

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**
(ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД


А.А. Панфилов
« 10 » _____ 2018 г.

**Рабочая программа дисциплины
«Учет неупругих свойств материалов в расчетах конструкций»**

Направление подготовки: 08.04.01 – «Строительство»

Программа подготовки:

«Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений», «Проектирование, реконструкция и эксплуатация энергоэффективных зданий»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения: заочная

Семестр	Трудоем- кость, зач. ед./час	Лекций, час.	Практич. за- нятий, час.	Лабор. работ, час.	СРС, час	Форма промежуточного контроля
5	2/72	10	16	-	19	Экзамен (27 час.), КР
Итого	2/72	10	16	-	19	Экзамен (27 час.), КР

г. Владимир

2018 г.

1. Цели освоения дисциплины

В конструкциях из железобетона (а также и из других материалов) при их деформировании возникают не только упругие деформации, пропорционально которым возрастают внутренние силы, но и неупругие, которые приращением внутренних сил не сопровождаются. При увеличении нагрузки неупругие деформации быстро возрастают, благодаря чему в статически определимых конструкциях, где внутренние усилия всегда пропорциональны внешней нагрузке, ускоренно растут деформации. В статически неопределимых системах ускоренный рост деформаций в одних (наиболее напряженных) связях вызывает ускорение деформирования других. Получается перераспределение внутренних сил: рост усилий в наиболее напряженных связях замедляется, а в других ускоряется. Если этого не учитывать, то расчетные усилия окажутся в одних местах завышенными, в других заниженными; распределение арматуры будет нерациональным. Кроме того, правильное определение деформаций необходимо для выполнения расчетов по предельным состояниям второй группы – определения ширины раскрытия трещин и перемещений, возникающих при деформировании. Задачи дисциплины – изучить методы расчета и проектирования конструкций с учетом физической и геометрической нелинейности деформирования на основе реальных диаграмм деформирования бетона, арматуры, стали, дерева; научиться постановке задачи, математическому моделированию деформирования, способу расчета конструкции на прочность, жесткость, устойчивость.

2. Место дисциплины в ОПОП ВО

Дисциплина изучается в пятом семестре, основывается на знаниях математики, теоретической механики, сопротивления материалов, строительной механики, железобетонных конструкций.

Дисциплина необходима как предшествующая к другим дисциплинам ОПОП и к научно-исследовательской работе.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования.

Знать основные проблемы своей предметной области, при решении которых возникает необходимость в сложных задачах выбора, требующих использования количественных и качественных методов; приобрести следующие компетенции:

ОК-1 – способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу;

ОК-3 – готовность к саморазвитию и самореализации.

Уметь применять в практической деятельности следующие компетенции:

ОПК-5 – способность использовать теоретические и практические знания, находящиеся на передовых рубежах науки;

ОПК-6 – способность приобретать новые знания;

ОПК-8 – способность порождать новые идеи;

ОПК-10 – способность к постановке задачи, к применению современных методов исследований;

Владеть следующими профессиональными компетенциями:

ПК-3 – методами проектирования и мониторинга зданий и сооружений, их конструктивных элементов, включая методы расчета специальных конструкций и инженерных сооружений на прочность, жесткость, устойчивость;

ПК-4 – методами разработки эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов.

4. Структура и содержание дисциплины

Общий объем дисциплины 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы и трудоемкость в часах				Объем работы с применением интерактивных методов, час / %	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	СРС	КП/КР		
1.	1. Раздел 1. Расчет стержневых систем в упругой постановке. Требования к расчету железобетонных конструкций. Метод конечных разностей применительно к расчету сжато-изогнутого стержня и стержневой системы.	5		1	1	1			
	Составление разрешающих уравнений для стержня; запись граничных условий для стержня и элемента стержневой системы.	5		1	1	1			
	Основная система метода, введение угловых и линейных связей. Задание исходных данных, описание геометрических и жесткостных параметров системы. Решение задачи для стержневой системы.	5		1	1	1		1/50	

	Составление программы расчета стержня и стержневой системы, разработка метода определения усилий во введенных связях и определение моментов и поперечных сил в элементах системы.	5		1	1	1		1/50	
	Отладка программы, решение примеров, анализ и обсуждение полученных результатов.	5		1	1	1		1/50	
2	Раздел 2 . Расчет стержневых систем в нелинейной постановке. Деформационные характеристики и диаграммы деформирования бетона и арматуры.	5		1	1	1		1/50	
	Упругая работа материалов при малых нагрузках (до $\varepsilon_b = \varepsilon_{b1}$).	5		1	1	1	КР	1/50	
	Упруго-пластическое деформирование при ε_b от ε_{b1} до ε_{b0} и при ε_b от ε_{b0} до ε_{b2} .	5		1	1	1		1/50	
	Определение моментов в сечениях и изгибных жесткостей. Метод упругих решений.	5		1	1	1		1/50	
	Определение моментов и жесткостей в сечениях элементов рамы на разных стадиях деформирования.	5		1	1	1		1/50	
	Составление и отладка программы расчета стержневой системы методом упругих решений. Решение отладочных примеров.	5		-	1	2		-	

	Выполнение исследовательских расчетов.	5		-	1	2		-	
	Обсуждение способа определения усилий во введенных связях и метода последовательных приближений	5		-	1	2		1/100	
	Анализ и обсуждение полученных решений. Сравнение решений в линейной и нелинейной постановках.	5		-	1	2		1/100	
	Определение деформаций, перемещений, усилий.	5		-	2	1		-	
3.	Всего за семестр (и по курсу)			10	16	19	КР	10 / 38	Экзамен

5. Образовательные технологии

На лекционных и практических занятиях в достаточной мере используются мультимедийные средства демонстрации материала с проектированием на большой экран.

Вместе с тем используется и традиционный метод, когда рисунки создаются на доске, и магистрант может следить за их появлением постепенно, следуя за преподавателем и его объяснениями.

Так же осуществляется и вывод формул и уравнений.

Компьютерные представления материала широко используются на интерактивных занятиях, которые обычно начинаются с докладов, подготовленных магистрантами, и заканчиваются дискуссиями.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

В течение семестра студенты выполняют курсовую работу. Задания к курсовой работе приведены ниже. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины осуществляется в форме экзамена по прилагаемым вопросам.

Вопросы для СРС

Раздел 1.

1. Требования к бетонным и железобетонным конструкциям.

2. Требования к расчету конструкций.
3. Метод упругих решений для решения задач с учетом неупругих деформаций.
4. Метод конечных разностей для сжато-изогнутого стержня.
5. Зависимость между внутренними силовыми факторами с учетом продольной силы в стержне.
6. Формирование разрешающей системы уравнений.
7. Основные неизвестные решения.
8. Запись граничных условий для стержня:
 - при шарнирном опирании,
 - при жестком защемлении,
 - при заданном угле поворота,
 - при известном линейном смещении.
9. Метод конечных разностей для стержневой системы.
 - описание геометрии системы,
 - описание соединений стержней,
 - задание жесткостных параметров,
 - введение линейных связей,
 - введение защемляющих связей;
 - определение усилий в связях,
 - определение перемещений, кривизн упругой линии элементов, изгибающих моментов и поперечных сил в сечениях.
10. Задание исходных данных и представленных результатов расчета.

Раздел 2.

1. Деформационные характеристики и диаграммы деформирования бетона и арматуры.

Определение деформаций, напряжений, моментов, высоты сжатой зоны в сечении, кривизны изогнутой оси, жесткости стержня на изгиб:

- при упругой работе стержня до $\varepsilon_b = \varepsilon_{b1}$;
- при упругопластической работе при ε_b от ε_{b1} до ε_{b0} ;
- то же при ε_b от ε_{b0} до ε_{b2}

2. Определение моментов, соответствующих деформациям сжатой кромки бетона $\varepsilon_{b0}, \varepsilon_{b1}, \varepsilon_{b2}$.

3. Задание исходных данных для расчета в нелинейной постановке.
4. Организация последовательных приближений в соответствии с методом упругих решений.
5. Обеспечение сходимости решения, представление результатов.
6. Сравнительный анализ результатов расчетов в линейной и нелинейной постановках.

Задания к курсовой работе

1. Деформационные характеристики и диаграммы деформирования бетона и арматуры.
2. Определение деформаций, напряжений, моментов, высоты сжатой зоны в сечении, кривизны изогнутой оси, жесткости стержня на изгиб:
 - при упругой работе стержня до $\varepsilon_b = \varepsilon_{b1}$;

- при упругопластической работе при ε_b от ε_{b1} до ε_{b0} ;

- то же при ε_b от ε_{b0} до ε_{b2}

3. Определение моментов, соответствующих деформациям сжатой кромки бетона $\varepsilon_{b0}, \varepsilon_{b1}, \varepsilon_{b2}$.

4. Задание исходных данных для расчета в нелинейной постановке.

5. Организация последовательных приближений в соответствии с методом упругих решений.

6. Обеспечение сходимости решения, представление результатов.

7. Сравнительный анализ результатов расчетов в линейной и нелинейной постановках.

Вопросы к экзамену

Раздел 1.

1. Требования к бетонным и железобетонным конструкциям.
2. Требования к расчету конструкций.
3. Метод упругих решений для решения задач с учетом неупругих деформаций.
4. Метод конечных разностей для сжато-изогнутого стержня.
5. Зависимость между внутренними силовыми факторами с учетом продольной силы в стержне.
6. Формирование разрешающей системы уравнений.
7. Основные неизвестные решения.
8. Запись граничных условий для стержня:
 - при шарнирном опирании,
 - при жестком защемлении,
 - при заданном угле поворота,
 - при известном линейном смещении.
9. Метод конечных разностей для стержневой системы.
 - описание геометрии системы,
 - описание соединений стержней,
 - задание жесткостных параметров,
 - введение линейных связей,
 - введение защемляющих связей;
 - определение усилий в связях,
 - определение перемещений, кривизн упругой линии элементов, изгибающих моментов и поперечных сил в сечениях.
10. Задание исходных данных и представленных результатов расчета.

Раздел 2.

1. Деформационные характеристики и диаграммы деформирования бетона и арматуры.
2. Определение деформаций, напряжений, моментов, высоты сжатой зоны в сечении, кривизны изогнутой оси, жесткости стержня на изгиб:
 - при упругой работе стержня до $\varepsilon_b = \varepsilon_{b1}$;
 - при упругопластической работе при ε_b от ε_{b1} до ε_{b0} ;

- то же при ε_b от ε_{b0} до ε_{b2}

3. Определение моментов, соответствующих деформациям сжатой кромки бетона $\varepsilon_{b0}, \varepsilon_{b1}, \varepsilon_{b2}$.
4. Задание исходных данных для расчета в нелинейной постановке.
5. Организация последовательных приближений в соответствии с методом упругих решений.
6. Обеспечение сходимости решения, представление результатов.
7. Сравнительный анализ результатов расчетов в линейной и нелинейной постановках.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Конспект лекций и методические указания к практическим занятиям имеются в электронном виде. В библиотеке университета (в ЭБС «КС») имеется основная и дополнительная литература по предмету; кафедра имеет необходимое программное обеспечение и Интернет-ресурсы.

а). Основная литература:

1. Метод конечных элементов в расчетах сооружений. Теория, алгоритм, примеры расчетов в программном комплексе SIMULIA Abaqus [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Сидоров В.Н., Вершинин В.В. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 288 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300904.html>.
2. Бетонovedение [Электронный курс]: Баженов Ю.М. – М.: Издательство АСВ, 2015. – 144 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300355.html>.
3. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам [Электронный курс]: Учебное пособие / Колмогоров А.Г., Плевков В.С. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 512 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939941.html>.

б). Дополнительная литература:

1. Железобетонные и каменные конструкции (основы сопротивления железобетона. Практическое проектирование. Примеры расчета). [Электронный курс] / Кузнецов В.С. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 304 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938982.html>.
2. Методы оптимального проектирования строительных конструкций [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Денисова А.П., Расщепкина С.А. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 216 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930939002.html>.
3. Железобетонные конструкции. Примеры расчета [Электронный курс]: Справочное издание / Добромыслов А.Н. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 464 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938739.html>.
4. Проектирование железобетонных и сталежелезобетонных конструкций из ячеистых бетонов. [Электронный курс]: Учебное пособие / Парфенов С.Г., Федоренко Д.Ю., Пикин Д.Ю. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 192 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938371.html>.

5. Шишов И.И. Неупругие деформации в конструкциях из железобетона. – Учебное пособие – Владимир: ВлГУ, 2008. – 87 с.

в). Периодические издания:

1. Вестник МГСУ. Научно-технический журнал по строительству и архитектуре.
2. Вестник ЮУрГУ. Серия «Архитектура и строительство».

г). Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Операционные системы Windows, программные комплексы (Лира, AutoCAD. Excel.)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

8.1. Оборудование для практических занятий, средства вычислительной техники

Практические занятия проводятся в компьютерном классе кафедры СК (лаб. 505-2; 12 компьютеров, 1 интерактивная доска, 1 проектор) с использованием специально разработанного программного обеспечения (Теплотехнический расчет элементов здания).


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 08.04.01 «Строительство» (уровень магистратуры) по программе «Техническая эксплуатация и реконструкция зданий и сооружений», «Проектирование, реконструкция и эксплуатация энергоэффективных зданий».

Рабочую программу составил профессор кафедры «Строительные конструкции» ВлГУ к.т.н. Шишов И. И. 

Рецензент: генеральный директор ОАО «Владстройконструкция» Зеленский О.А. 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры 

Протокол № 5 от 10.05.2018 года

Заведующий кафедрой СК  С.И. Рошина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления

08.04.01 Строительство

Протокол № 5 от 10.05.2018 года

Председатель комиссии директор ИАСЭ  С.Н. Авдеев