных конструкций для надежного и экономичного их проектирования.

Учебная дисциплина «Строительная механика» относится к государственному компоненту модуля «Базовая строительная подготовка 1» учебного плана по специальности 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений, модуля «Механика» учебного плана по специальности 6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство. Освоение учебной дисциплины «Строительная механика» базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении таких учебных дисциплин, как «Высшая математика», «Физика», «Сопроотивление материалов» «Строительные материалы и изделия», «Механика материалов» и др.

В свою очередь, учебная дисциплина является базовой для последующего изучения таких учебных дисциплин, как: «Механика грунтов, основания и фундаменты», «Инженерные конструкции», «Гидротехнические сооружения» и др.

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны развить и закрепить следующую базовую профессиональную компетенцию:

применять методы расчета стержневых систем на прочность, жесткость, устойчивость для надежного и экономичного проектирования зданий и сооружений (для специальности 6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство);

применять расчеты строительных конструкций и их элементов на прочность, устойчивость и жесткость для решения инженерно-строительных задач (для специальности 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений).

В результате изучения учебной дисциплины «Строительная механика» обучающиеся должны:

**знать:**

- методики проведения кинематического анализа стержневых систем;
- методы определения усилий и перемещений в статически определимых и неопределимых стержневых системах на статические, неподвижные и подвижные нагрузки;
- методы определения давления сыпучих тел и расчета подпорных сооружений;
- основные нормативно-справочные материалы по проектированию инженерных сооружений и строительных конструкций;
- методы и алгоритмы расчета и проектирования инженерных сооружений и строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- причины разрушения инженерных сооружений и строительных конструкций и способы повышения их надежности и долговечности;

**уметь:**

- проводить кинематический анализ стержневых систем;
- использовать на практике основные положения теории сооружений для определения прочности, жесткости, устойчивости и долговечности инженерных конструкций мелиоративных объектов, сельскохозяйственных и жилых зданий и сооружений и получения данных для их надежного и экономичного проектирования;
- выбирать рациональные методы и алгоритмы расчета инженерных сооружений и строительных конструкций с учетом возможных упрощений, допущений и ограничений;
- выполнять сложные инженерные расчеты с применением технологических программ на ПЭВМ;
- пользоваться строительными нормами и правилами, стандартами, техническими условиями, каталогами унифицированных промышленных изделий и деталей, справочными пособиями;

**владеть:**

- полученными базовыми научно-теоретическими знаниями и уметь применять их для решения теоретических и практических профессиональных задач;
- системным и сравнительным анализом;
- исследовательскими навыками;
- междисциплинарным подходом при решении проектных задач в области инженерно-мелиоративного строительства и возведения жилых либо производственных сельскохозяйственных зданий и сооружений;
- способностью к социальному взаимодействию и межличностным коммуникациям, к восприятию критики и самокритике, умению работать в команде;

- навыками самостоятельного получения знаний и повышения квалификации;
- современными компьютерными технологиями проектирования мелиоративных инженерных систем и сельских населенных пунктов.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине обучающиеся должны не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 6-05-0811-03 **Мелиорация и водное хозяйство** очной полной формы получения образования, составляет **216** часов. Из них **126** часов – аудиторная работа, **90** часов – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **54** часа;
- лабораторные занятия – **36** часов;
- практические занятия – **36** часов.

Учебная дисциплина преподается студентам на 2-м курсе в 4-м семестре. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом 6-05-0811-03 **Мелиорация и водное хозяйство** заочной полной формы получения образования, составляет всего **216** часов. Из них **28** часов – аудиторная работа, **188** часов – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **12** часов;
- лабораторные занятия – **8** часов;
- практические занятия – **8** часов.

Учебная дисциплина преподается студентам на 3-м курсе.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестаций – экзамен.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 6-05-0811-03 **Мелиорация и водное хозяйство** заочной сокращенной формы получения образования, составляет всего **144** часа. Из них **20** часов – аудиторная работа, **124** часа – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **8** часов;
- лабораторные занятия – **4** часа;
- практические занятия – **8** часов.

Учебная дисциплина преподается студентам на 2-м курсе. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 7-07-0732-01 **Строительство зданий и сооружений** очной полной формы получения образования, составляет **260** часов. Из них **168** часов – аудиторная работа, **92** часа – самостоятельная ра-

бота. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **68** часов;
- практические занятия – **100** часов.

Учебная дисциплина преподается студентам на 3-м курсе в 5-м и 6-м семестрах. Рекомендуемые формы промежуточной аттестации – экзамены.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 7-07-0732-01 **Строительство зданий и сооружений** очной сокращенной формы получения образования составляет **182** часов. Из них **118** часов – аудиторная работа, **64** часа – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **50** часов;
- практические занятия – **68** часов.

Учебная дисциплина преподается студентам на 2-м курсе в 4-м семестре. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 7-07-0732-01 **Строительство зданий и сооружений** заочной полной формы получения образования, составляет всего **260** часов. Из них **40** часов – аудиторная работа, **220** часов – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **16** часов;
- практические занятия – **24** часа.

Учебная дисциплина преподается студентам на 4-м курсе, в 5-м и 6-м семестрах. Причем распределение учебной нагрузки по двум семестрам – поровну:

в каждом семестре всего – **130** часов. Из них **20** часов – аудиторная работа, **110** часов – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **8** часов;
- практические занятия – **12** часов.

Рекомендуемые формы промежуточной аттестации по семестрам – экзамены.

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 7-07-0732-01 **Строительство зданий и сооружений** заочной сокращенной формы получения образования, составляет всего **182** часов. Из них **28** часов – аудиторная работа, **154** часа – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – **12** часов;
- практические занятия – **16** часов.

Учебная дисциплина преподается студентам на 3-м курсе в 4-м семестре. Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. Введение**

Задачи строительной механики по изучению напряженно деформированного состояния, работоспособности, надежности и долговечности наиболее простых и типичных элементов конструкций, деталей и узлов машин, приборов в связи с развитием строительной индустрии. Связь строительной механики с другими дисциплинами учебного плана. Краткий исторический очерк развития строительной механики. Основные элементы сооружений. Способы соединения элементов в единую систему и прикрепления ее к основанию. Понятие о расчетной схеме. Классификация сооружений. Объекты, изучаемые в строительной механике. Основные допущения, принятые в строительной механике.

### **2. Кинематический анализ сооружений**

Системы геометрически неизменяемые, изменяемые и мгновенно изменяемые, статически определимые и статически неопределимые. Образование неизменяемых систем. Необходимое и достаточное условия геометрической неизменяемости. Число степеней свободы и число «лишних» связей, их определение. Понятие о диске. Соединение двух и трех дисков. Анализ структуры стержневых систем.

### **3. Статически определимые стержневые системы**

#### **3.1 Балочные и консольно-балочные фермы**

Понятие о ферме. Образование ферм. Статическая определимость и геометрическая неизменяемость ферм. Классификация ферм. Допущения, принятые при расчете ферм. Аналитический расчет ферм: способ вырезания узлов, способ моментных точек, способ проекций. Признаки нулевых стержней. Расчет ферм с простой решеткой на подвижную нагрузку – построение линий влияния опорных реакций, линий влияния усилий в стержнях ферм, расположенных в пролете фермы и на консолях.

#### **3.2. Теория линий влияния**

Расчет систем на подвижную нагрузку. Типы подвижных нагрузок. Основные свойства линий влияния. Определение усилий от неподвижной нагрузки по линиям влияния. Определение экстремальных усилий от подвижной нагрузки по линиям влияния. Критерии невыгодного положения системы грузов при полигональных и треугольных линиях влияния.

### 3.3. Многопролетные балки и балочные рамы

Образование многопролетных статически определимых балок. Условия геометрической неизменяемости, кинематический анализ многопролетных балок и балочных рам. Типы балок. Аналитический расчет на неподвижную нагрузку при непосредственном ее приложении, узловaя нагрузка. Построение эпюр изгибающих моментов, продольных и поперечных сил. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил для простых балок. Линии влияния для многопролетных балок и балочных рам (балок с ломаными осями) при непосредственном приложении нагрузки. Линии влияния при узловом приложении нагрузки.

### 3.4. Трехшарнирные арки и рамы

Образование трехшарнирных арок и рам. Условие геометрической неизменяемости, кинематический анализ трехшарнирных арок и рам. Типы трехшарнирных систем. Особенности работы. Определение опорных реакций. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил. Сопоставление работы трехшарнирных и балочных систем.

### 3.5. Определение перемещений

Перемещения возможные и действительные. Работа внешних сил. Теорема о взаимности работ и взаимности перемещений. Суммарная работа статически действующих внешних сил. Работа внутренних сил. Зависимость между работой внешних и внутренних сил. Потенциальная энергия. Свойства потенциальной энергии.

Формулы перемещений: теорема Кастильяно, упрощенная запись теоремы Кастильяно, формула О. Мора. Особенности вычисления интегралов О. Мора (перемножения эпюр) по правилу Верещагина. Формула Симпсона для вычисления интегралов О. Мора.

Перемещения узлов ферм. Определение перемещений в балках и рамах при осадке опор. Работа внутренних сил при изменении температуры. Определение перемещений в рамах от изменения температуры по формуле О. Мора и правилу Верещагина.

## 4. Статически неопределимые стержневые системы

### 4.1. Метод сил

Свойства статически неопределимых систем. Степень статической неопределимости. Сущность метода сил. Основная система. Требования, предъявляемые к основной системе. «Лишние» связи. Составление канонических уравнений. Определение и проверки правильности вычисления коэффициентов и свободных членов канонических уравнений. Решение канонических уравнений. Проверка правильности расчетов. Построение эпюр изгибающих моментов, попе-

речных и продольных сил. Контроль правильности их построения. Построение эпюр внутренних силовых факторов при расчете плоских стержневых статически неопределимых систем на ЭВМ.

Определение перемещений в статически неопределимых системах. Расчет статически неопределимых систем на действие температуры и осадку опор.

Упрощение расчета сложных симметричных статически неопределимых рам: выбор рациональной основной системы, групповые неизвестные, преобразование нагрузок, способ упругого центра.

## **4.2. Статически неопределимые арки и трубы**

Расчет статически неопределимых арок. Типы основных систем. Расчет на неподвижную нагрузку. Вычисление коэффициентов интегрированием и численным способом. Особенности расчета параболических двухшарнирных и бесшарнирных арок. Расчет круговых арок и колец при радиальной нагрузке.

## **4.3. Метод перемещений**

Сущность метода. Степень кинематической неопределимости и основная система. Канонические уравнения. Свойства единичных реакций. Построение «эпюр» для основной системы. Способы вычисления и проверки реакций. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных и продольных сил. Проверка расчетов.

Использование симметрии для упрощения расчетов сложных рам. Сопоставление метода перемещений и метода сил. Выбор рационального метода расчета.

## **5. Расчет подпорных сооружений**

Типы подпорных сооружений, назначение. Физико-механические свойства грунтов и сыпучих тел. Взаимосвязь объемного веса, пористости и влажности грунтов. Развитие деформаций в грунтах. Боковое давление грунта на подпорную стену. Связь давления с перемещением напорной грани. Предельное равновесие. Предельные давления: активное и пассивное. Определение активного давления грунта по методу Кулона. Выражение давления на плоскую грань стены через вес призмы сползания. Построение Кульмана. Теоремы Ребхана. Построение Понселе. Частные случаи.

Эпюры интенсивностей давлений. Точка приложения и направление силы активного давления. Влияние равномерно распределенной нагрузки, расположенной на открытой поверхности грунта. Влияние неоднородности грунта. Давление водопроницаемого грунта совместно с водой. Давление водонепроницаемого грунта совместно с водой. Определение давления грунта при ломаном очертании ограждающей поверхности.

Аналитические формулы для определения активного давления грунта: идеальные и реальные стены. Определение пассивного давления грунта по Кулону.

Формулы пассивного давления. Сопоставление пассивного и активного давлений.

Расчет устойчивости массивных подпорных стен: нагрузки на подпорную стену, коэффициент устойчивости на опрокидывание, коэффициент устойчивости на сдвиг. Расчет прочности массивных подпорных стен. Напряжения в теле стены и подошве фундамента. Аналитическое определение эксцентриситета. Графическое определение эксцентриситета (кривая давления).

## **6. Устойчивость и динамика сооружений**

Предмет и задачи динамики сооружений. Виды динамических нагрузок и колебаний. Понятие о степени свободы упругой системы. Частота и период свободных колебаний. Свободные колебания систем. Резонанс и его развитие во времени. Динамический коэффициент.

Устойчивость сжатых прямых стержней. Виды равновесия. Потеря устойчивости систем. Устойчивость составных стержней. Устойчивость стержней на упругом основании.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Для специальности

#### 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений

#### 3.1.1. Форма получения высшего образования: дневная полная

Наименование разделов	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
<b>3-й курс 5-й семестр</b>						
1. Введение	2	2	–	–		
2. Кинематический анализ сооружений	10	4	–	6		
3. Статически определимые стержневые системы						
3.1. Балочные и консольно-балочные фермы	22	8	–	14		
3.2. Теория линий влияния	14	6	–	8		
3.3. Многопролетные балки и балочные рамы	20	8	–	12		
3.4. Трехшарнирные арки и рамы	16	6	–	10		
Итого	84	34	–	50	46	Экзамен
<b>3-й курс 6-й семестр</b>						
3.5. Определение перемещений	16	6	–	10		
4. Статически неопределимые стержневые системы						
4.1. Метод сил	16	6	–	10		
4.2. Статически неопределимые арки и трубы	12	4	–	8		
4.3. Метод перемещений	14	6	–	8		
5. Расчет подпорных сооружений	18	8	–	10		
6. Устойчивость и динамика сооружений	8	4		4		
Итого	84	34	–	50	46	Экзамен
Всего	168	68	–	100	92	

### 3.1.2. Форма получения высшего образования: дневная сокращенная

Наименование разделов	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
1. Введение	2	2	–	–		
2. Кинематический анализ сооружений	6	2	–	4		
3. Статически определимые стержневые системы						
3.1. Балочные и консольно-балочные фермы	10	4	–	6		
3.2. Теория линий влияния	6	2	–	4		
3.3. Многопролетные балки и балочные рамы	12	6	–	6		
3.4. Трехшарнирные арки и рамы	8	4	–	4		
3.5. Определение перемещений	14	6	–	8		
4. Статически неопределимые стержневые системы						
4.1. Метод сил	16	6	–	10		
4.2. Статически неопределимые арки и трубы	10	4	–	6		
4.3. Метод перемещений	16	6	–	10		
5. Расчет подпорных сооружений	14	6	–	8		
6. Устойчивость и динамика сооружений	4	2	–	2		
Всего	118	50	–	68	64	Экзамен

### 3.1.3. Форма получения высшего образования: заочная полная

Наименование разделов	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
<b>4-й курс 5-й семестр</b>						
1. Введение	1	1	–	–		
2. Кинематический анализ сооружений	3	1	–	2		
3. Статически определимые стержневые системы						
3.1. Балочные и консольно-балочные фермы	7	3	–	4		
3.2. Теория линий влияния	–	–	–	–		
3.3. Многопролетные балки и балочные рамы	6	2	–	4		
3.4. Трехшарнирные арки и рамы	3	1	–	2		
Итого	20	8	–	12	110	Экзамен
<b>4-й курс 6-й семестр</b>						
3.5. Определение перемещений	5	2	–	3		
4. Статически неопределимые стержневые системы						
4.1. Метод сил	5	2	–	3		
4.2. Статически неопределимые арки и трубы	3	1	–	2		
4.3. Метод перемещений	4	2	–	2		
5. Расчет подпорных сооружений	5	2	–	3		
6. Устойчивость и динамика сооружений	–	–	–	–		
Итого	20	8	–	12	110	Экзамен
Всего	40	16	–	24	220	

**3.1.4. Форма получения высшего образования: заочная сокращенная**

Наименование разделов	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
1. Введение	1	1	–	–		
2. Кинематический анализ сооружений	2	1	–	1		
3. Статически определимые стержневые системы						
3.1. Балочные и консольно-балочные фермы	3	1	–	2		
3.2. Теория линий влияния	2	1	–	1		
3.3. Многопролетные балки и балочные рамы	3	1	–	2		
3.4. Трехшарнирные арки и рамы	2	1	–	1		
3.5. Определение перемещений	3	1	–	2		
4. Статически неопределимые стержневые системы						
4.1. Метод сил	4	2	–	2		
4.2. Статически неопределимые арки и трубы	2	1	–	1		
4.3. Метод перемещений	3	1	–	2		
5. Расчет подпорных сооружений	3	1	–	2		
6. Устойчивость и динамика сооружений	–	–	–	–		
Всего	28	12	–	16	154	Экзамен

**3.2. Для специальности  
6-05-0811-03 Мелиорация и водное хозяйство**

**3.2.1. Форма получения высшего образования: дневная полная**

Наименование разделов	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
1. Введение	2	2				
2. Кинематический анализ сооружений	6	2	2	2		
3. Статически определимые стержневые системы						
3.1. Балочные и консольно-балочные фермы	20	8	6	6		
3.2. Теория линий влияния	4	2	–	2		
3.3. Многопролетные балки и балочные рамы	20	8	6	6		
3.4. Трехшарнирные арки и рамы	10	4	4	2		
3.5. Определение перемещений	14	6	4	4		
4. Статически неопределимые стержневые системы						
4.1. Метод сил	16	8	4	4		
4.2. Статически неопределимые арки и трубы	6	2	2	2		
4.3. Метод перемещений	12	6	2	4		
5. Расчет подпорных сооружений	12	4	6	2		
6. Устойчивость и динамика сооружений	4	2	–	2		
<b>Всего</b>	<b>126</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>Экзамен</b>

### 3.2.2. Форма получения высшего образования: заочная полная

Наименование разделов	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
1. Введение	1	1	–	–		
2. Кинематический анализ сооружений	1	1	–	–		
3. Статически определимые стержневые системы						
3.1. Балочные и консольно-балочные фермы	5	2	2	1		
3.2. Теория линий влияния	–	–	–	–		
3.3. Многопролетные балки и балочные рамы	5	2	2	1		
3.4. Трехшарнирные арки и рамы	3	1	1	1		
3.5. Определение перемещений	4	2	1	1		
4. Статически неопределимые стержневые системы						
4.1. Метод сил	5	2	1	2		
4.2. Статически неопределимые арки и трубы	1	–	–	1		
4.3. Метод перемещений	–	–	–	–		
5. Расчет подпорных сооружений	3	1	1	1		
6. Устойчивость и динамика сооружений	–	–	–	–		
Всего	28	12	8	8	188	Экзамен

**3.2.3. Форма получения высшего образования: заочная сокращенная**

Наименование разделов	Всего аудиторных часов	В том числе			Количество часов СР	Форма контроля знаний
		лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
1. Введение	–	–	–	–		
2. Кинематический анализ сооружений	–	–	–	–		
3. Статически определимые стержневые системы						
3.1. Балочные и консольно-балочные фермы	3	1	1	1		
3.2. Теория линий влияния						
3.3. Многопролетные балки и балочные рамы	3	1	1	1		
3.4. Трехшарнирные арки и рамы	3	1	1	1		
3.5. Определение перемещений	2	1		1		
4. Статически неопределимые стержневые системы						
4.1. Метод сил	3	1		2		
4.2. Статически неопределимые арки и трубы	1	1		–		
4.3. Метод перемещений	2	1		1		
5. Расчет подпорных сооружений	3	1	1	1		
6. Устойчивость и динамика сооружений	–	–	–	–		
Всего	20	8	4	8	124	Экзамен

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Литература

#### Основная

1. Афанасенко, Е. В. Строительная механика: учебник / Е. В. Афанасенко, Д. Е. Афанасенко, Ю. Н. Дуброва. – Минск: РИВШ, 2023. – 388 с.
2. Игнатюк, В. И. Строительная механика. Статика и устойчивость стержневых систем: учеб. пособие / В. И. Игнатюк, В. В. Тур. – Брест: Изд-во БрГТУ, 2020. – 236 с.
3. Борисевич, А. А. Строительная механика: учебник для вузов / А. А. Борисевич, Е. М. Сидорович, В. И. Игнатюк. – Минск: БНТУ, 2007. – 821 с.
4. Борисевич, А. А. Строительная механика: учеб. пособие / А. А. Борисевич, Е. М. Сидорович, В. И. Игнатюк. – 2-е изд., перераб. – Минск: БНТУ, 2009. – 756 с.
5. Дарков, А. В. Строительная механика / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. – Москва: Высш. шк., 1986. – 607 с.
6. Снитко, Н. К. Строительная механика: учебник для вузов / Н. К. Снитко. – изд. 2-е, перераб. – Москва: Высш. шк., 1980. – 431 с.
7. Киселев, В. А. Строительная механика. Общий курс / В. А. Киселев. – Москва: Стройиздат, 1986. – 520 с.
8. Евтух, Г. И. Расчет подпорных стен и труб в грунте: учеб. пособие / Г. И. Евтух, В. М. Селюков, А. С. Хамутовский. – Горки: БСХА, 1977. – 52 с.

#### Дополнительная

1. Игнатюк, В. И. Строительная механика: пособие / В. И. Игнатюк, И. С. Сыроквашко; БрГТУ. – Брест, 2014. – 100 с.
2. Игнатюк, В. И. Строительная механика: пособие / В. И. Игнатюк, И. С. Сыроквашко; БрГТУ. – 2-е изд., доп. – Брест, 2015. – 152 с.
3. Игнатюк, В. И. Строительная механика: пособие / В. И. Игнатюк, И. С. Сыроквашко; БрГТУ. – 3-е изд., доп. – Брест, 2017. – 188 с.
4. Сборник задач по курсу «Механика материалов и конструкций» / Л. С. Минин, Ю. А. Окопный, В. П. Радин, В. Е. Хроматов. – Москва: МЭИ, 1998. – 303 с.
5. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах: в 2 ч. / Н. Н. Анохин. – Москва: Изд-во АСВ, 2000. – Ч. 1. Статически определимые системы. – 336 с.
6. Анохин, Н. Н. Строительная механика в примерах и задачах: в 2 ч. / Н. Н. Анохин. – Москва: Изд-во АСВ, 2000. – Ч. 2. Статически неопределимые системы. – 464 с.

7. Леонтьев, Н. Н. Основы строительной механики стержневых систем / Н. Н. Леонтьев, Д. Н. Соболев, А. А. Амосов. – Москва: Изд-во АСВ, 1996. – 541 с.
8. Смирнов, А. Ф. Строительная механика. Стержневые системы / А. Ф. Смирнов. - Москва: Стройиздат, 1981. - 512 с.
9. Доценко, И. С. Строительная механика: учеб. пособие для вузов / И. С. Доценко. - Киев: Виц. шк., 1976. - 296 с.
10. Справочник по сопротивлению материалов / Е. Ф. Винокуров [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1988. – 464 с.
11. Строительная механика: учебник для строительных специальностей / Под ред. Ю. И. Бутенко. - Киев: Виц. шк., 1989. - 477 с.
12. Чирас, А.А. Строительная механика: учебник для вузов / А. А. Чирас. - Москва: Стройиздат, 1989. – 255 с.

#### **4.2. Рекомендуемые формы и методы обучения**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям учебной дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично поисковый метод) с использованием опорных сигналов, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторных (практических) занятиях и при самостоятельной работе студентов;
- проектные технологии, используемые при расчетах конкретных инженерных сооружений или строительных конструкций, реализуемые при выполнении домашних расчетно-графических заданий.

#### **4.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы**

Самостоятельная работа обучающихся наряду с аудиторной работой составляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа – это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя.

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории на практических занятиях под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа с консультациями преподавателя при выполнении индивидуальных расчетно-графических заданий или контрольных работ либо при защите лабораторных работ;

- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов и интернет-ресурсов;
- выполнение домашних расчетно-графических работ по индивидуальным заданиям, в том числе по разноуровневым заданиям.

Контроль за качеством самостоятельной работы обучающихся осуществляется путем оценки правильности выполнения индивидуального задания.

#### **4.4. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций**

Оценка учебной деятельности обучающихся производится на экзамене по десятибалльной шкале.

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям программы создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тематику рефератов.

Оценочными средствами предусматривается оценка способности обучающихся к творческой деятельности, их готовности вести поиск решения новых задач, связанных с неточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

Для диагностики компетенций могут использоваться следующие формы: устная, письменная и устно-письменная.

К устной форме диагностики компетенций относится устный зачет и экзамен.

К письменной форме диагностики компетенций относятся: контрольные работы; рефераты; письменные зачет и экзамен.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся: отчеты по аудиторным и домашним практическим упражнениям с их устной защитой; отчеты по лабораторным работам с их устной защитой; зачет, экзамен.

Форма диагностики компетенций устанавливается кафедрой.

#### **4.5. Примерный перечень практических занятий**

1. Кинематический анализ стержневых систем.
2. Аналитический расчет ферм.
3. Расчет ферм на неподвижную нагрузку.
4. Определение усилий по линиям влияния от неподвижной и подвижной нагрузки.
5. Аналитический расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку при непосредственном ее приложении.
6. Аналитический расчет многопролетных балок при узловом приложении нагрузки.
7. Линии влияния для простых балок.
8. Линии влияния для многопролетных балок при непосредственном и узловом приложении нагрузки.
9. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  для трехшарнирных арок и рам.

10. Определение перемещений при помощи теоремы Кастильяно, интегралов О. Мора – их аналитического решения и графоаналитического по правилу Верещагина.

11. Определение перемещений в элементах конструкций при осадке опор.

12. Определение перемещений от изменения температуры.

13. Раскрытие статической неопределимости плоских стержневых систем методом сил, в том числе при использовании ЭВМ.

14. Определение перемещений в статически неопределимых системах.

15. Расчет статически неопределимых систем на действие температуры и осадку опор.

16. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений.

17. Использование симметрии для упрощения расчетов статически неопределимых рам методом перемещений.

18. Определение активного давления грунта. Влияние распределенной нагрузки, неоднородности грунта.

19. Определение активного давления водопроницаемого и водонепроницаемого грунта совместно с водой.

20. Аналитический расчет подпорных стен.

21. Расчет подпорных стен на устойчивость и прочность.

#### **4.6. Примерный перечень лабораторных работ**

На лабораторных занятиях студенты осваивают методы экспериментального исследования деформаций и напряжений в элементах инженерных конструкций, практически проверяют основные положения теории сооружений.

Примерная тематика лабораторных работ:

1. Изучение работы балочных ферм.

2. Определение перемещений в трехшарнирной раме.

3. Проверка принципа взаимности работ и взаимности перемещений.

4. Определение реактивных усилий в статически неопределимых рамах.

5. Определение опорных реакций в многопролетной неразрезной балке.

6. Определение усилия распора в двухшарнирной арке.

7. Определение угла внешнего трения.

8. Определение углов внутреннего трения.

9. Изучение поверхности сползания в песчаном массиве.

10. Изучение давления грунта на подпорную стену.

#### **4.7. Примерная тематика расчетно-графических заданий**

1. Расчет многопролетных балок на неподвижную и подвижную нагрузки.

2. Расчет плоских балочных ферм на неподвижную и подвижную нагрузки.

3. Расчет трехшарнирных систем.

4. Определение перемещений в статически определимых балках и рамах.

5. Расчет статически неопределимых балок и рам методом сил.

6. Расчет статически неопределимых арок и труб методом сил.

7. Расчет статически неопределимых систем методом перемещений.

#### 8. Расчет подпорной стены на устойчивость и прочность.

Обучающиеся в процессе изучения дисциплины выполняют от трех до шести самостоятельных домашних расчетно-графических заданий. Количество, тематика и состав домашних расчетно-графических заданий для самостоятельного выполнения определяются ведущим преподавателем, исходя из их примерного перечня.

Тематика и количество проводимых с обучающимися контрольных и индивидуальных работ планируются, как правило, в соответствии с выполняемыми домашними заданиями.

### 4.8. Критерии оценок результатов учебной деятельности обучающихся

Экзаменационные билеты состоят из двух теоретических вопросов и одной задачи. Оценка знаний осуществляется путем суммирования баллов, заработанных обучающимся при ответе на каждый вопрос и решении задачи. За неполное соответствие каждому из нижеперечисленных требований в ответах снимаются баллы в зависимости от уровня несоответствия требованиям, определяемого экзаменатором.

**Требования** к знаниям и умениям по теоретическим вопросам экзаменационного задания (в баллах в зависимости от трудоемкости):

#### 1. Ответ на теоретический вопрос:

- приведены основные термины и определения по теме вопроса – 1 балл;
- объяснена суть работы и расчета строительных конструкций либо инженерных сооружений – 1 балл;
- приведены основные формулы и раскрыты их составляющие – 1 балл.

#### 2. Решение задачи:

- составлены требуемые расчетные схемы для решения задачи – 1 балл;
- приведены основные формулы, необходимые для решения задачи – 1 балл;
- представлены расчеты по основным формулам, необходимым для решения задачи – 1 балл;
- получен правильный ответ по результату решения задачи, приведены аргументированные выводы – 1 балл.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Гидротехнические сооружения	Кафедра гидротехнических сооружений и водоснабжения		
Инженерные конструкции	Кафедра сельского строительства и обустройства территорий		

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**  
на 20\_\_\_ / 20\_\_\_ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (протокол №\_\_\_ от 202\_\_г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)                      (подпись)                      (И. О. Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

\_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)                      (подпись)                      (И. О. Фамилия)