

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



Утверждаю
Проректор по УМР

А.А. Панфилов

« 12 » 02 2015 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»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость, зач. ед./час	Лекций, час.	Практич. за- нятий, час.	СРС, час	Форма промежуточного контроля
2	3/108	18	18	36	Экзамен (36 час.)
Итого	3/108	18	18	36	Экзамен (36 час.)

г. Владимир

2015 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 третьем семестре, основывается на знаниях математики, теоретической механики, сопротивления материалов, строительной механики, железобетонных конструкций.

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 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы и трудоемкость в часах				Объем работы с примене- нием ин- терактив- ных ме- тодов, час / %	Формы те- кущего контроля успеваемо- сти и про- межуточ- ной атте- стации
				Лекции	Практические за- нятия	СРС	КР		
1.	1. Раздел 1. Расчет стержневых си- стем в упругой поста- новке. Требования к расчету железобетонных кон- струкций. Метод конечных разно- стей применительно к расчету сжато- изогнутого стержня и стержневой системы.	2	1	2	2	3			
	Составление разрешаю- щих уравнений для стержня; запись гранич- ных условий для стерж- ня и элемента стержне- вой системы.	2	2		2	3			
	Основная система мето- да, введение угловых и линейных связей. Зада- ние исходных данных, описание геометриче- ских и жесткостных па- раметров системы. Ре- шение задачи для	2	3-4	2	2	3	2/50		

	Стержневой системы.							
	Составление программы расчета стержня и стержневой системы, разработка метода определения усилий во введенных связях и определение моментов и поперечных сил в элементах системы.	2	5-6	2				Рейтинг-контроль 1
	Отладка программы, решение примеров, анализ и обсуждение полученных результатов.	2	7	2		3	1/50	
2	Раздел 2 . Расчет стержневых систем в нелинейной постановке. Деформационные характеристики и диаграммы деформирования бетона и арматуры.	2	8		2	3	1/50	
	Упругая работа материалов при малых нагрузках (до $\varepsilon_b = \varepsilon_{b1}$).	2	9	2		3		
	Упруго-пластическое деформирование при ε_b от ε_{b1} до ε_{b0} и при ε_b от ε_{b0} до ε_{b2} .	2	10-11	2		3	1/50	
	Определение моментов в сечениях и изгибных жесткостей. Метод упругих решений.	2	12		2	3	1/50	Рейтинг-контроль 2

	Определение моментов и жесткостей в сечениях элементов рамы на разных стадиях деформирования.	2	13	2		2			
	Составление и отладка программы расчета стержневой системы методом упругих решений. Решение отладочных примеров.	2	14		2	2		1/50	
	Выполнение исследовательских расчетов.	2	15	2		2		2/50	
	Обсуждение способа определения усилий во введенных связях и метода последовательных приближений	2	16		2	2		1/50	
	Анализ и обсуждение полученных решений. Сравнение решений в линейной и нелинейной постановках.	2	17	2		2		1/50	Рейтинг-контроль 3
	Определение деформаций, перемещений, усилий.	2	18		2	2			
3.	Всего за семестр (и по курсу)	2	18	18	18	36		11 / 31	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

Текущий контроль успеваемости осуществляется в форме рейтинг-контроля.

Качество самостоятельной работы оценивается по докладам на интерактивных занятиях и активности магистранта в дискуссиях.

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.

Вопросы к рейтинг-контролю №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.

Вопросы к рейтинг-контролю №2

1. 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.
2. Задание исходных данных и представленных результатов расчета.

Вопросы к рейтинг-контролю №3

- 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 ε_{b0} , ε_{b1} , ε_{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 ε_{b0} , ε_{b1} , ε_{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».

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 СК 
протокол № 10 от 10.02.2015 года

Заведующий кафедрой  Рощина С.И.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 08.04.01 Строительство 
протокол № 6 от 12.02.2015 года.

Председатель комиссии

Авдеев С.Н.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____