

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Агафонов Александр Викторович  
Должность: директор филиала  
Дата подписания: 30.08.2023 22:49:27  
Уникальный идентификатор документа:  
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)**

**Кафедра строительного производства**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Нелинейные задачи строительной механики»**

Специальность	<b>08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»</b> (код и наименование направления подготовки)
Специализация	<b>Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений</b> (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	<b>Инженер-строитель</b>
Форма обучения	<b>очная, заочная</b>

Чебоксары

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.05.01. Строительство уникальных зданий и сооружений.

Автор(ы) Актуганов Анатолий Николаевич, к.т.н., доцент

Петрова Ирина Владимировна, к.п.н., доцент

Программа одобрена на заседании кафедры строительного производства.  
(протокол №\_10\_).

**1. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (Цели освоения дисциплины)**

1.1. Современное строительство требуют от специалистов знаний и навыков в области расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов различных инженерных сооружений.

Цель курса – научить студента решать нелинейные задачи расчета сооружений на прочность, жесткость и устойчивость. Навыки в решении таких задач используются студентом при изучении специальных дисциплин.

Программой предусматриваются лекции и практические занятия, расчетно-графические задания.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-7	способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	-методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем применительно к нелинейной механике; -применимость методов расчёта к различным сооружениям.	-составлять расчётные схемы различных конструкций; - выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию.	-аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта.
ОПК-6	использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования	- дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики	составлять конечно-разностную схему для решения ДУ	владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Нелинейные задачи строительной механики» относится к базовой части учебного цикла: профессиональный цикл.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание высшей математики, физики, сопротивления материалов, теории упругости, линейной строительной механики.
- умение решать дифференциальные уравнения, грамотно строить расчётные схемы, использовать методы сопротивления материалов и теории упругости.
- владение математическим аппаратом.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплины «Строительная механика» и служит основой для освоения дисциплин: «Металлические конструкции», «Железобетонные конструкции», «Конструкции из дерева и пластмасс».

## 3. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц - 108 часов, из них

Семестр	Форма обучения	Распределение часов				РГР, КР, КП	Форма контроля
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа		
6	очная	18		36	54	РГР	зачет
8	заочная	2		8	98	РГР	зачет

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

### Очная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самостоятельная работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Нелинейная теория деформаций. Зависимость между напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.	6	-	8	14	ОПК-6, ОПК-7
Физически и геометрически нелинейная теория стержневых систем при растяжении (сжатии)	3	-	7	10	ОПК-6, ОПК-7
Физически и геометрически нелинейная теория балок при изгибе	3	-	7	10	ОПК-6, ОПК-7

Геометрически нелинейная теория пластин	3	-	7	10	ОПК-6, ОПК-7
Физически и геометрическая нелинейная теория пластин	3	-	7	10	ОПК-6, ОПК-7
зачет				-	
Итого	18	-	36	54	

### Заочная форма обучения

Тема (раздел)	Распределение часов			Самостоя- тельная работа	Формируемые компетенции (код)
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия		
Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Нелинейная теория деформаций. Зависимость между напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.	1	-	2	26	ОПК-6, ОПК-7
Физически и геометрически нелинейная теория стержневых систем при растяжении (сжатии)	1	-	1	18	ОПК-6, ОПК-7
Физически и геометрически нелинейная теория балок при изгибе	1	-	1	18	ОПК-6, ОПК-7
Геометрически нелинейная теория пластин	0,5	-	1	18	ОПК-6, ОПК-7
Физически и геометрическая нелинейная теория пластин	0,5	-	1	14	ОПК-6, ОПК-7
зачет				4	
Итого	4	-	6	98	

### Практические занятия

№	Наименование занятий	Распределение часов		Самостоя- тельная работа Д/З	Формир- уемые компете- нции	Форма контроля
		дневное	заочное			
1	Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Нелинейная теория деформаций. Зависимость между	8	2	4/4	ОПК-6, ОПК-7	Защита РГР

	напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.					
2	Физически и геометрически нелинейная теория стержневых систем при растяжении (сжатии)	8	1	2/2		
3	Физически и геометрически нелинейная теория балок при изгибе	8	1	2/2		
4	Геометрически нелинейная теория пластин	8	1	2/2		
5	Физически и геометрическая нелинейная теория пластин	4	1	2/2		
итого		36	6	12/12		

### 5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» используются активные и интерактивные формы проведения занятий. Активные формы обучения – это самостоятельная работа студентов над лекционным материалом, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.

Интерактивные формы обучения: совместное обсуждение примеров выполнения практических занятий, вовлечение студентов в обсуждение лекционного материала путем постановки вопросов, анализ конкретных ситуаций из практики проектирования оснований и фундаментов. По дисциплине “Нелинейные задачи строительной механики”, доле занятий, проводимых в интерактивной форме составляет 20% от основного тела аудиторных занятий:

Вид занятия	Тема занятия	Количество часов	Интерактивная форма	Формируемые компетенции (код)
Лекции Практические занятия	Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Нелинейная теория деформаций. Зависимость между напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.	2	0,2	ОПК-6, ОПК-7
Лекции Практические	Физически и геометрически нелинейная теория	2	0,3	ОПК-6, ОПК-7

занятия	стержневых систем при растяжении (сжатии)			
Лекции Практические занятия	Физически и геометрически нелинейная теория балок при изгибе	2	0,3	ОПК-6, ОПК-7
Лекции Практические занятия	Геометрически нелинейная теория пластин	2	0,3	ОПК-6, ОПК-7
Лекции Практические занятия	Физически и геометрическая нелинейная теория пластин	2	0,3	ОПК-6, ОПК-7

### 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов предусмотрена учебным планом по дисциплине в объеме 54 часов (очная форма обучения) и 98 часов (заочная форма обучения).

#### Самостоятельная работа и контроль успеваемости очной формы обучения

№	Вид самостоятельной работы	Количество часов	Вид контроля успеваемости
1	Проработка материала по конспектам лекций и учебной литературе	12	ФО
2	Подготовка к практическим занятиям	12	ФО, ДЗ, КО
3	Подготовка РГР	12	защита РГР
4	Подготовка к зачету	18	зачет
итого		54	

Текущая успеваемость контролируется фронтальным опросом текущего материала (ФО), контрольным опросом на практике (КО), проверкой выполнения домашнего задания (ДЗ). Итоговая проверка знаний студентов осуществляется на экзамене.

#### Самостоятельная работа и контроль успеваемости заочной формы обучения

№	Вид самостоятельной работы	Количество часов	Вид контроля успеваемости
1	Проработка материала по конспектам лекций и учебной литературе	24	
2	Подготовка к практическим занятиям	12	ФО
3	Изучение тем, не рассматриваемых на лекциях	26	
4	Подготовка РГР	12	защита РГР
5	Подготовка к зачету	24	зачет

итога	98	
-------	----	--

Самостоятельная работа студентов по изучению отдельных тем дисциплина включает поиск учебных пособий по данному материалу, проработку и анализ теоретического материала, самоконтроль знаний по данной теме с помощью ниже перечисленных вопросов и заданий.

Вопросы и темы для самостоятельная работа студентов

1. Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений и метод переменных параметров упругости. Метод пошагового нагружения.
2. Нелинейно упругие балки. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
3. Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотезы теории предельного равновесия. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая и о единственности решения.
4. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.
5. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.

### 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на разных уровнях сформированности:

Код, наименования компетенции	Уровень сформированности компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания	Оценивание компетенции	Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции
ОПК-6	Пороговый уровень	<p><b>Знать:</b> частично методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем применительно к нелинейной механике;</p> <p><b>Умеет:</b> частично составлять расчётные схемы различных конструкций; - выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию.</p> <p><b>Владеть:</b> частично аналитическими методами расчёта стержневых систем; - численными методами расчёта; - численно-аналитическими методами расчёта.</p>	удовлет / зачтено	Защита курсового проекта, экзамен
	Продвинутый уровень	<p><b>Знать:</b> не полностью методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем применительно к нелинейной механике; - применимость методов расчёта к различным сооружениям.</p>		

		<p><b>Умеет:</b> не полностью составлять расчётные схемы различных конструкций; - выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию.</p>		
		<p><b>Владеть:</b> не полностью аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта.</p>		
	Высокий уровень	<p><b>Знать:</b> методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем применительно к нелинейной механике; -применимость методов расчёта к различным сооружениям.</p>	отлично/ зачтено	
		<p><b>Умеет:</b> составлять расчётные схемы различных конструкций; - выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию.</p>		
		<p><b>Владеть:</b> аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта.</p>		

Код, наименования компетенции	Уровень сформированности компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания	Оценивание компетенции	Способы и средства оценивания уровня сформированности компетенции
ОПК-7	Пороговый уровень	<p><b>Знать:</b> частично дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики</p>	удовлет / зачтено	Защита курсового проекта, экзамен
		<p><b>Умеет:</b> частично составлять конечно- разностную схему для решения ДУ</p>		
		<p><b>Владеть:</b> частично владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах</p>		
	Продвинутый уровень	<p><b>Знать:</b> не полностью дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики</p>	хорошо/ зачтено	
		<p><b>Умеет:</b> не полностью составлять конечно-разностную схему для решения ДУ</p>		
		<p><b>Владеть:</b> не полностью владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах</p>		

	Высокий уровень	<b>Знать:</b> дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики	отлично./ зачтено	
		<b>Умеет:</b> составлять конечно- разностную схему для решения ДУ		
		<b>Владеть:</b> владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах.		

## 7.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости заключается в пояснениях и ответах на вопросы по самостоятельно изучаемым разделам курса, а также в защите РГР.

Вопросы к устному опросу.

1. Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Понятие о теории пластичности..
2. Уравнения теории напряжений и теории деформаций.
3. Тензоры напряжений и деформаций. Основные понятия об интенсивностях напряжений и деформаций.
4. Основные уравнения и гипотезы для нелинейно упругих и упругопластических тел. Теорема А. А. Ильюшина о простом нагружении. Теорема Генки о разгрузке.
5. Нелинейно-упругий материал. Зависимости между напряжениями и деформациями. О видах аппроксимации диаграмм деформирования.
6. Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений и метод переменных параметров упругости. Метод пошагового нагружения.
7. Нелинейно упругие балки. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
8. Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотезы теории предельного равновесия. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая и о единственности решения.
9. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.
10. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.
11. Основные уравнения при растяжении (сжатии) стержней с учетом физической нелинейности.
12. Уравнения растяжения (сжатии) стержней с учетом геометрической нелинейности.
13. Уравнения растяжения (сжатии) стержней с учетом геометрической и физической нелинейности.
14. Основные уравнения изгиба балок с учетом физической нелинейности.
15. Уравнения изгиба балок при больших перемещениях.
16. Уравнения изгиба балок с учетом физической нелинейности при больших перемещениях.

## 17. Основные уравнения изгиба пластин с учетом геометрической нелинейности. Основные уравнения изгиба пластин с учетом физической нелинейности

### 7.2. Промежуточная аттестация

В качестве промежуточной аттестации на очной и заочной форме обучения предусмотрено проведение зачета. Для получения допуска к зачету студент должен предоставить РГР и быть готовым ответить на вопросы по лекционному курсу. Темы РГР:

- Расчет многопролетных статически неопределимых балок по предельному состоянию;
- Расчет геометрически нелинейных пластин.

(Фонд оценочных средств представлен в приложении к рабочей программе)

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Смирнов В. А. Строительная механика: учебник для вузов / В. А. Смирнов, А. С. Городецкий; под редакцией В. А. Смирнова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 423 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03317-5. — URL: <https://urait.ru/bcode/488805>

2. Тухфатуллин, Б. А. Строительная механика. Расчет статически неопределимых систем : учебное пособие для вузов / Б. А. Тухфатуллин, Р. И. Самсонова, Л. Е. Путеева. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 155 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14120-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/519876>

б) дополнительная литература:

1. Шухов В. Г. Строительная механика. Избранные работы: учебное пособие для вузов / В. Г. Шухов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 170 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00027-6. — URL: <https://urait.ru/bcode/492294>

2. Бабанов, В. В. Строительная механика для архитекторов : учебник и практикум для вузов / В. В. Бабанов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 487 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04646-5. — URL: <https://urait.ru/bcode/489579>

### 9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Чебоксарского института (филиала) Московского политехнического университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), как на территории филиала, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда – совокупность информационных и телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств, обеспечивающих освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от места нахождения обучающихся.

Электронная информационно-образовательная среда обеспечивает:

а) доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах дисциплин (модулей), практик;

б) формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение его работ и оценок за эти работы;

в) фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы бакалавриата;

г) проведение учебных занятий, процедур оценки результатов обучения, реализация которых предусмотрена с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий;

д) взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействия посредством сети «Интернет».

Функционирование электронной информационно-образовательной среды обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации.

Основными составляющими ЭИОС филиала являются:

а) сайт института в сети Интернет, расположенный по адресу [www.polytech21.ru](http://www.polytech21.ru), <https://chebpolytech.ru/> который обеспечивает:

- доступ обучающихся к учебным планам, рабочим программам дисциплин, практик, к изданиям электронных библиотечных систем, электронным информационным и образовательным ресурсам, указанных в рабочих программах (разделы сайта «Сведения об образовательной организации»);

- информирование обучающихся обо всех изменениях учебного процесса (новостная лента сайта, лента анонсов);

- взаимодействие между участниками образовательного процесса (подразделы сайта «Задать вопрос директору»);

б) официальные электронные адреса подразделений и сотрудников института с Яндекс-доменом [@polytech21.ru](mailto:@polytech21.ru) (список контактных данных подразделений Филиала размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Контакты», списки контактных официальных электронных данных преподавателей размещены в подразделах «Кафедры») обеспечивают взаимодействие между участниками образовательного процесса;

в) личный кабинет обучающегося (портфолио) (вход в личный кабинет размещен на официальном сайте Филиала в разделе «Студенту» подразделе

«Электронная информационно-образовательная среда») включает в себя портфолио студента, электронные ведомости, рейтинг студентов и обеспечивает:

- фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися,
- формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе с сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы,
- г) электронные библиотеки, включающие электронные каталоги, полнотекстовые документы и обеспечивающие доступ к учебно-методическим материалам, выпускным квалификационным работам и т.д.:

Чебоксарского института (филиала) - «ИРБИС»

д) электронно-библиотечные системы (ЭБС), включающие электронный каталог и полнотекстовые документы:

- «ЛАНЬ» -[www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)

- Образовательная платформа Юрайт -<https://urait.ru>

е) платформа цифрового образования Политеха - <https://lms.mospolytech.ru/>

ж) система «Антиплагиат» -<https://www.antiplagiat.ru/>

з) система электронного документооборота DIRECTUM Standard — обеспечивает документооборот между Филиалом и Университетом;

и) система «1С Управление ВУЗом Электронный деканат» (Московский политехнический университет) обеспечивает фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения образовательных программ обучающимися;

к) система «POLYTECH systems» обеспечивает информационное, документальное автоматизированное сопровождение образовательного процесса;

л) система «Абитуриент» обеспечивает документальное автоматизированное сопровождение работы приемной комиссии.

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Студент должен знать законы нелинейные задачи строительной механики, должен уметь их формулировать и использовать на практических занятиях при решении задач, выполнении РГР и его защиты.

## 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
12 (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 54) - Кабинет механики и ТТМ Лаборатория Деталей машин	Столы -18шт Стулья -31шт. Доска учебная -1шт. Комплект из 10 зубчатых механизмов с неподвижными осями колес и планетарных -1шт. Установка ТММ-46-1 для	

	<p>определения приведенного момента инерции рычажного механизма экспериментальным методом/ Установка для демонстрации явления резонанса и снижения эффекта силы трения при вибрациях -1шт.  Стенд настольный – виды структурной группы II класса - 1шт.  Установка ТММ-423 для демонстрации нарезания зубчатых колес методом обкатки -3 шт.  Комплект пластмассовых плоских фигур сложной формы -1шт.  Установка «Физический и математический маятник» -1шт.  Комплект для выполнения лабораторной работы по теме «Гармонические колебания» -1шт.  Модель кулачкового механизма с поступательно-движущимся толкателем -1шт.  Разрезы натуральных образцов червячных редукторов и волновой зубчатой передачи -5шт.  Модель механизма привода ведущих передних колес трактора (разрез конических зубчатых передач) -1шт.  Модель механизма муфты сцепления -2шт.  Плакаты, стенд стеллажи:  Макет самоблокирующих дифференциалов -1шт.  Макет пускового механизма -1шт.  Образцы прокатных профилей - 45шт.  Подшипники качения -1шт.  Подшипники скольжения -1шт.  Установки для определения КПД планетарного редуктора -1шт.  Установка для определения КПД червячного редуктора -1шт.  Узел выборки люфта рулевой колонки -2шт.</p>	
<p>103а (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 54) - Кабинет самостоятельной работы</p>	<p>Стол -7шт.  Стулья -7шт.  Системный блок -7шт.  Монитор Acer -2шт.  Монитор Samsung -2шт.  Монитор Asus -1шт.  Монитор Benq -2шт.  Клавиатура Oklick -6шт.  Клавиатура Logitech -1шт.  Мышь Genius -4шт.  Мышь A4Tech – 3шт.  Картина -2шт.  Наушник -1компл.</p>	<p>Антивирус Касперского (150-249 Node 2 year, договор от 09.11.2016  Windows 7 OLPNLAcdmс (Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16  Microsoft Office Standard 2007(Microsoft DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Academic(Microsoft Open License,Номер лицензии-42661846от 30.08.2007) с допсоглашениями от 29.04.14 и 01.09.16  Microsoft Office 2010 Acdmc(Договор №Д03 от 30.05.2012) с допсоглашениями</p>

		от 29.04.14 и 01.09.16 Гарант(Договор от 13.04.2017 № Г-220/2017) Консультант (Договор от 09.01.2017)
17а (бокс 3) (г. Чебоксары, ул. К.Маркса. 54) - Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Шкаф металлический – 1 шт. Стеллажи – 2 шт. Стол – 1 шт. Стул – 1 шт.	

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)

---

Кафедра строительного производства



**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Нелинейные задачи строительной механики»**

Специальность	<b>08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»</b> (код и наименование направления подготовки)
Специализация	<b>Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений</b> (наименование профиля подготовки)
Квалификация выпускника	<b>Инженер-строитель</b>
Форма обучения	<b>очная и заочная</b>

Чебоксары

ФОС составлен в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений и является приложением к «Рабочей программе дисциплины «Динамика и устойчивость сооружений».

Автор(ы) Актуганов Анатолий Николаевич, к.т.н., доцент

Петрова Ирина Владимировна, к.п.н., доцент

Программа одобрена на заседании кафедры строительного производства.

(протокол №\_10\_от 12.05.2017\_).

## 1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (согласно РПД)	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Нелинейная теория деформаций. Зависимость между напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.	ОПК-6, ОПК-7	Защита РГР. Зачет
2	Физически и геометрически нелинейная теория стержневых систем при растяжении (сжатии)	ОПК-6, ОПК-7	
3	Физически и геометрически нелинейная теория балок при изгибе	ОПК-6, ОПК-7	
4	Геометрически нелинейная теория пластин	ОПК-6, ОПК-7	
5	Физически и геометрическая нелинейная теория пластин	ОПК-6, ОПК-7	

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИИ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ (УРОВНЕЙ) ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ С ОПИСАНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ

Код, наименования компетенции	Уровень сформированности компетенции	Технология формирования компетенции	Показатели достижения заданного уровня освоения компетенции и критерии оценивания	Оценивание компетенции	Способы и средства оценивания уровня сформированности и компетенции
ОПК-6	Пороговый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<p><b>Знать:</b> частично методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем применительно к нелинейной механике; -применимость методов расчёта к различным</p> <p><b>Уметь:</b> частично составлять расчётные схемы различных конструкций; - выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию.</p>	удовлет / зачтено	Защита РГР. Зачет

			<b>Владеть:</b> частично аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта.		
	Продвинутый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>Знать:</b> не полностью методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем применительно к нелинейной механике; -применимость методов расчёта к различным	хорошо/ зачтено	
			<b>Умеет:</b> не полностью составлять расчётные схемы различных конструкций; - выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию.		
			<b>Владеть:</b> не полностью аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта.		
	Высокий уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>Знать:</b> методы расчёта статически определимых и неопределимых стержневых систем применительно к нелинейной механике; -применимость методов расчёта к различным сооружениям.	отлично./ зачтено	
			<b>Умеет:</b> составлять расчётные схемы различных конструкций; - выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию.		
			<b>Владеть:</b> аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта.		

ОПК-7	Пороговый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>Знать:</b> частично дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики	удовлет / зачтено	Защита РГР. Зачет
			<b>Умеет:</b> частично составлять конечно-разностную схему для решения ДУ		
			<b>Владеть:</b> частично владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах		
	Продвинутый уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>Знать:</b> не полностью дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики	хорошо/ зачтено	
<b>Умеет:</b> не полностью составлять конечно-разностную схему для решения ДУ					

			<b>Владеть:</b> не полностью владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах		
	Высокий уровень	лекция, самостоятельная работа, практические занятия	<b>Знать:</b> дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики	отлично./ зачтено	
			<b>Умеет:</b> составлять конечно- разностную схему для решения ДУ		
			<b>Владеть:</b> владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах.		

**КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ  
ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ  
КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ  
ПРОГРАММЫ**

**3.1. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) ДЛЯ  
ОПРОСА НА ЗАНЯТИЯХ**

Тема (раздел)	Вопросы
Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Нелинейная теория деформаций. Зависимость между напряжениями и деформациями. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Понятие о теории пластичности..</li> <li>2. Уравнения теории напряжений и теории деформаций.</li> <li>3. Тензоры напряжений и деформаций. Основные понятия об интенсивностях напряжений и деформаций.</li> <li>4. Основные уравнения и гипотезы для нелинейно упругих и упругопластических тел. Теорема А. А. Ильюшина о простом нагружении. Теорема Генки о разгрузке.</li> </ol>
Физически и геометрически нелинейная теория стержневых систем при растяжении (сжатии)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нелинейно-упругий материал. Зависимости между напряжениями и деформациями. О видах аппроксимации диаграмм деформирования.</li> <li>2. Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений и метод переменных параметров упругости. Метод пошагового нагружения.</li> <li>3. Нелинейно упругие балки. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.</li> </ol>

Физически и геометрически нелинейная теория балок при изгибе	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные уравнения изгиба балок с учетом физической нелинейности.</li> <li>2. Уравнения изгиба балок при больших перемещениях.</li> <li>3. Уравнения изгиба балок с учетом физической нелинейности при больших перемещениях.</li> </ol>
Геометрически нелинейная теория пластин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные уравнения изгиба пластин с учетом геометрической нелинейности.</li> </ol>
Физически и геометрическая нелинейная теория пластин	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные уравнения изгиба пластин с учетом физической нелинейности</li> </ol>

### 3.2. ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений и метод переменных параметров упругости. Метод пошагового нагружения.
2. Нелинейно упругие балки. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
3. Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотезы теории предельного равновесия. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая и о единственности решения.
4. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.
5. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.

### 3.3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ, КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)

Расчетно – графическая работа выполняется на темы:

№ раздела дисциплины	Темы расчетно-графических заданий
1	Расчет многопролетных статически неопределимых балок по предельному состоянию
5	Расчет геометрически нелинейных пластин

### 3.4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ (ВОПРОСЫ ДЛЯ ЗАЧЕТА)

1. Основные понятия о дисциплине нелинейные задачи строительной механики ее задачи и методы. Понятие о теории пластичности..
2. Уравнения теории напряжений и теории деформаций.
3. Тензоры напряжений и деформаций. Основные понятия об интенсивностях напряжений и деформаций.
4. Основные уравнения и гипотезы для нелинейно упругих и упругопластических тел. Теорема А. А. Ильюшина о простом нагружении. Теорема Генки о разгрузке.
5. Нелинейно-упругий материал. Зависимости между напряжениями и деформациями. О видах аппроксимации диаграмм деформирования.
6. Основные методы решения нелинейных задач: метод упругих решений и метод переменных параметров упругости. Метод пошагового нагружения.
7. Нелинейно упругие балки. Расчет стержневых систем по методу предельного равновесия.
8. Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотезы теории предельного равновесия. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая и о единственности решения.
9. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.
10. Условия пластичности. Теория малых упругопластических деформаций.
11. Основные уравнения при растяжении (сжатии) стержней с учетом физической нелинейности.
12. Уравнения растяжения (сжатии) стержней с учетом геометрической нелинейности.
13. Уравнения растяжения (сжатии) стержней с учетом геометрической и физической нелинейности.
14. Основные уравнения изгиба балок с учетом физической нелинейности.
15. Уравнения изгиба балок при больших перемещениях.
16. Уравнения изгиба балок с учетом физической нелинейности при больших перемещениях.
17. Основные уравнения изгиба пластин с учетом геометрической нелинейности.
18. Основные уравнения изгиба пластин с учетом физической нелинейности.

#### **4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

##### **4.1. Показатели оценивания компетенций на различных этапах их формирования, достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине**

**ОПК-6, ОПК-7; способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат; использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования,**

**теоретического и экспериментального исследования**

Этап (уровень)	Критерии оценивания			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
<b>знать</b>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; дифференциальные уравнения применяемые при решении задач строительной механики</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала; составлять конечно- разностную схему для решения ДУ</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: Теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос. ; составлять конечно- разностную схему для решения ДУ</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: Теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты проявляет самостоятельность при выполнении заданий; составлять конечно- разностную схему для решения ДУ</p>

<p><b>уметь</b></p>	<p>Обучающийся не умеет обосновать полученное решение, составлять расчётные схемы различных конструкций; выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию; составлять конечно-разностную схему для решения ДУ</p>	<p>Обучающийся ограниченно применяет нормативно-техническую документацию. Затрудняется с ответом на некоторые поставленные вопросы, составлять расчётные схемы различных конструкций; выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию; составлять конечно-разностную схему для решения ДУ</p>	<p>Обучающийся знает особенности методов расчета напряженно-деформированного состояния грунта. Знает и применяет нормативно - техническую документацию. Но затрудняется с ответом на некоторые поставленные вопросы, составляет расчётные схемы различных конструкций; выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию; составлять конечно-разностную схему для решения ДУ</p>	<p>Обучающийся знает особенности методов расчета напряженно-деформированного состояния грунта. Знает и применяет нормативно - техническую документацию. Не затрудняется с ответом на некоторые поставленные вопросы. Умеет составлять расчётные схемы различных конструкций; выполнять расчёт многопролётных балок, 3-х шарнирных систем, ферм по предельному состоянию; составлять конечно-разностную схему для решения ДУ</p>
<p><b>владеть</b></p>	<p>Обучающийся не владеет навыками обработки экспериментальных данных. Не владеет аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта.; владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах</p>	<p>Обучающийся ограниченно владеет необходимым комплексом навыков обработки экспериментальных данных. Затрудняется в ответе на вопрос о методах расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта; владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах</p>	<p>Обучающийся хорошо владеет методикой работы обработки экспериментальных данных, но затрудняется с ответом на некоторые поставленные вопросы. Владеет аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта; владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах</p>	<p>Обучающийся владеет необходимым комплексом навыков обработки экспериментальных данных. Не затрудняется с ответом на некоторые поставленные вопросы. аналитическими методами расчёта стержневых систем; -численными методами расчёта; -численно-аналитическими методами расчёта; владеть навыками решения ДУ в специализированных математических пакетах</p>

## 4.2. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание

### Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине «Нелинейные задачи строительной механики», при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Нелинейные задачи строительной механики» (РГР).

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков по этапам (уровням) сформированности компетенций, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

## ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ рабочей программы дисциплины

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2018-2019 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «19» мая 2018 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2019-2020 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «18» мая 2019 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2020-2021 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «14» мая 2020 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2021-2022 учебном году на заседании кафедры, протокол №9 от «10» апреля 2021 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечения, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплине, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельных работы.

---

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры, протокол №10 от «14» мая 2022 г.

Внесены дополнения и изменения в части актуализации лицензионного программного обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по данной дисциплины, а так же современных профессиональных баз данных и информационных справочных системах, актуализации тем для самостоятельной работы, актуализации вопросов для подготовки к промежуточной аттестации, актуализации перечня основной и дополнительной учебной литературы.

Рабочая программа дисциплины рассмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры, протокол №6 от «04» марта 2023 г.

Внесены дополнения и изменения в тематике для самостоятельной работы, перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.