

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

---

---

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор академии**

\_\_\_\_\_ **А. В. Колмыков**

«\_\_» \_\_\_\_\_ **2019 г.**

**Регистрационный № УД-\_\_\_\_\_ / уч.**

**СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

**Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
1-74 06 04 Техническое обеспечение  
мелиоративных и водохозяйственных работ**

**2019 г.**

Учебная программа разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования первой ступени по специальности 1–74 06 04 – «Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ» утвержденным Постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 66 от 28.05.2019, учебными планами: К 74-1-014/пр. тип. от 12.07.2018, С-06-45-18 у от 27.09.2018.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

И. Д. ГУЦ, старший преподаватель кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

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

И.Г. МАЛКОВ, зав. кафедрой архитектуры и строительства учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», доктор архитектуры, профессор.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
(протокол № 9/19 от 23.05 2019 г.);

Методической комиссией факультета механизации сельского хозяйства учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
(протокол № 9 от 27.05 2019 г.);

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»  
(протокол № 10 от 26.06 2019 г.);

Ответственный за редакцию: Гуц И.Д.

Ответственный за выпуск: Гуц И.Д.

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

«Строительная механика» является для студентов специальности 1–74 06 04 – «Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ» одной из основных учебных дисциплин. Ее цель – дать будущему инженеру знания, необходимые для проектирования гидротехнических сооружений, а также различных элементов инженерных конструкций. В курсе 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.

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 гидротехнических 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.

Задачи учебной дисциплины, устанавливаемые сферой профессиональной деятельности выпускников специальности, быть способным выполнять расчеты элементов гидротехнических сооружений на прочность, жесткость и устойчивость для их экономически эффективного проектирования.

Дисциплина относится к модулю «Механика и гидравлика» дисциплин государственного компонента, осваиваемых студентами на первой ступени высшего образования по специальности 1-74 06 04 «**Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ**».

Освоение учебной дисциплины «**Строительная механика**» базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин: «Высшая математика», «Физика» и др.

Учебная дисциплина «**Строительная механика**» относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин государственного компонента.

В результате изучения дисциплины студенты специальности должны владеть следующей базовой профессиональной компетенцией:

**БПК-7.** Быть способным выполнять расчеты элементов гидротехнических сооружений на прочность, жесткость и устойчивость для их экономически эффективного проектирования.

### **Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины, примерное распределение аудиторного времени по видам занятий**

Общее количество часов, отводимых на изучение учебной дисциплины в соответствии с учебным планом специальности 1-74 06 04 «Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ» очной формы получения образования составляет всего 340 часов. Из них 162 часа – аудиторная работа, 178 часов – самостоятельная работа. По видам занятий предусматривается следующее распределение аудиторного времени:

- лекции – 72 часов;
- лабораторные занятия – 36 часов;
- практические занятия – 54 часов.

Учебная дисциплина преподается студентам в 3, 4 семестрах. Рекомендуемая форма текущей аттестации – зачет, экзамен.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

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. Типы опор. Классификация сооружений. Объекты, изучаемые в строительной механике. Понятие об изотропии и анизотропии. Внешние силы и их классификация. Нагрузки статические и динамические, постоянные и переменные во времени. Основные допущения, принятые в строительной механике. Внутренние силы. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях элемента. Классификация типов нагружения по внутренним силовым факторам. Напряжения – полное, нормальное и касательное.

### **2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ**

Механические характеристики современных композиционных материалов. Экспериментальное изучение механических свойств материалов. Испытательные машины и измерительные приборы. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали и ее характерные параметры. Истинная диаграмма напряжения. Характеристики прочности (предел пропорциональности, предел текучести, предел прочности), пластичности (относительное остаточное удлинение, сужение), вязкости (удельная работа по разрыву образца).

Разгрузка и повторное нагружение. Наклеп. Пластическое и хрупкое разрушение материала. Характеристики пластических свойств материалов. Диаграмма сжатия. Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики материалов. Предельное состояние. Критерии предельного состояния в зависимости от свойств материала, условий работы и назначения конструкции. Расчет по допускаемым напряжениям, разрушающим нагрузкам и предельным состояниям. Коэффициент запаса прочности.

### **3. 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.

#### **4. РАСТЯЖЕНИЕ И СЖАТИЕ**

Центральное растяжение и сжатие прямого стержня. Продольные силы. Построение эпюр продольных сил. Дифференциальные зависимости между продольными силами и нагрузками. Напряжения в поперечных сечениях стержня. Эпюра напряжений. Напряжения в наклонных сечениях. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Перемещения поперечных сечений бруса. Эпюра перемещений. Жесткость при растяжении и сжатии. Условия прочности и жесткости. Потенциальная энергия упругой деформации.

Типы задач при расчетах на прочность: проверка прочности, подбор сечений и определение допускаемой нагрузки. Расчеты на жесткость. Расчет статически неопределимых систем при растяжении и сжатии – одностержневых и многостержневых. Особенности расчета при действии на стержень нагрузок, температуры, технологических неточностей. Определение напряжений и деформаций при учете собственного веса.

#### **5. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ**

Статический момент площади. Определение центра тяжести сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции сечения. Общие свойства моментов инерции. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных центральных осей и вычисление главных моментов инерции различных сечений. Круг инерции. Моменты инерции простых сечений. Радиусы инерции. Эллипс инерции. Моменты сопротивления.

#### **6. КРУЧЕНИЕ**

Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Крутящий момент. Напряжения в поперечном сечении вала. Угол закручивания. Основные допущения. Три вида задач при кручении: определение напряжений или углов закручивания, подбор сечений и вычисление допускаемого крутящего момента по прочности и жесткости. Главные напряжения. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении. Расчет на прочность и жесткость вала круглого и кольцевого поперечного сечения. Статически неопределимые задачи на кручение. Основные результаты теории кручения стержня некруглого поперечного сечения.

#### **7. ИЗГИБ**

Общие сведения об изгибе балок. Виды изгиба. Допущения. Чистый изгиб. Поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр  $Q$  и  $M$ .

Дифференциальные зависимости при изгибе. Контроль правильности построения эпюр. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб.

Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений. Условия прочности при изгибе по нормальным и касательным напряжениям. Рациональные формы поперечного сечения балок. Главные напряжения при изгибе.

Деформации при изгибе. Угол поворота и прогиб сечения. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Способы определения перемещений при изгибе – интегрирование дифференциального уравнения, универсальные уравнения метода начальных параметров, графоаналитический способ.

Балки переменного сечения. Определение деформаций.

Расчет статически неопределимых балок. Основная система. Расчетные уравнения. Теорема о трех моментах. Способ сравнения деформаций.

## **8. СЛОЖНОЕ НАГРУЖЕНИЕ**

Особенности расчета брусьев при сложном нагружении. Косой изгиб, основные понятия. Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса. Нахождение опасного сечения. Положение нейтральной оси и опасных точек в поперечном сечении. Условие прочности. Определение размеров поперечного сечения бруса. Перемещения при косом изгибе.

Внецентренное растяжение и сжатие стержня. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Нейтральная линия: уравнение, свойства. Положение опасных точек. Условие прочности. Понятие о ядре сечения при внецентренном растяжении (сжатии).

## **9. ПРОДОЛЬНЫЙ ИЗГИБ ПРЯМЫХ СТЕРЖНЕЙ**

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия упругих тел. Устойчивость прямолинейной формы сжатых стержней. Критическая сила. Формула Эйлера. Влияние закрепления концов стержня на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности, формула Ясинского. Расчет на устойчивость по коэффициенту снижения допускаемых напряжений. График критических напряжений в зависимости от гибкости стержня. Понятие о расчете составных стержней.

Условие устойчивости сжатых стержней. Практические расчеты стержней на устойчивость. Выбор материалов и рациональной формы поперечных сечений для сжатых стержней.

## **10. ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЖЕНИЯ**

Виды динамических нагрузок. Динамические нагрузки, вызывающие движение тела с ускорением. Учет сил инерции. Принцип Даламбера. Критическая скорость вращения вала. Элементарная теория удара. Динамический коэффициент. Анализ

формулы динамического коэффициента. Продольный и поперечный удар. Удар при кручении. Защита приборов и оборудования от удара.

Определение напряжений и деформаций при ударном воздействии. Условие прочности и жесткости при ударе.

## **11. СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ**

### **11.1 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

### **11.2 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.

### **11.3 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, узловая 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.

### **11.4 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.

### **11.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

Перемещения возможные и действительные. 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.

## **12. СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ**

### **12.1 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, поперечных 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.

### **12.2 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

### **12.3 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).

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для студентов специальности

1-74 06 04 «Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ»

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	В том числе				Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Основные понятия и определения	3	2		1		2	Опрос	
2	Механические характеристики материалов	5	2	2	1		2	Опрос	
3	Кинематический анализ сооружений	4	2		2		2	Опрос	
4	Растяжение и сжатие	18	6	6	6		12	ЛР, КР	
5	Геометрические характеристики плоских сечений	8	4		4		6	КР	
6	Кручение	6	2	2	2		6	ЛР, КР	
7	Изгиб	16	6	2	8		18	ЛР, КР	
8	Сложное нагружение	14	6	2	6		20	ЛР, КР	
9	Продольный изгиб прямых стержней	6	2	2	2		8	ЛР, КР	
10	Динамические нагружения	10	4	2	4		10	ЛР	
11	<b>СТАТИЧЕСКИ ОПРЕДЕЛИМЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ</b>								
11.1	Балочные и консольно-балочные фермы	14	6	6	2		14	РГЗ	
11.2	Теория линий влияния	2	2				10	Опрос	
11.3	Многопролетные балки и балочные рамы	12	4	6	2		14	РГЗ	
11.4	Трехшарнирные арки и рамы	8	4	2	2		12	Опрос	
11.5	Определение перемещений	6	4		2		12	КР	
12	<b>СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СТЕРЖНЕВЫЕ СИСТЕМЫ</b>								
12.1	Метод сил	12	6	2	4		12	КР	
12.2	Метод перемещений	12	6	2	4		12	КР	
12.3	Расчет подпорных сооружений	6	4		2		6	Опрос	
<b>ИТОГО</b>		<b>162</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>54</b>		<b>178</b>		

Примечание: КР – сдача контрольной работы; ЛР – защита лабораторной работы; РГЗ – защита расчетно-графического задания.

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1 Литература

#### Основная

1. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов: учебник / М. Д. Подскребко. – Минск: Выш. шк., 2007. – 797 с: ил.
2. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. – 620 с.
3. Дарков А.В. Строительная механика / А.В. Дарков, Н.Н. Шапошников. – М.: Высшая школа, 1986. – 607 с.
4. Снитко Н.К. Строительная механика: учебник для вузов / Н.К. Снитко. - изд. 2-е, перераб. - М.: Высшая школа, 1972. – 486 с.
5. Евтух Г.И. Расчет подпорных стен и труб в грунте: учебное пособие / Г.И. Евтух, В.М. Селюков, А.С. Хамутовский. – Горки: БСХА, 1977. - 52 с.

#### Дополнительная

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учебник для вузов. / В. И. Феодосьев. – 9-е изд. перераб.– Москва: Наука, 1986. – 512 с.
2. Подскребко М.Д. Сопротивление материалов: учебник / М.Д. Подскребко. – Минск: Дизайн ПРО, 1998, – 552 с: ил.
3. Сборник задач по сопротивлению материалов / Н.М.Беляев [и др.]; под ред. В.К. Качурина. – Москва: Гл. ред. физ.-мат. лит. изд-ва «Наука», 1970.– 432 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. Смирнов А.Ф. Строительная механика. Стержневые системы / А.Ф. Смирнов. - М.: Стройиздат, 1981. - 512 с.
6. Доценко И.С. Строительная механика: учебное пособие для вузов / И.С. Доценко. - Киев: Высшая школа, 1976. - 296 с.
7. Справочник по сопротивлению материалов: / Е.Ф. Винокуров [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1988. – 464 с.
8. Строительная механика: учебник для строительных специальностей / Под ред. Ю.И. Бутенко. - Киев: Высшая школа, 1989. - 477 с.
9. Чирас А.А. Строительная механика: учебник для вузов / А.А. Чирас. - М.: Стройиздат, 1989. - 255 с.

### 4.2. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (СРС) наряду с аудиторной составляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методиче-

ском руководстве преподавателя.

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

### 4.3. Диагностика компетенций студента

Оценка учебной деятельности студентов производится на зачете и экзамене по десятибалльной шкале.

Для аттестации студентов 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 студентов 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 форма.

К устной форме диагностики компетенций относится устный зачет и экзамен.

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

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.

Форму диагностики компетенций устанавливает кафедра.

### 4.4. Примерный перечень практических занятий

1. Кинематический анализ стержневых систем.
2. Центральное растяжение-сжатие. Метод сечений. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и перемещений. Статически определимые и статически неопределимые системы. Расчеты на прочность и жесткость.
3. Аналитический расчет ферм.
4. Расчет ферм на неподвижную нагрузку.
5. Определение усилий по линиям влияния от неподвижной и подвижной нагрузки.
6. Определение центра тяжести составных сечений, статических моментов площади, моментов инерции, радиусов инерции и моментов сопротивления. Построение эллипса инерции и круга Мора.
7. Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.
8. Распределение нормальных и касательных напряжений по сечению балки. Расчеты на прочность при изгибе.
9. Аналитический расчет многопролетных балок на неподвижную нагрузку при непосредственном ее приложении.

10. Аналитический расчет многопролетных балок при узловом приложении нагрузки.
11. Линии влияния для простых балок.
12. Линии влияния для многопролетных балок при непосредственном и узловом приложении нагрузки.
13. Построение эпюр  $M$ ,  $Q$ ,  $N$  для трехшарнирных арок и рам.
14. Определение перемещений при помощи интегралов О. Мора – их аналитического решения и графоаналитического по правилу Верещагина.
15. Определение перемещений в элементах конструкций при осадке опор.
16. Определение перемещений от изменения температуры.
13. Раскрытие статической неопределимости плоских стержневых систем методом сил, в том числе при использовании ЭВМ.
14. Сложное нагружение. Изгиб с растяжением (сжатием). Косой изгиб. Внецентренное действие нагрузки.
15. Кручение. Расчеты на прочность и жесткость. Расчет статически неопределимых валов. Расчет цилиндрических пружин.
16. Продольный изгиб прямых стержней. Формулы Эйлера и Ясинского. Подбор поперечных сечений сжатых стержней по коэффициенту снижения допускаемых напряжений.
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 на прочность.
22. Динамические нагрузки. Учет сил инерции. Расчет на удар при растяжении-сжатии, изгибающий удар

#### 4.5. 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. Испытание стального образца на растяжение.
2. Испытание стального образца на сжатие.
3. Изучение работы балочных ферм.
4. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона.

5. Определение перемещений в трехшарнирной раме.
6. Проверка принципа взаимности перемещений.
7. Определение реактивных усилий в статически неопределимых рамах.
8. Определение опорных реакций в многопролетной неразрезной балке.
9. Изучение поверхности сползания в песчаном массиве.
10. Изучение давления грунта на подпорную стену.
11. Испытание деревянного образца на сжатие.
12. Испытание валов на кручение с определением модуля упругости при сдвиге.
13. Испытание стальной балки на поперечный изгиб.
14. Внецентренное сжатие стального стержня.
15. Исследование явления потери устойчивости при сжатии стержня большой гибкости.
16. Испытание стальной балки на чистый изгиб.
17. Внецентренное растяжение стального стержня.
18. Испытание балки на косоу изгиб.
19. Исследование продольно-поперечного изгиба стержня большой гибкости.
20. Определение ударной вязкости металлического образца.

#### **4.6. 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.

Студенты 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 определяется ведущим преподавателем, исходя из их примерного перечня.

Тематика и количество проводимых со студентами контрольных работ планируется, как правило, в соответствии с выполняемыми домашними заданиями.

#### **4.7 Методы (технологии) обучения**

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения 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 лабораторно-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.

#### **4.8 Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов**

Экзаменационные билеты состоят из двух теоретических вопросов и одной задачи. Оценка знаний студента осуществляется путем суммирования баллов, заработанных студентом 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.