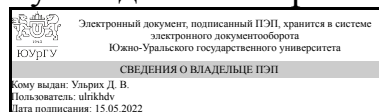


УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



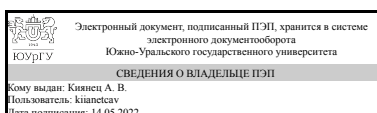
Д. В. Ульрих

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.02 Расчет статически неопределимых систем с учетом упругопластических деформаций  
для направления 08.04.01 Строительство  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Строительное производство и теория сооружений

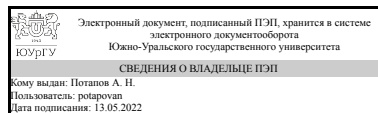
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.04.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 31.05.2017 № 482

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



А. В. Киянец

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., профессор



А. Н. Потапов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является выработка знаний, умений и навыков по направлению подготовки 08.04.01 "Строительство" в области определения усилий и перемещений, возникающих в сооружениях при статических и динамических нагрузках при условии возникновения упругопластических деформаций. Задачи дисциплины: - выбор и оценка моделирования диаграмм деформирования материала; - разработка методов расчёта статически неопределимых стержневых систем на прочность, жёсткость и устойчивость; - определение предельных нагрузок, удовлетворяющих требованиям прочности и экономичности; - подготовка студентов к освоению прикладных дисциплин.

## Краткое содержание дисциплины

Дисциплина «Расчет статически неопределимых систем с учетом упругопластических деформаций» изучается на 3-м курсе и знакомит с расчётными моделями диаграмм деформирования материала, работающего за пределом упругости. В курсе рассматриваются метод расчёта статически неопределимых стержневых систем с учетом пластических зон. Расчет проводится методом перемещений и методом последовательных нагружений.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ, математического аппарата фундаментальных наук	Знает: виды статически неопределимых систем Умеет: определять внутренние усилия в статически неопределимых системах Имеет практический опыт: учета упругопластических деформаций при расчете статически неопределимых систем

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.07 Методы решения научно-технических задач в строительстве	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.07 Методы решения научно-технических задач в строительстве	Знает: алгоритмы разработки методик, планов и программ проведения научных исследований, виды задач профессиональной деятельности в строительстве, алгоритмы разработки методик, планов и программ проведения научных исследований Умеет: готовить задания для

	исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты, использовать знания дисциплин при решении практических задач, готовить задания для исполнителей, организовывать проведение экспериментов и испытаний, анализировать и обобщать их результаты Имеет практический опыт: владения методами организации проведение экспериментов и испытаний, анализировать, обобщения их результатов, использования методов математического моделирования при решении научно-технических задач, владения методами организации проведение экспериментов и испытаний, анализировать, обобщения их результатов
--	---

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32	
Лекции (Л)	16	16	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Задача 2: Расчет статически неопределимой рамы по методу перемещений с учетом одной пластической зоны.	12	12	
Подготовка к зачету	11,5	11.5	
Задача 1: Определение опорных реакций в статически неопределимой балке с учетом пластической зоны при единичном воздействии	12,25	12.25	
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Моделирование поведения материалов с учетом упругопластических деформаций	8	4	4	0
2	Расчет статически неопределимых балок со специальными	8	4	4	0

	зонами на единичные воздействия				
3	Использование метода перемещений в расчете рам с учетом пластических зон.	8	4	4	0
4	Алгоритм нелинейного расчета статически неопределимых систем с использованием метода последовательных нагружений.	8	4	4	0

## 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Диаграммы деформирования для для идеализации упругопластических свойств материала. Краткая характеристика специальных зон .	2
2	1	Понятие упругопластической зоны. Первая предпосылка о характере НДС материала. Понятие о пластической зоне. Вторая предпосылка о характере НДС материала. Понятие о зоне усиления.	2
3	2	Балка с закреплениями «заделка» – «шарнир» при единичном повороте заделки и при взаимном смещении опор. Жестко защемленная балка с ПЗ в окрестности узла с единичным поворотом заделки.	2
4	2	Жестко защемленная балка при единичном повороте заделки с ПЗ в окрестности противоположного узла.. Жестко защемленная балка при взаимном единичном смещении опор.	2
5	3	Метод перемещений в упругопластическом расчете с учетом поправочных функций. Выбор основной системы метода, Канонические уравнения и определение коэффициентов с учетом нелинейных функций.	2
6	3	Упругий этап расчета. Определение опасных сечений и назначение зоны усиления в раме. Упругий перерасчет рамы с учетом зоны усиления. Определение предельно упругой эпюры и предельно упругой нагрузки.	2
7	4	Упругопластический и пластический этапы расчета. Запись инкрементальных уравнений метода перемещений и построение итерационного процесса с использованием метода последовательных нагружений.	2
8	4	Метод перемещений (МП). Гипотезы МП. Неизвестные МП, основная система МП. Расчёт статически неопределимых однопролётных балок на различные виды воздействий. Канонические уравнения МП. Определение коэффициентов и свободных членов канонических уравнений МП статическим способом и перемножением эпюр. Расчет рамы МП на силовое, температурное и кинематическое воздействия.	2

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Пример упругопластического расчета статически неопределимой балки методом предельного равновесия	2
2	1	Пример упругопластического расчета статически неопределимой рамы методом предельного равновесия	2
3	2	Расчёт балки с закреплениями «заделка» – «шарнир» при единичном повороте заделки и при взаимном смещении опор. Определение опорных реакций с учетом поправочных функций..	2
4	2	Расчёт жестко защемленной балки при единичном повороте заделки с пластическими зонами в окрестности поворачиваемого и противоположного	2

		узла..	
5	3	Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений в упругой постановке без учета и с учетом зоны усиления	2
6	3	Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений в упругопластической постановке. Выполнение ступеней нагружения и построение инкрементальных эпюр. Определение длины пластической зоны.	2
7	4	Расчет статически неопределимой рамы методом перемещений с 2-3 неизвестными. Определение предельной нагрузки. и предельной эпюры.	2
8	4	Расчет статически неопределимой рамы на ЭВМ в системе Матлаб. Сравнение результатов с методом предельного равновесия	2

### 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Задача 2: Расчет статически неопределимой рамы по методу перемещений с учетом одной пластической зоны.	Основная литература [1]: гл. 6, С. 52-78, Пособия: Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. 1. – М.: Издательство АСВ, 2007: гл. 3, С. 120-184	3	12
Подготовка к зачету	Пособия: [1], С. 8-83; Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. 1. – М.: Издательство АСВ, 2007: гл. 1-2, С. 7-120, гл. 4, С. 186-255, гл. 3, С. 120-184.	3	11,5
Задача 1: Определение опорных реакций в статически неопределимой балке с учетом пластической зоны при единичном воздействии	Основная литература [1]: гл. 1-4, С. 8-40, [2]: гл. 7, С. 265-309; Пособия: Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. 1. – М.: Издательство АСВ, 2007: гл. 1-2, С. 7-120, гл. 4, С. 186-255	3	12,25

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	3	Текущий контроль	Задача №1 Определение	0,5	50	1. Кинематический анализ рамы, балки и фермы – 3 б	зачет

			опорных реакций в статически неопределимой балке с учетом пластической зоны при единичном воздействии			<p>2. Построение эпюр внутренних силовых факторов <math>M</math>, <math>Q</math>, <math>N</math> в раме от действия заданной нагрузки – 8 б</p> <p>3. Построение поэтажной схемы многопролетной балки – 5 б</p> <p>4. Построение эпюр <math>M</math>, <math>Q</math> в многопролетной балке от действия заданной нагрузки – 5 б</p> <p>5. Определение продольных сил <math>N</math> в отмеченных стержнях ферм – 5 б</p> <p>6. Построение линий влияния усилий для заданных сечений многопролетной балки – 5 б</p> <p>7. Построение линий влияния продольных усилий в отмеченных стержнях ферм – 6 б</p> <p>8. Определение усилий в балке и ферме с помощью линий влияния от действия заданной статической нагрузки – 5 б</p> <p>9. Определение невыгодного нагружения от подвижной системы сосредоточенных грузов по треугольной линий влияния изгибающих моментов – 8 б</p> <p>Всего – 50 б</p>	
2	3	Текущий контроль	Задача 2. Расчет статически неопределимой рамы по методу перемещений с учетом одной пластической зоны.	0,5	50	<p>1. Кинематический анализ рамы – 2 б</p> <p>2. Построение эпюр внутренних силовых факторов <math>M</math>, <math>Q</math>, <math>N</math> в раме от заданного силового воздействия – 8 б</p> <p>3. Задание единичных состояний для определения линейных и углового перемещений – 5 б</p> <p>4. Построение единичных эпюр – 6 б</p> <p>5. Определение перемещений от силового воздействия – 8 б</p> <p>6. Определение перемещений от температурного воздействия – 8 б</p> <p>7. Определение перемещений от кинематического воздействия – 8 б</p> <p>8. Построение деформированного состояния рамы от каждого из воздействий: силового, температурного, осадки опор – 5 б</p> <p>Всего – 50 б</p>	зачет
3	3	Промежуточная аттестация	Зачет	-	3	<p>Правильный ответ на 1 вопрос - 1 балл; Всего задается 3 вопроса. Максимальная оценка - 3 балла.</p>	зачет

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет выставляется по результатам оценивания студента по мероприятиям текущего контроля успеваемости (Задача №1 и №2).	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ		
		1	2	3
ОПК-1	Знает: виды статически неопределимых систем	+		+
ОПК-1	Умеет: определять внутренние усилия в статически неопределимых системах	+	+	+
ОПК-1	Имеет практический опыт: учета упругопластических деформаций при расчете статически неопределимых систем		+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

#### Печатная учебно-методическая документация

##### а) основная литература:

1. Потапов, А. Н. Строительная механика стержневых систем. Статически определимые системы Текст курс лекций А. Н. Потапов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. механика ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. - 82, [1] с. ил. электрон. версия
2. Дарков, А. В. Строительная механика Учеб. для строит. специальностей вузов А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1986. - 607 с. ил.
3. Потапов, А. Н. Строительная механика стержневых систем. Статически неопределимые системы : метод сил [Текст] учеб. пособие для самостоят. работы А. Н. Потапов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. пр-во и теория сооружений ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2017. - 48, [1] с. ил. электрон. версия

##### б) дополнительная литература:

1. Киселев, В. А. Строительная механика Общий курс: Учеб. для вузов по спец. "Автомоб. дороги", "Мосты и тоннели", "Стр-во аэродромов". - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1986. - 520 с. ил.
2. Ржаницын, А. Р. Строительная механика Учеб. пособие для строит. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 1991. - 438 с. ил.
3. Снитко, Н. К. Строительная механика Учебник для строит. спец. вузов. - 3-е изд., перераб. - М.: Высшая школа, 1980. - 431 с. ил.
4. Шеин, А. И. Краткий курс строительной механики Текст учебник для вузов по направлению 270100 "Строительство" А. И. Шеин. - М.: БАСТЕТ, 2011. - 270, [1] с. ил., табл. 22 см

##### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Строительная механика и расчет сооружений;
2. Journal of engineering mechanics

##### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Короткова Л.В., Филиппович А.И., Архипов В.Г., Луцык Е.В. Сборник задач по строительной механике. Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 224 с.

2. Анохин Н.Н. Строительная механика в примерах и задачах. Ч. 1, Ч.2. – М.: Издательство АСВ, 1999. – 335/464 с.

3. Клейн Г.К., Леонтьев Н.Н., Ванюшенков М.Г. и др. Руководство к практическим занятиям по курсу строительной механики (статика стержневых систем). – М.: 1980. – 384с.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

### **Электронная учебно-методическая документация**

Нет

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	604 (1)	Компьютер, проектор, электронная доска, MS Windows - бессрочно, MS Office – бессрочно
Практические занятия и семинары	604 (1)	Системный блок Intel + монитор LCD – 13 шт., Проектор ASER PD100D, мультимедийная система: Колонки JetBalanceJB-3812x30Вт-2шт, микрофон SHURE C606-N-динамический с выкл.и кабелем, мультимедийный информационный комплекс: документ-камера ASER Video CP300, монитор ASER 19», специализированный рабочий стол преподавателя, пульт управления видеокоммутатором, принтер лазерный HP6L