

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»**

Кафедра «Теория сооружений и строительных конструкций»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

«Нелинейные задачи строительной механики»

направление подготовки

08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»

форма обучения – очная

курс – 4 семестр – 7,8

зачетных единиц – 5

часов в неделю – 3 и 2

всего часов – 180 в

том числе:

лекции – 36

практические занятия – 54

лабораторные занятия – не предусмотрены

самостоятельная работа – 90 зачет – 8

семестр экзамен – 7 семестр РГР – не

предусмотрены

Курсовая работа – не предусмотрена

Курсовой проект – не предусмотрен

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины

Дисциплина «Нелинейные задачи строительной механики» относится к базовой части профессионального цикла основной образовательной программы подготовки специалистов и имеет целью приобретение студентом знаний и умений, необходимых инженеру-строителю для расчета конструкций и их отдельных элементов на прочность, жёсткость и устойчивость с учётом геометрической нелинейности и нелинейного деформирования материалов с использованием современной вычислительной техники.

Задачи дисциплины:

- формирование представлений о работе конструкций и их отдельных элементов, выполненных из нелинейно-упругого или пластического материала,
- обучение методам определения распределения напряжений в конструкциях при нелинейной работе материалов,
- изучение способов обеспечения необходимой прочности и жесткости конструкций с учетом геометрической нелинейности её элементов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Для успешного изучения дисциплины необходимы знания, приобретенные студентами при изучении дисциплин: математика, физика, теоретическая механика, сопротивление материалов, основы теории упругости, пластичности и ползучести, строительная механика, теория расчета пластинок и оболочек.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

Изучение дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» направлено на формирование у студента следующих компетенций (в соответствии с ФГОС) :

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-5);
- способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ПК - 6);
- знание научно-технической информации, отечественный и зарубежный опыта по профилю деятельности (ПК - 17);
- владение методами математического моделированием на базе лицензионных пакетов автоматизации проектирования и исследований, методами постановки и проведения экспериментов по заданным методикам (ПК - 18).

В результате изучения дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» студент должен

знать:

- основные понятия нелинейного деформирования твёрдых тел,
- особенности распределения в конструкциях напряжений при нелинейной работе их материалов,
- основные методы и практические приемы расчёта конструкций и их элементов из различных материалов с учетом физической и геометрической нелинейности.
- способы обеспечения необходимой прочности и жёсткости конструкций с учётом геометрической нелинейности работы её элементов.

уметь:

- рассчитывать конструкции из нелинейно-упругого и пластического материала при различных воздействиях с учетом конечных перемещений,

владеть:

- современными методами определения внутренних усилий, напряжений и перемещений в элементах конструкций из нелинейно-упругого и пластического материала при различных воздействиях, с учетом физической и геометрической нелинейности.

4. Распределение трудоемкости (час.) по темам и видам занятий

№ Мо-ду-ля	№ Не-де-ли	Те-мы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего	Лек-ции	Коллок-виумы	Лабора-торные	Прак-тичес-кие	СРС
1	2	3	4	5	6	7		8	9
1	1-3	1	Основные уравнения нелинейной механики деформируемых тел	6	4			2	10
1	4-6	2	Нелинейные уравнения изгиба балок и методы их решения	20/14	6			14/14	14
1	7-9	3	Нелинейные уравнения изгиба пластинок и методы их решения.	22/16	6			16/16	14
1	10-11	4	Предельное равновесие стержневых конструкций	6	4			2	10
2	1-2	5	Уравнения изгиба гибких пластинок и пологих оболочек в полных функциях и в инкрементальной форме	6	4			2	4
2	3=4	6	Цилиндрический изгиб гибких пластинок в полных функциях и в инкрементальной форме	12	4			8	6
2	5-6	7	Изгиб гибких оболочек в полных функциях и в инкрементальной форме	12	4			8	5
2	7-8	8	Результаты расчета гибких пологих оболочек	6/2	4			2/2	5
Всего				90/32	36			54/32	90

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	6	1	Задачи нелинейной строительной механики. Основные понятия и определения. Понятие физической и геометрической нелинейности в строительной механике. Виды физической нелинейности. Понятие о конструктивной нелинейности. Типичные экспериментальные диаграммы растяжения для различных материалов. Активная и пассивная деформации. Простое и сложное нагружения. Упрочнение материала. Площадка текучести. Пределы текучести и прочности. Способы аппроксимации экспериментальных кривых.	1,3
		2	Фундаментальная система уравнений нелинейно-упругого тела. Теория малых упругопластических деформаций Ильюшина.	1,3
		3	Фундаментальная система инкрементальных уравнений нелинейно-упругого тела. Зависимость между приращениями напряжений и приращениями деформаций. Метод последовательных нагружений.	1,3,4
2	20	4	Нелинейные уравнения изгиба балок в полных функциях и в приращениях. Граничные условия. Расчет балок вариационным методом Ритца-Тимошенко в полных функциях. Инкрементальная форма метода Ритца-Тимошенко при расчете балок.	1,3,4
		5	Расчет балки методом Бубнова-Галеркина в полных функциях. Решение инкрементального уравнения изгиба балки методом Бубнова-Галеркина.	1,3
		6	Расчет нелинейно-упругих балок методом упругих решений Ильюшина. Расчет нелинейно-упругой балки методом переменных параметров упругости Биргера.	1,3
3	22	7	Нелинейные уравнения изгиба пластинок в полных функциях и в приращениях. Расчет пластинок вариационным методом Ритца-Тимошенко в полных функциях. Инкрементальная форма метода Ритца-Тимошенко при расчете пластинок.	1,3
		8	Расчет пластинки методом Бубнова-Галеркина в полных функциях. Решение инкрементального уравнения изгиба пластинки методом Бубнова-Галеркина.	1,3
		9	Расчет нелинейно-упругих пластинок методом упругих решений Ильюшина. Расчет нелинейно-упругой пластинки методом переменных параметров упругости Биргера.	1,3
4	6	10	Понятие о предельном состоянии. Разрушающие нагрузки. Гипотезы теории предельного равновесия. Основные теоремы о разрушающих нагрузках: статическая, кинематическая и о единственности реше-	1,5,9,10

			ния. Понятие пластического шарнира. Пластический момент сопротивления.	
		11	Прямой метод определения предельной нагрузки. Кинематический и статический методы определения предельной нагрузки. Предельное равновесие статически неопределимых балок. Особенности расчета конструкций методом предельного равновесия.	1,5,9,10
5		1	Уравнения изгиба гибких пластинок и пологих оболочек в полных функциях	2,4
		2	Уравнения изгиба гибких пластинок и пологих оболочек в инкрементальной форме	2,4
6		3	Цилиндрический изгиб гибких пластинок в полных функциях	2,4
		4	Цилиндрический изгиб гибких пластинок и в инкрементальной форме	2,4
7		5	Изгиб гибких оболочек в полных функциях	2,4
		6	Изгиб гибких оболочек в инкрементальной форме	2,4
8		7	Результаты расчета гибких пологих оболочек при действии поперечной нагрузки	2,4
		8	Результаты расчета гибких цилиндрических оболочек сжатых вдоль образующей	2,4

6. Содержание коллоквиумов

Учебным планом коллоквиумы не предусмотрены.

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	1	Теория малых упругопластических деформаций Ильюшина. Условия разгрузки и активного нагружения. Аппроксимация экспериментальной диаграммы деформирования	1,3
2	14	2-8	Расчёт нелинейно упругих балок методом упругих решений Ильюшина и методом переменных параметров упругости Биргера с выделением главной части решения методом Бубнова-Галеркина	1,3
3	16	9-16	Расчет нелинейно упругих балок вариационными методами	1,3
4	2	17	Расчет стержневых конструкций методом предельного равновесия.	1,5,9,10
5	2	1	Уравнения изгиба гибких пластинок и пологих оболочек в полных функциях и в инкрементальной форме	1,3,4
6	8	2-5	Расчет цилиндрических гибких пластинок в полных функциях	2,4
7	8	6-9	Расчет гибких оболочек в инкрементальной форме	2,4
8	2	10	Обсуждение результатов расчета гибких пологих оболочек	2,4

8. Перечень лабораторных работ

Учебным планом лабораторные работы не предусмотрены.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	10	Изучить логику вывода основных уравнений нелинейной механики деформируемых тел	1,3,5
2	14	Нелинейные уравнения изгиба балок и методы их решения	1,3,5
3	14	Изучить методы решения нелинейных уравнений изгиба пластинок	1,3,5
4	10	Изучить основы расчета стержневых конструкций по их предельному состоянию	1,5,9,10
5	4	Изучить логику вывода уравнений изгиба гибких пластинок и пологих оболочек в полных функциях и в инкрементальной форме	2,5
6	6	Выполнить домашнее задание по расчету гибких удлиненных пластинок в полных функциях и в инкрементальной форме	2,5
7	5	Выполнить домашнее задание по расчету гибких удлиненных оболочек в полных функциях и в инкрементальной форме	2,5
8	5	Описать результаты расчета гибких пологих оболочек	2,5

10. Расчетно-графическая работа

Учебным планом не предусмотрены.

11. Курсовая работа

Учебным планом не предусмотрены.

12. Курсовой проект

Учебным планом не предусмотрены.

13. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации

Средства (фонд оценочных средств) оценки текущей успеваемости и промежуточной аттестации студентов по итогам освоения дисциплины представляют собой комплект контролируемых материалов следующих видов:

1. Текущий контроль усвоения лекционного материала. Представляет собой один вопрос, ответ на который студент должен дать в результате прослушивания и конспектирования лекции. Поставленные вопросы требуют точных и коротких ответов. Текущий контроль проводится в устном виде в течение лекции после изложения ключевых вопросов темы и в конце лекции. Проверяется правильность восприятия нового материала и сформулированных понятий.
2. Промежуточная аттестация (модуль 1, 7 семестр) по темам лекции 1-8 и частично сформированным компетенциям ПК-6, 18 в форме устного зачета.
3. Промежуточная аттестация (модуль 2, 7 семестр) по темам лекции 9-18 и сформированным компетенциям ПК-6, 18 в форме устного зачета.

- Итоговая аттестация (экзамен) по результатам изучения дисциплины в форме устного и письменного экзамена для оценки формирования следующих компетенций: ПК – 5, 6, 17, 18. На прием зачета по данной дисциплине отводится 2 пары или 4 ак. часа.

14. Образовательные технологии

В процессе обучения предусмотрены интерактивные формы проведения занятий. По заданию преподавателя студенты готовят отдельные разделы курса в виде докладов и делают сообщение по подготовленной теме в аудиторные часы

15. Перечень учебно-методического обеспечения

В процессе обучения используются, слайды, мультимедийное сопровождение лекций *Лабораторное оборудование и приборы – не требуется*

Технические средства обучения

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная компьютером и мультимедийным оборудованием.

Для выполнения самостоятельных работ необходим компьютерный класс, оборудованный проектором и экраном, а также персональными компьютерами с обустроенным рабочим местом преподавателя.

Рекомендуемая литература

а) Основная литература

- Петров, В. В. Нелинейная строительная механика [Текст] : учеб. пособие для студ. обучающихся по специализации "Строительство высотных и большепролетных зданий" спец. 271101.65 / В. В. Петров ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Саратов : СГТУ, 2015 - .Ч. 1 : Физическая нелинейность. - 2015. - 164 с. : ил., табл. ; 21 см. - ISBN 978-5-7433-2925-0

Экземпляры всего: 3

- Петров, В. В. Нелинейная строительная механика [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. обучающихся по специализации "Строительство высотных и большепролетных зданий" спец. 271101.65 / В. В. Петров ; Саратовский гос. техн. ун-т им. Гагарина Ю. А. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2015 - Систем. требования: 128 МБ ОЗУ ; 4x CD-ROM дисковод ; Microsoft Office 2003 и выше ; ПК Pentium III или выше. - Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/zak_132_15.pdf (Полный текст).Ч. 1 : Физическая нелинейность. - 2015. - 1 эл. опт. диск (DVD-ROM) : ил., табл. - ISBN 978-5-7433-2925-0 (Копирайт СГТУ) : б. ц. Режим доступа: Диск помещен в контейнер 14X12 см.

- Петров В.В. Методы расчета конструкций из нелинейно-деформируемого материала [Электронный ресурс] / Петров В.В. - Москва : АСВ, 2009. - . - ISBN 978 - 5-93093-627-8 : Б. ц. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930936278.html>

- Петров, В. В. Методы расчета конструкций из нелинейно-деформируемого материала : учеб. пособие / В. В. Петров, И. В. Кривошеин. - М. : Изд-во АСВ, 2009. - 208 с. ; 20 см. - Библиогр.: с. 202-204 (42 назв.). - Гриф: рек. УМО вузов РФ по образованию в области строительства в качестве учеб. пособия для студентов, обучающихся по напр. 270100 "Строительство". - ISBN 978-5-93093-627-8 : 220.00 р.

Экземпляры всего: 107

- Петров, В. В. Методы расчета балок и пластинок из нелинейно-деформируемого материала : учеб. пособие по курсам "Сопrotивление материалов" и "Основы тео-

рии упругости и пластичности" для студ. спец. 291100, 290300 / В. В. Петров, И. В. Кривошеин ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2007. - 148 с. : ил. - Библиогр.: с. 144-145 (42 назв.). - ISBN 978-5-7433-1857-5 : 45.50 р.

Экземпляры всего: 37

6. Петров, В. В. Методы расчета балок и пластинок из нелинейно-деформируемого материала [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Петров, И. В. Кривошеин ; Саратов. гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2007. - 1 с. ; 12 см.-. - Электронный аналог печатного издания. - Режим доступа :http://lib.sstu.ru/books/zak_396_07.pdf
7. Старцева Л.В. Строительная механика в примерах и задачах [Электронный ресурс] / Старцева Л.В. - Москва : АСВ, 2014. - . - ISBN 978-5-93093-985-9 : Б. ц. Строительная механика в примерах и задачах. Учебное пособие. - М.: Изд-во АСВ, 2014. - 224 с. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939859.html>

б) Дополнительная литература

8. Андрианов, И. Методы асимптотического анализа и синтеза в нелинейной динамике и механике деформируемого твердого тела [Текст] / Андрианов И. - Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. - 276 с. - ISBN 978-5-4344-0116-6 : Б. ц. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28899>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.
9. Гениев, Г. А. Инкрементальная теория нелинейного деформирования тел в условиях неоднородного напряженного состояния : моногр. / Г. А. Гениев, С. Ю. Калашников ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Саратов : СГТУ, 2004. - 172 с. : ил., табл. ; 20 см. - Библиогр.: с. 141-169 (210 назв.). - ISBN 5-7433-1383-0 : 60.00 р.

Экземпляры всего: 5

10. Нелинейные задачи расчета оболочек покрытий / И. Е. Милейковский [и др.] ; Центр. научно-исслед. ин-т строительных конструкций им. В. А. Кучеренко (Москва). - М. : Стройиздат, 1976. - 144 с. : ил. ; 22 см. - Библиогр.: с. 143-145.

Экземпляры всего: 6

11. Петров, В. В. Нелинейная инкрементальная строительная механика [Текст] / Петров В. В. - Москва : Инфра-Инженерия, 2014. - 480 с. - ISBN 978-5-9729-0076-3 : Б. ц. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23318>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.
12. Петров, В. В. Основы строительной механики оболочек и пластинок [Текст] : учеб. пособие / В. В. Петров ; Саратовский гос. техн. ун-т (Саратов). - Саратов : СГТУ, 2000. - 160 с. ; 20см. - ISBN 5-7433-0692-3 : 32.50 р.

Экземпляры всего: 46

в) Компьютерное программное обеспечение и электронные информационные ресурсы

Microsoft Windows (актуальная версия);

Microsoft Office Professional (актуальная версия);

Программные комплексы: MathCAD, «Мономах», «Лири»

Интернет-ресурсы:

<http://mysopromat.ru>

<http://www.femto.com.ua>.

Материально-техническое обеспечение дисциплины

8. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины
Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» рекомендуются следующие образовательные технологии:

при работе в аудитории:

- лекции-презентации разделов курса,
- практические занятия, посвящённые решению задач,
- презентации работ исследовательского содержания, самостоятельно подготовленных студентами под руководством преподавателя;
- осуществление текущего контроля усвоения содержания курса в форме письменного или устного тестирования;

при организации самостоятельной работы студентов:

- руководство деятельностью студентов по подготовке ими лекции-презентации по курсу и заданий исследовательского содержания;
- проверка выполненных студентами самостоятельных работ,
- руководство работой с разнообразными INTERNET-ресурсами.

При самостоятельной работе над содержанием дисциплины студенту рекомендуется.

- 1) Проработать соответствующий учебный материал раздела по учебникам, конспектам лекций и практическим занятиям.
- 2) Выделить наиболее трудные для понимания вопросы раздела и закрепить теоретические сведения решением конкретных задач.
- 3) Решить задачи, сформулированные в самостоятельной работе.
- 4) Сформулировать вопросы для совместного обсуждения их на консультации с преподавателем.
- 5) Оформить самостоятельную работу с титульным листом, сдать преподавателю на проверку, отчитаться и исправить ошибки.

Формы текущего контроля

Текущий контроль освоения содержания курса осуществляется в форме:

- проверки и защиты самостоятельных работ,
- письменного или устного тестирования.

Самостоятельные домашние работы составляют часть самостоятельной работы студентов. Они предназначены для закрепления учебного материала, излагаемого на лекциях, практических и занятиях по курсу «Нелинейные задачи строительной механики».

Самостоятельные работы состоят из задач по расчету элементов конструкций на прочность. Они подготавливают студентов к проектированию и расчету металлических, железобетонных и деревянных конструкций.

Самостоятельные работы способствуют развитию у студентов навыков самостоятельного решения задач, расчета элементов строительных конструкций, поиску оптимальных решений, научного подхода к решению поставленных задач, умению пользоваться учебной и справочной литературой.

Рекомендуемые темы самостоятельной работы:

- «Расчет балки из нелинейно-деформируемого материала вариационными и итерационными методами с элементами исследования»,
- «Расчет прямоугольной пластинки из нелинейно-деформируемого материала вариационными и итерационными методами с элементами исследования».

Защита самостоятельных работ проводится в виде доклада студентом своих результатов на семинаре с участием преподавателя и студентов.

Формы промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация в 7 семестре предусматривает выполнение и защиту своей самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация в 8-м семестре – тестирование.

Программа дисциплины «Нелинейные задачи строительной механики» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования подготовки по специальности 271101 “Строительство уникальных зданий и сооружений”.

Программу разработал

_____ акад. РААСН, профессор, д.т.н., В.В. Петров

17. Дополнения и изменения рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена на заседании

кафедры « » 201_ года, протокол № _____

Зав. кафедрой _____ В. Петров Внесенные

изменения утверждены на заседании УМКС «__»

_____ 201_ года, протокол № _____

Председатель УМКС _____ В. Петров