

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Нелинейные задачи строительной механики**

направление подготовки:

**08.05.01 – Строительство уникальных зданий и сооружений**

профиль подготовки:

**Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений**

Квалификация  
**специалист**

Форма обучения  
**очная**


Институт: **инженерно-строительный**

Кафедра: **теоретической механики и сопротивления материалов**

Белгород – 2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений (уровень специалитет), приказ № 483 от 31 мая 2017 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 г.

Составитель (составители): к.т.н., доц.  (И.Р.Серых)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой Строительства и городского хозяйства

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.  (Сулейманова Л.А.)

« 25 » 04 \_\_\_\_\_ 2019 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 11 » 04 \_\_\_\_\_ 2019 г., протокол № 10 \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой: к.т.н., доц.  (А.Н.Дегтярь)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 25 » 04 \_\_\_\_\_ 2019 г., протокол № 9 \_\_\_\_\_

Председатель канд. техн. наук, доц  (А.Ю. Феоктистов)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПКО-3 Способность разрабатывать основные разделы проекта высотных и большепролетных зданий и сооружений	ПК-3.4 Выбор исходных данных для проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений	<b>Знать:</b> методику выбора исходных данных для проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Уметь:</b> грамотно выбирать исходные данные для проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Владеть:</b> навыками выбора исходных данных для проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений
		ПК-3.5 Выбор нормативно-технических документов, устанавливающих нормативные требования к проектным решениям высотных и большепролетных зданий и сооружений	<b>Знать:</b> нормативно-технические документы, устанавливающие нормативные требования к проектным решениям высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Уметь:</b> грамотно выбирать нормативно-технические документы, устанавливающие нормативные требования к проектным решениям высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Владеть:</b> навыками выбора нормативно-технических документов, устанавливающих нормативные требования к проектным решениям высотных и большепролетных зданий и сооружений
		ПК-3.9 Выбор варианта конструктивного решения высотного или большепролетного здания (сооружения) в соответствии с техническим заданием	<b>Знать:</b> варианты конструктивного решения высотного или большепролетного здания (сооружения) в соответствии с техническим заданием; <b>Уметь:</b> грамотно выбирать вариант конструктивного решения высотного или большепролетного здания (сооружения) в соответствии с техническим заданием; <b>Владеть:</b> навыками выбора варианта конструктивного решения высотного или большепролетного здания (сооружения) в соответствии с техническим заданием
		ПК-3.10 Назначение основных параметров строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)	<b>Знать:</b> назначение основных параметров строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения); <b>Уметь:</b> определять назначение основные параметры строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения); <b>Владеть:</b> навыками определения назначения основных параметров строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)
		ПК-3.11 Корректировка основных параметров по результатам расчетного обоснования строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)	<b>Знать:</b> методику корректировки основных параметров по результатам расчетного обоснования строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения); <b>Уметь:</b> корректировать основные параметры по результатам расчетного обоснования строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения); <b>Владеть:</b> навыками корректировки основных параметров по результатам

Категория	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
			расчетного обоснования строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)
		ПК-3.12 Оформление текстовой и графической части проекта высотного или большепролетного здания (сооружения), в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования	<b>Знать:</b> порядок оформления текстовой и графической части проекта высотного или большепролетного здания (сооружения), в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования; <b>Уметь:</b> оформлять текстовую и графическую части проекта высотного или большепролетного здания (сооружения), в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования; <b>Владеть:</b> навыками оформления текстовой и графической части проекта высотного или большепролетного здания (сооружения), в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования;
		ПК-3.13 Выбор и сравнение вариантов проектных, организационно-технологических решений строительства высотного или большепролетного здания (сооружения)	<b>Знать:</b> методику выбора и сравнения вариантов проектных, организационно-технологических решений строительства высотного или большепролетного здания (сооружения); <b>Уметь:</b> делать выбор и сравнение вариантов проектных, организационно-технологических решений строительства высотного или большепролетного здания (сооружения); <b>Владеть:</b> навыками выбора и сравнения вариантов проектных, организационно-технологических решений строительства высотного или большепролетного здания (сооружения)
		ПК-3.22 Проверка соответствия проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений	<b>Знать:</b> порядок выполнения проверки соответствия проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Уметь:</b> выполнять проверку соответствия проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Владеть:</b> навыками проверки соответствия проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений;
		ПК-3.25 Разработка критериев безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений	<b>Знать:</b> критерии безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Уметь:</b> разрабатывать критерии безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений; <b>Владеть:</b> навыками разработки критериев безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ПКО-3.** Способность разрабатывать основные разделы проекта высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Железобетонные и каменные конструкции (общий курс)
2	Металлические конструкции (общий курс)
3	Конструкции из дерева и пластмасс
4	Технология возведения зданий (общий курс)
5	Сейсмостойкость сооружений
6	Обследование, испытание и усиление конструкций зданий и сооружений
7	Архитектура большепролетных и высотных зданий
8	Железобетонные конструкции большепролетных и высотных зданий
9	Металлические конструкции большепролетных и высотных зданий
10	Инженерные системы и оборудование большепролетных и высотных зданий и сооружений
11	Вероятностные методы строительной механики и теория надежности строительных конструкций

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часа

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	53	53
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации		
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	55	55
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	46	46
Форма промежуточная аттестация	Зачет	Зачет

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1.	Введение				
	Основные задачи и принципы. Виды нелинейности. Виды анизотропии. Основные теоремы нелинейной строительной механики. Нелинейно-упругий и упруго-пластический материал.	2			2
2.	Нелинейная теория деформирования				
	Тензоры напряжений, деформаций и скоростей деформаций. Инварианты тензоров напряжений и деформаций. Основные уравнения нелинейно-упругого и упруго-пластического тела. Простое и сложное нагружения. Активная и пассивная деформации. Теории деформирования. Основные допущения теории пластичности. Теория Ильюшина А.А.. Уравнения Генки.	2			2

3. Зависимость между напряжениями и деформациями				
	Аппроксимация экспериментальных кривых. Степенной закон Бюльфингера. Параболическая зависимость Герстнера. Зависимость Сен-Венана. Кубическая парабола. Зависимость с четырьмя константами. Диаграмма В.В.Соколовского.	2		2
4. Методы решения задач нелинейно-упругих систем				
	Нелинейно-упругие системы. Метод последовательных нагружений. Метод упругих решений. Метод дополнительных деформаций.	2		2
5. Расчет физически нелинейных стержневых систем				
	Основы расчета нелинейно-упругих балок. Зависимость между кривизной оси балки и изгибающим моментом. Определение напряжений и перемещений.	2	8	2
6. Элементарные задачи нелинейной теории стержневых систем				
	Чистый изгиб балки. Двухстержневая система.	1	8	1
7. Расчет сооружений с учетом развития пластических деформаций материала методом предельного равновесия				
	Понятие о предельной нагрузке и предельном равновесии. Основные теоремы теории предельного равновесия. Методы теории предельного равновесия. Понятие о пластическом шарнире и пластическом моменте сопротивления. Расчет однопролетных балок постоянного сечения. Расчет неразрезных балок: определение предельной нагрузки, подбор сечений по заданной расчетной нагрузке. Расчет рам по методу предельного равновесия. Предельное равновесие прямоугольной пластинки.	3	10	3
8. Расчет конструкций с учетом ползучести материалов				
	Основы теории ползучести. Линейная ползучесть. Релаксация. Метод интегрального преобразования Лапласа. Работа балки из материала, обладающего линейной ползучестью. Устойчивость стержня при наличии ползучести.	3	8	3
	ВСЕГО	17	34	17

## 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Введение	Практическое занятие не предусмотрено		1
2	Нелинейная теория деформирования	Практическое занятие не предусмотрено		1
3	Зависимость между напряжениями и деформациями	Практическое занятие не предусмотрено		1
4	Методы решения задач нелинейно-упругих систем	Практическое занятие не предусмотрено		2
5	Расчет физически нелинейных стержневых систем	Метод последовательных приближений. Метод переменных параметров упругости. Метод последовательного нагружения.	8	6
6	Элементарные задачи нелинейной теории стержневых систем	Двухстержневая система	8	6
7	Расчет сооружений с учетом развития пластических деформаций материала методом	Расчет однопролетных балок постоянного сечения. Определение предельной нагрузки для неразрезных балок.	10	6

	предельного равновесия	Подбор сечений для неразрезной балки от заданной расчетной нагрузки. Расчет неразрезной балки с учетом пластических деформаций методом предельного равновесия. Расчет рам по методу предельного равновесия.		
8	Расчет конструкций с учетом ползучести материалов	Определение перемещений балок с учетом ползучести материала	8	6
ВСЕГО:			34	29

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторных работ по курсу учебным планом не предусмотрено.

### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовой проект/работа по курсу учебным планом не предусмотрены.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В **восьмом семестре** предусмотрено одно индивидуальное домашнее задание, в которое входят две задачи:

1. «Построение упругой линии балки вариационными методами». Решается задача пятью методами, имеющими вариационную трактовку: вариационный принцип Кастильяно, формула Максвелла-Мора с интегрированием по правилу Верещагина, формула Симпсона для интегралов прогибов, вариационный метод Рэлея-Ритца, метод Бубнова-Галеркина.

2. «Расчет неразрезной балки с учетом развития пластических деформаций методом предельного равновесия». При выполнении задания усваивается метод предельного равновесия на примере балки. Строится эпюра моментов с учетом развития пластических деформаций.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенции

**1. Компетенция ПКО-3.** Способность разрабатывать основные разделы проекта высотных и большепролетных зданий и сооружений.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-3.4 Выбор исходных данных для проектирования высотных и большепролетных зданий и сооружений	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет
ПК-3.5 Выбор нормативно-технических документов, устанавливающих нормативные требования к проектным решениям высотных и большепролетных зданий и сооружений	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет



ПК-3.9 Выбор варианта конструктивного решения высотного или большепролетного здания (сооружения) в соответствии с техническим заданием	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет
ПК-3.10 Назначение основных параметров строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет
ПК-3.11 Корректировка основных параметров по результатам расчетного обоснования строительной конструкции высотного или большепролетного здания (сооружения)	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет
ПК-3.12 Оформление текстовой и графической части проекта высотного или большепролетного здания (сооружения), в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет
ПК-3.13 Выбор и сравнение вариантов проектных, организационно-технологических решений строительства высотного или большепролетного здания (сооружения)	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет
ПК-3.22 Проверка соответствия проектных решений высотных и большепролетных зданий и сооружений	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет
ПК-3.25 Разработка критериев безопасности высотных и большепролетных зданий и сооружений	устный опрос, тестирование, защита ИДЗ, зачет

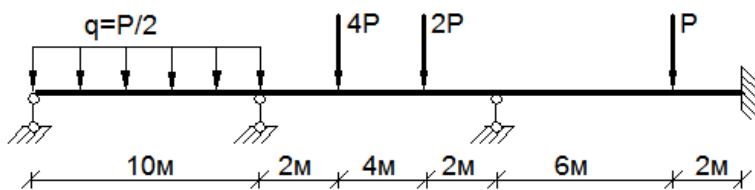
## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета, экзамена

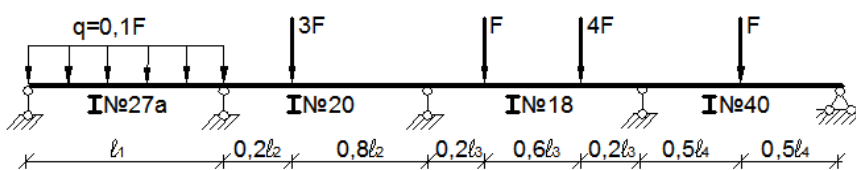
**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце 8 семестра после завершения изучения дисциплины в форме **зачета**.

К зачету допускаются студенты, выполнившие и защитившие индивидуальное домашнее задание.

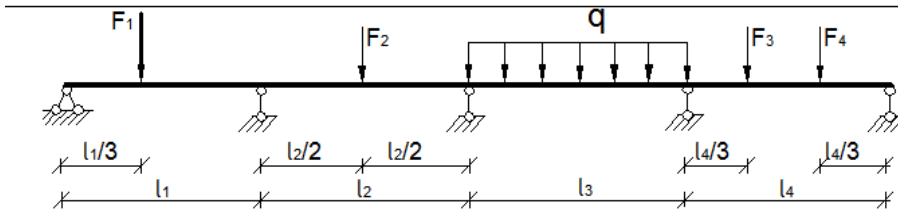
#### Типовые задачи к зачету



Определить предельную нагрузку для неразрезной балки при условии, что  
 $M_{пр,1} = 100 \text{ кН*м}$   
 $M_{пр,2} = 120 \text{ кН*м}$   
 $M_{пр,3} = 50 \text{ кН*м}$

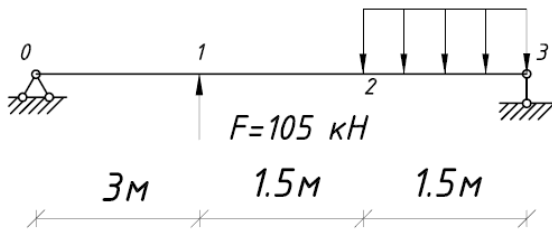


Определить параметр F расчетной нагрузки для неразрезной балки из пластичного материала при заданном нагружении во всех пролетах,  $\sigma_y = 240 \text{ МПа}$ . Влиянием поперечных сил пренебречь.



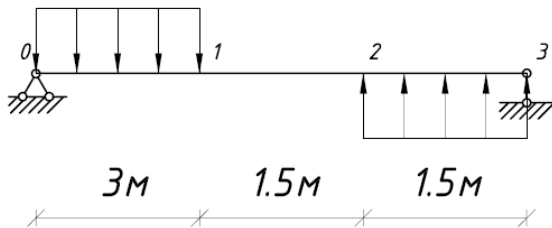
Построить расчетную эпюру моментов при возникновении пластических шарниров во всех пролетах балки от заданной нагрузки.

$$q = 37.5 \text{ кН/м}$$



Построить упругую линию балки, используя вариационный принцип Кастильяно, формула Максвелла-Мора с интегрированием по правилу Верещагина.

$$q = 37.5 \text{ кН/м}$$



Построить упругую линию балки, используя формулу Симпсона для интегралов прогибов, вариационный метод Рэлея-Ритца.

## 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты расчетно-графического и индивидуального домашнего заданий

*Индивидуальное домашнее задание:*

1. Понятие о предельной нагрузке и предельном равновесии.
2. Основные теоремы теории предельного равновесия.
3. Методы теории предельного равновесия.
4. Понятие о пластическом шарнире и пластическом моменте сопротивления.
5. Расчет однопролетных балок постоянного сечения.
6. Расчет неразрезных балок: определение предельной нагрузки, подбор сечений по заданной расчетной нагрузке.
7. Расчет рам по методу предельного равновесия.
8. Предельное равновесие прямоугольной пластинки.
9. В чем заключается метод бесконечного множества переменных.
10. В чем заключается метод Рэлея-Ритца.
11. В чем заключается метод Бубнова-Галеркина.
12. В чем заключается вариационный принцип Кастильяно.
13. Основные принципы определения прогибов с помощью формулы Максвелла-Мора.

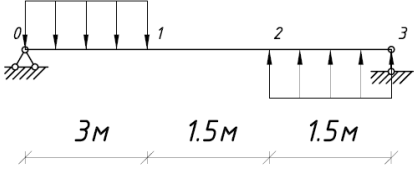
## 14. Основные принципы определения прогибов с помощью формулы Симпсона.

### 5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

**Тестирование.** При изучении дисциплины предусмотрено выполнение тестовых работ. Тестирование проводится после освоения студентами учебных разделов дисциплины в конце семестра. Тестирование выполняется студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Продолжительность тестирования 45 минут.

#### Типовые задания для тестовой работы

**Инструкция к тесту:** в «открытых» вопросах выберите цифру, соответствующую правильному варианту ответа и запишите ее в бланк ответов; в «закрытых» – сформулируйте ответ или решение самостоятельно.

№	Вопрос	Варианты ответа
1	Результаты механических испытаний материалов составляют основу физических уравнений, устанавливающих связь между...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Напряжениями и деформациями</li> <li>2. Перемещениями и деформациями</li> <li>3. Перемещениями и напряжениями</li> <li>4. Напряжениями и внутренними силовыми факторами</li> </ol>
2	Частная производная дополнительной энергии по одной из сил равна перемещению точки приложения этой силы по ее напряжению. Это формулировка...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теоремы Кастильяно.</li> <li>2. Теоремы Максвелла.</li> <li>3. Первой теоремы Рэлея.</li> <li>4. Второй теоремы Рэлея.</li> </ol>
3	Сформулируйте три основные стадии ползучести.	
4	<p><math>q = 37.5 \text{ кН/м}</math></p>  <p>Построить упругую линию балки, используя любой из вариационных принципов расчета.</p>	
5	Предельная нагрузка не может быть ниже той, которую может уравновесить статически допустимое распределение внутренних сил. Это формулировка...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статической теоремы</li> <li>2. Кинематической теоремы</li> <li>3. Энергетической теоремы</li> <li>4. Теоремы о единственности решения</li> </ol>

### 5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание фундаментальных понятий, основных положений и расчетных методик, используемых при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.
Умения	Умение составлять расчетную схему конструкций. Определять внутренние усилия в нелинейно деформируемых элементах конструкций. Правильно выбирать соответствующие методики

	расчета, позволяющие проектировать конструкции, удовлетворяющие требуемым показателям надежности, безопасности и экономичности.
Навыки	Владение фундаментальными понятиями, основными положениями и расчетными методиками, используемыми при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
Знание фундаментальных понятий, основных положений и расчетных методик, используемых при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Не знание фундаментальных понятий, основных положений и расчетных методик, используемых при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Удовлетворительное знание фундаментальных понятий, основных положений и расчетных методик, используемых при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Хорошее знание фундаментальных понятий, основных положений и расчетных методик, используемых при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Отличное знание фундаментальных понятий, основных положений и расчетных методик, используемых при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение составлять расчетную схему конструкций. Определять внутренние усилия в нелинейно деформируемых элементах конструкций. Правильно выбирать соответствующие методики расчета, позволяющие	Не умеет составлять расчетную схему конструкций. Определять внутренние усилия в нелинейно деформируемых элементах конструкций. Правильно выбирать соответствующие методики расчета, позволяющие	Удовлетворительно умеет составлять расчетную схему конструкций. Определять внутренние усилия в нелинейно деформируемых элементах конструкций. Правильно выбирать соответствующие методики расчета,	Хорошо умеет составлять расчетную схему конструкций. Определять внутренние усилия в нелинейно деформируемых элементах конструкций. Правильно выбирать соответствующие методики расчета, позволяющие	Отлично умеет составлять расчетную схему конструкций. Определять внутренние усилия в нелинейно деформируемых элементах конструкций. Правильно выбирать соответствующие методики расчета, позволяющие

проектировать конструкции, удовлетворяющие требуемым показателям надежности, безопасности и экономичности.	проектировать конструкции, удовлетворяющие требуемым показателям надежности, безопасности и экономичности.	позволяющие проектировать конструкции, удовлетворяющие требуемым показателям надежности, безопасности и экономичности.	проектировать конструкции, удовлетворяющие требуемым показателям надежности, безопасности и экономичности.	проектировать конструкции, удовлетворяющие требуемым показателям надежности, безопасности и экономичности.
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение фундаментальными понятиями, основными положениями и расчетными методиками, используемыми при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Не владеет фундаментальными понятиями, основными положениями и расчетными методиками, используемыми при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Удовлетворительно владеет фундаментальными понятиями, основными положениями и расчетными методиками, используемыми при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Хорошо владеет фундаментальными понятиями, основными положениями и расчетными методиками, используемыми при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.	Отлично владеет фундаментальными понятиями, основными положениями и расчетными методиками, используемыми при определении усилий, напряжений и деформаций в нелинейно деформируемых элементах конструкций.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	ГУК 501 Лекции, практические занятия, самостоятельная работа	1. Доска аудиторная – 1 шт. 2. Крепление потолочное для проектора – 1 шт. 3. Проектор – 1 шт. 4. Компьютер – 1 шт.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Операционная система Windows	

### **6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

1. Серых И.Р., Юрьев А.Г. Нелинейные задачи строительной механики: учеб. пособ. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. 163 с.
2. Рудых О.Л., Соколов Г.П., Пахомов В.Л. Введение в нелинейную строительную механику: учебное пособие. – М.: изд-во АСВ, 2010. – 177 с.
3. Юрьев А.Г. Решение нелинейных задач строительной механики. – М.: МИСИ им. В.В.Куйбышева, 1977. – 128 с.
4. Юрьев А.Г., Ключев С.В. Вариационные принципы механики: учебное пособие. – Белгород: изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова, 2007. – 80 с.
5. Лукаш П.А. Основы нелинейной строительной механики. – М.: Стройиздат, 1978. – 204 с.
6. Петраков А.А. Основы теории пластичности и ползучести: учебное пособие. – М.: МГСУ, 2007.

### **6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Серых И.Р., Юрьев А.Г. Нелинейные задачи строительной механики: учеб. пособ. Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. 163 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919381715721500002460>
2. Шапошников Н.Н., Кристалинский Р.Е., Дарков А.В. Строительная механика: учебник / под общ. Ред. Н.Н. Шапошникова. 13-е изд., перераб. и доп. – СПб.: изд-во «Лань», 2012. – 704 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/4876/#2>
3. <http://ntb.bstu.ru> – Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова.
4. <http://lib.misis.ru/elbib.html> – Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС.

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20 20 /20 21 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями

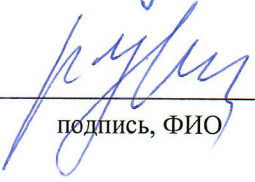
Протокол № 7 заседания кафедры от « 15 » мая 20 20 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО

Петухова А.И.

Директор института \_\_\_\_\_

  
подпись, ФИО