



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НР
Н.А. Кострикова
18.05.2022

Рабочая программа дисциплины
Программы подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре ФГБОУ ВО «КГТУ»

НЕЛИНЕЙНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ

Группа научных специальностей
2.1 Строительство и архитектура

Научная специальность
2.1.1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

Отрасль науки: технические науки

Институт морских технологий, энергетики и строительства.

РАЗРАБОТЧИК	Кафедра строительства
ВЕРСИЯ	1
ДАТА ВЫПУСКА	17.03.2022

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Целью изучения дисциплины «**Нелинейное деформирование строительных конструкций**» является приобретение знаний в области совершенствования методов расчета строительных конструкций на основе их нелинейного деформирования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «**Нелинейное деформирование строительных конструкций**» относится к дисциплине по выбору программы аспирантуры по научной специальности **2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.**

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины, формируют навыки самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности и используются при проведении диссертационного исследования и подготовке диссертационной работы. Изучается на 3 курсе.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины «**Нелинейное деформирование строительных конструкций**» аспирант должен:

Знать:

- методы критического анализа и оценки современных научных достижений
- методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях

Уметь:

- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач
- оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов при решении исследовательских и практических задач
- генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений

Владеть:

- навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Нелинейные задачи строительной механики.

Виды нелинейности в теории расчета конструкций. Основные постановки при решении задач нелинейной строительной механики.

Тема 2. Методы решения нелинейных задач

Методы решения нелинейной теории упругости и теории пластичности. Метод упругих решений. Метод дополнительных деформаций. Метод последовательных нагружений. Учет последовательности возведения наращиваемых сооружений.

Тема 3. Расчет физически нелинейных стержневых систем

Расчет нелинейно-упругих балок. Приближенный метод последовательного нагружения. Метод переменных параметров упругости.

Тема 4. Расчет стержневых систем по предельному равновесию

Предельное равновесие многопролетных неразрезных балок. Характерные особенности расчета конструкций методом предельного равновесия.

Тема 5. Напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций

Оценка напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций на всех этапах нагружения. Применение реальных диаграмм деформирования и пошагово-иттерационного метода для учета нелинейного характера деформирования.

Тема 6. Диаграммы деформирования материала

Способы получения диаграмм деформирования материала. Их аналитическое описание. Трансформация диаграмм деформирования бетона и арматуры при различных режимах работы. Учет свойств материала при динамическом воздействии.

5. ОБЪЕМ (ТРУДОЕМКОСТЬ ОСВОЕНИЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (ЗЕТ), т.е. 72 академических часа контактной (лекционных и практических занятий) работы и самостоятельной учебной работы обучающегося; работы, связанной с текущей и промежуточной аттестацией по дисциплине. Изучается на 3 курсе.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы обучающегося приведено ниже.

Форма промежуточной аттестации по дисциплине: зачет.

Таблица 1 - Объем (трудоемкость освоения) в очной форме обучения и структура дисциплины

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
Тема 1. Нелинейные задачи строительной механики	2	-	-	6	8
Тема 2. Методы решения нелинейных задач	2	-	2	10	14
Тема 3. Расчет физически нелинейных стержневых систем	2	-	2	10	14
Тема 4. Расчет стержневых систем по предельному равновесию	2	-	2	8	12
Тема 5. Напряженно-деформированное состояние железобетонных конструкций	2	-	-	10	12
Тема 6. Диаграммы деформирования материала	2	-	-	10	12
Учебные занятия	12	0	6	54	72

Номер и наименование темы, вид учебной работы	Объем учебной работы, ч				
	Контактная работа			СР	Всего
	Лекции	ЛЗ	ПЗ		
Промежуточная аттестация	зачет				
Итого по дисциплине				72	

ЛЗ - лабораторные занятия, ПЗ – практические занятия, СР – самостоятельная работа обучающихся

6. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

Таблица 2 - Объем (трудоемкость освоения) и формы ПЗ

№ темы	Темы практических занятий	Кол-во часов
2	Тема 2. Методы решения нелинейных задач	2
3	Тема 3. Расчет физически нелинейных стержневых систем	2
4	Тема 4. Расчет стержневых систем по предельному равновесию	2
ИТОГО:		6

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

Таблица 3 - Объем (трудоемкость освоения) и формы СРС

№	Вид (содержание) СРС	Кол-во часов	Форма контроля, аттестации
1	Виды нелинейности в теории расчета конструкций. Основные постановки при решении задач нелинейной строительной механики	6	Опросы на лекциях и ПЗ
2	Методы решения нелинейной теории упругости и теории пластичности. Метод упругих решений. Метод дополнительных деформаций. Метод последовательных нагружений. Учет последовательности возведения наращиваемых сооружений	10	Опросы на лекциях и ПЗ
3	Расчет нелинейно-упругих балок. Приближенный метод последовательного нагружения. Метод переменных параметров упругости.	10	Опросы на лекциях и ПЗ
4	Предельное равновесие многопролетных неразрезных балок. Характерные особенности расчета конструкций методом предельного равновесия.	8	Опросы на лекциях и ПЗ
5	Оценка напряженно-деформированного состояния железобетонных конструкций на всех этапах нагружения. Применение реальных диаграмм деформирования и пошагово-итерационного метода для учета нелинейного характера деформирования	10	Опросы на лекциях и ПЗ

№	Вид (содержание) СРС	Кол-во часов	Форма контроля, аттестации
6	Способы получения диаграмм деформирования материала. Их аналитическое описание. Трансформация диаграмм деформирования бетона и арматуры при различных режимах работы. Учет свойств материала при динамическом воздействии.	10	Опросы на лекциях и ПЗ
ИТОГО:		54	

Научно-исследовательские, творческие работы и рефераты не предусмотрены учебным планом.

8.УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТА

Основная литература:

1. Волосухин, В.А. Строительные конструкции [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко, Т.Н. Меркулова. - 4-е изд., перераб. и доп. - Ростов : Издательство «Феникс», 2013. - 555 с. (ЭБС "Университетская библиотека онлайн").

2. Металлические конструкции. Специальный курс: учеб. пособие для студентов инж.-строит. вузов и фак. / Под общ. ред. Н.С. Стрелецкого. – М.: Стройиздат, 1965. - 366 с;

3. Железобетонные конструкции: спец. курс для фак. пром.и гражданского строительства / под общ. ред. действ. чл. АС и А СССР П.Л. Пастернака. – М.: Госстройиздат, 1961. – 855 с;

4. Металлические конструкции: учеб. / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатьева [и др.]; под ред. Ю.И. Кудишина. - М.: Академия, 2010. - 681 с;

5. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учеб. / В.Н. Байков, Э.Я. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1991. - 767 с.

Дополнительная литература:

3. Кононов, Ю.И. Железобетонные и каменные конструкции : Монолитное железобетонное ребристое перекрытие с балочными плитами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.И. Кононов, М.Ю. Коконова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный политехнический университет. - Санкт-Петербург : Издательство Политехнического университета, 2013. - 71 с. (ЭБС "Университетская библиотека онлайн").

4. Железобетонные и каменные конструкции : учеб. / Р. О. Бакиров, В. Г. Назаренко, В. И. Римшин; ред. В. М. Бондаренко. - 3-е изд., испр. - Москва: Высшая школа, 2004. - 876 с.

6. СП 63.13330.2012. Свод правил. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/8) (ред. от 19.10.2017) (Справочная правовая система «КонсультантПлюс»).

7. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры (одобрен для применения Постановлением Госстроя РФ от 25.12.2003 N 215) (Справочная правовая система «КонсультантПлюс»).

8. СП 20.13330.2016. Свод правил. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (утв. Приказом Минстроя России от 03.12.2016 N 891/пр) (Справочная правовая система «КонсультантПлюс»).

9.ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Информационные технологии

В ходе освоения дисциплины обучающиеся используют возможности интерактивной коммуникации со всеми участниками и заинтересованными сторонами образовательного процесса, ресурсы и информационные технологии посредством электронной информационной образовательной среды университета.

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обучающимся по образовательной программе обеспечивается доступ (удаленный доступ) является ежегодно обновляемым приложением к рабочим программам дисциплин (утверждается отдельно) и размещается на официальном сайте в разделе «Образовательные программы высшего образования университета» и в ЭИОС.

Перечень лицензионного программного обеспечения ежегодно обновляется и размещен на сайте университета:

(http://www.klgtu.ru/about/structure/structure_kgtu/itc/info/software.php).

Программное обеспечение

- Программное обеспечение Microsoft, получаемое по программе Open Value Subscription;
- Офисные приложения, получаемые по программе Open Value Subscription;
- Программный комплекс AutoDesk для учебных заведений Education Master Suite;
- Система компьютерной алгебры Mathcad;
- ПКВ «Лира», «МОНОМАХ»

Интернет-ресурсы

1. <http://edu.ascon.ru>, <http://www.lira.com.ua>,
2. <http://www.scadgroup.com>, <http://www.eurosoft.ru>
3. <http://www.tflex.ru>
4. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.
5. Портал «Университетская библиотека online» - <http://biblioclub.ru>

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения занятий по дисциплине «Нелинейное деформирование», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам: учебные аудитории, оборудованные комплектом мебели; комплект проекционного мультимедийного оборудования; компьютеры с доступом к сети Интернет; читальный зал с информационными ресурсами на бумажных и электронных носителях, библиотекой, архивом диссертаций и авторефератов. офисная оргтехника; электронные таблицы Excel MS Office; справочно-правовая система «ГАРАНТ», профессиональная справочная система «Техэксперт Для аудиторных занятий по дисциплине используется материально-техническая база кафедры строительства. Аудитории для проведения лекционных занятий укомплектованы необходимыми техническими мультимедийными средствами для представления учебной информации аспирантам.

Таблица 3 – 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
г. Калининград, ул. Проф. Баранова, 43, УК №1, ауд. 320Б - учебная аудитория для проведения лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации	Специализированная (учебная) мебель - учебная доска, стол преподавателя, парты, стулья Демонстрационное мультимедийное оборудование, стенды с учебным материалом	Типовое ПО на всех ПК 1. Операционная система Windows 7 (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021) 2. Офисное приложение MS Office Standard 2010 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021) 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032 до 2020-02-12) 4. Google Chrome (GNU)
г. Калининград, ул. Проф. Баранова, 43, УК №1, ауд. 410Б, компьютерный класс - учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	Специализированная (учебная) мебель - учебная доска, стол преподавателя, парты, стулья 14 компьютеров с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения.	Типовое ПО на всех ПК 1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021) 2. Офисное приложение MS Office Standard 2010 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021) 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032 до 2020-02-12) 4. Google Chrome (GNU) 5. Программный комплекс AutoDesk для учебных заведений Education Master Suite: AutoCAD,

		<p>AutoCADCivil 3D и т.д. (Договор #110001955026, Договор #110001703865, Договор #110001781500)</p> <p>6. MathCAD 2015 (Лицензия 3A1843569 от 26.04.2013)</p> <p>7. Пакет программ для Проектирования и расчетов элементов строительных конструкций "ПРУСК", "Металл", "СпИн", "Одиссей", "Poseidon" (Лицензионный договор №131111-2 от 11.11.2013)</p> <p>8. Программный комплекс для расчета пространственных конструкций на прочность, устойчивость и колебания "ПК STARKES 201W (Лицензионный договор №131111-2 от 11.11.2013)</p>
<p>г. Калининград, ул. Проф. Баранова, 43, УК №1, ауд. 1аБ, лаборатория строительных материалов - учебная аудитория для проведения практики, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Специализированная (учебная) мебель - учебная доска, стол преподавателя, парты, стулья. Цилиндрические формы (для асфальтобетона); прибор ППР для определения густоты раствора; посуд для отмучивания диам. 200 мм, высота 350 мм; набор сит для минеральных порошков и цемента; прибор ВИКА; вискозиметр для бетона; форма для кубиков 100; устройство для ускоренного определения водонепроницаемости бетона; измеритель защитного слоя бетона ИПА-МГ4.01; измеритель прочности бетона электронный; измеритель влажности электронный; эталонный молоток (молоток Кашкарова) + стержни; угловой масштаб к молотку Кашкарова; форма балочка; комплект форм для испытания дробимости щебня (гравия); пластины нагружения 40x40мм для испытания цементных балочек на прочность; плотномер динамический; виброплощадка лабораторная "СМЖ-539" с механическим креплением; столик лабораторный встряхивающий; камера универсальная пропарочная; бачок для кипячения образцов цемента; лупа измерительная; мерная металлическая посуда 1 л; мерная металлическая посуда 2 л; формы кубов для бетонных и растворных образцов; форма балки для бетонных и растворных образцов; комплект колец для отбора проб грунта; весы электронные тензометрические для статического взвешивания (15 кг);</p>	

	цифровой электронный термометр - 50°С...+300°С; пресс гидравлический для испытания стандартных образцов строительных материалов	
г. Калининград, Советский проспект, 1, ГУК, ауд. 155б - помещение для самостоятельной работы	Столы, стулья. 10 компьютеров с подключением к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации, комплект лицензионного программного обеспечения	Типовое ПО на всех ПК 1. Операционная система Windows XP (получаемая по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021) 2. Офисное приложение MS Office 2010 (получаемое по программе Microsoft "Open Value Subscription" license V0948021 дата окончания 31.01.2021) 3. Kaspersky Endpoint Security (17E0-190201-091470-333-1032 до 2020-02-12) 4. Google Chrome (GNU) 5. Эффектон (договор №348 от 29 августа 2013)

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

Оценочные средства по дисциплине представляются в виде фонда оценочных средств (ФОС). Требования к структуре и содержанию ФОС по дисциплине определяются Положением по ФОС.

12. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ И ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами учебной деятельности в ходе изучения курса являются лекции, и самостоятельная работа аспирантов, консультирование по отдельным темам дисциплины.

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса основной упор сделан на соединении активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет аспирантам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

При подготовке лекционного материала преподаватель обязан руководствоваться рабочей программой по дисциплине. При чтении лекций преподаватель имеет право самостоятельно выбирать формы и методы изложения материала, которые будут способствовать качественному его усвоению. При этом преподаватель в установленном порядке может использовать технические средства обучения, имеющиеся на кафедре и в вузе.

Важным звеном во всей системе обучения является самостоятельная работа. В широком смысле под ней следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности аспирантов, как в отсутствии преподавателя, так и в контакте с ним. Она является одним из основных методов поиска и приобретения новых знаний, работы с литературой, а также

выполнения предложенных заданий. Преподаватель призван оказывать в этом методическую помощь аспирантам и осуществлять руководство их самостоятельной работой.

Преподавателю необходимо контролировать степень усвоения аспирантами текущего материала, а также уровень остаточных знаний по уже изученным темам.

13. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины аспирант должен добросовестно посещать лекции.

Учебным планом предусмотрена самостоятельная работа аспирантов. Эта работа предполагает:

- изучение лекционного материала;
- самостоятельное изучение отдельных вопросов дисциплины по рекомендованной литературе и углубленную проработку некоторых тем, изложенных в лекциях;
- подготовка к промежуточному и текущему контролю.

Аспирант обязан в полном объеме использовать время самостоятельной работы, предусмотренное настоящей рабочей программой, для изучения соответствующих разделов дисциплины, и своевременно обращаться к преподавателю в случае возникновения затруднений при выполнении самостоятельной работы.

Содержание внеаудиторной самостоятельной работы и распределение объема на нее определяется по темам дисциплины согласно тематическому плану рабочей программы.

14. СВЕДЕНИЯ О РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ И ЕЕ СОГЛАСОВАНИИ

Рабочая программа дисциплины «**Нелинейное деформирование**» представляет собой образовательный компонент программы по подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения.**

Автор программы – В.Ф. Захаров д.т.н., профессор, профессор кафедры строительства

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 17.03.2022 г.).

Заведующий кафедрой энергетики

д.т.н., профессор В.Ф. Белей

Согласовано:

Зам. директора по НиМД ИМТЭС

Е.С. Землякова

Начальник УПК ВНК

Н.Ю. Ключко