

**ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан факультета  
Филиал г. Златоуст Техника и  
технологии

\_\_\_\_\_  
20.04.2018 С. П. Максимов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**к ОП ВО от 27.06.2018 №007-03-2024**

**дисциплины В.1.08 Численные методы расчета строительных конструкций**  
**для направления 08.03.01 Строительство**  
**уровень бакалавр тип программы Бакалавриат**  
**профиль подготовки Промышленное и гражданское строительство**  
**форма обучения заочная**  
**кафедра-разработчик Промышленное и гражданское строительство**

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, утверждённым приказом Минобрнауки от 12.03.2015 № 201

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
19.04.2018  
(подпись)

Е. Н. Гордеев

Разработчик программы,  
старший преподаватель  
(ученая степень, ученое звание,  
должность)

\_\_\_\_\_  
18.04.2018  
(подпись)

А. М. Володин

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины – дать теоретические основы расчета конструкций численными методами и его реализации с использованием современных компьютерных технологий (владения основными приёмами алгоритмизации численных методов, практическими навыками выполнения и контроля правильности расчётов, сочетания численных методов с проектирующими модулями современных программных комплексов); обучить навыкам самостоятельного совершенствования своих знаний в области применения численных методов при проектировании строительных конструкций. Задачи дисциплины: дать знания и представления о теоретических и практических вопросах расчета строительных конструкций численными методами; об алгоритмизации и компьютерной реализации метода конечных разностей, вариационно-разностного метода и версии метода конечных элементов в форме метода перемещений; о способах решения различных задач при проектировании строительных конструкций численными методами; о современном программном обеспечении.

## Краткое содержание дисциплины

Введение в численные методы. Основные понятия и определения. Метод конечных разностей. Вариационно-разностный метод. Метод конечных элементов. Особенности метода граничных элементов. Современные программные средства для реализации численных методов расчета строительных конструкций.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУНы)
ОПК-2 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	Знать: теоретические и инженерные основы численных методов расчета конструкций; практические способы расчётов конструкций и объектов строительства с использованием современной нормативно-методической литературы и программных средств, реализующих численные методы теории сооружений; способы алгоритмизации расчётов при исследованиях и проектировании объектов строительства на основе численных методов расчета.
	Уметь: формировать расчётные схемы, анализировать исходные данные и получать правильные результаты расчёта различными численными методами.
	Владеть: приёмами работы с программными средствами, реализующими численные методы расчета.
ПК-2 владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и	Знать: основные применяемые в строительстве программные комплексы для расчета и проектирования строительных конструкций, а также применяемые в них методы расчета; алгоритмы расчета строительных конструкций

специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	при помощи современных программных комплексов.
	Уметь: формировать расчетные схемы конструкций на основе имеющихся конструктивных схем и передавать их в расчетных комплексах;
	Владеть: практическими навыками построения расчетных моделей конструкций зданий и сооружений;
ПК-4 способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности	Знать: теоретические основы расчета конструкций численными методами и его реализации с использованием современных компьютерных технологий.
	Уметь: применять различные численные методы расчета при проектировании различных конструкций, реализовывать алгоритмы численных методов при помощи современных программных комплексов, анализировать результаты расчетов и контролировать их правильность.
	Владеть: основными приемами алгоритмизации численных методов, практическими навыками выполнения и контроля правильности расчетов, сочетания численных методов с проектирующими модулями современных программных комплексов, навыками самостоятельного совершенствования своих знаний в области применения численных методов при проектировании строительных конструкций.

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Б.1.05.02 Математический анализ, Б.1.08 Информатика и программирование	В.1.18 Металлические конструкции, В.1.19 Конструкции из дерева и пластмасс, В.1.17 Железобетонные и каменные конструкции

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Б.1.05.02 Математический анализ	Знать: фундаментальные основы высшей математики включая алгебру, геометрию, математический анализ, теорию вероятностей и основы математической статистики. Уметь: Использовать математику при изучении других дисциплин, расширять свои математические познания. Владеть: Первичными навыками и основными методами решения математических задач из дисциплин профессионального цикла и дисциплин профильной направленности.

Б.1.08 Информатика и программирование	Знать: основы работы с персональным компьютером; Уметь: обрабатывать табличные данные (сортировка, выборка по определенному критерию и т.д.), работать с текстовыми документами; Владеть: навыками работы с офисными программными комплексами "Word", "Excel".
---------------------------------------	--

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч.

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72	
<i>Аудиторные занятия</i>	8	8	
Лекции (Л)	4	4	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	4	4	
Лабораторные работы (ЛР)	0	0	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	64	64	
Изучение учебных пособий и выполнение контрольных работ	48	48	
Подготовка к зачету	16	16	
Вид итогового контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

#### 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Введение в численные методы. Основные понятия и определения	1	1	0	0
2	Интерполирование функции	3	1	2	0
3	Численное интегрирование	1	1	0	0
4	Метод конечных разностей	3	1	2	0
5	Современные программные средства для реализации численных методов расчета строительных конструкций	0	0	0	0

##### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Введение в численные методы. Основные понятия и определения.	1
2	2	Интерполирование функций.	1
3	3	Численное интегрирование	1
4	4	Метод конечных разностей	1

## 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
2	2	Интерполирование функций. Пример использования интерполяционного полинома Лагранжа, Линейная интерполяция.	2
4	4	Определение прогиба балки и усилий в шарнирно-опертой балке при помощи метода конечных разностей.	2

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС		
Вид работы и содержание задания	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц)	Кол-во часов
Изучение учебных пособий. Введение в численные методы. Основные понятия и определения.	а) 2 (Введение, стр. 7); г)	4
Изучение учебных пособий и выполнение контрольной работы. Интерполирование функций.	а) 2 (Гл.1, параграф 4-9, стр. 31); а) 3 (Гл.1, параграф 1.1-1.2, стр. 11-19); г)	8
Изучение учебных пособий и выполнение контрольной работы. Численное интегрирование	а) 2 (Гл.2, стр. 103); а) 3 (Гл.1, параграф 1.3-1.4, стр. 19-21); г)	8
Изучение учебных пособий и выполнение контрольной работы. Метод конечных разностей	а) 2 (Гл.5 стр.193); г);	8
Изучение учебных пособий и выполнение контрольной работы. Современные программные средства для реализации численных методов расчета строительных конструкций.	а) Гл1; б) 2 (Гл.1 стр 11)	12
Изучение учебных пособий и выполнение контрольной работы. Операций над матрицами	б) 1 (гл. 13 стр. 603)	8
Подготовка к зачету.	а) 1 (Гл.1); а) 2 (Введение, Гл.1, Гл 2, Гл. 5); б) 1 (Гл.13); б) 2 (Гл.1); г)	16

## 6. Инновационные образовательные технологии, используемые в учебном процессе

Инновационные формы учебных занятий	Вид работы (Л, ПЗ, ЛР)	Краткое описание	Кол-во ауд. часов
Использование информационных ресурсов и баз данных	Практические занятия и семинары	Использование интернета, информационных ресурсов и баз данных с сайта филиала «ЮУрГУ» в г. Златоусте <a href="http://www.zb-susu.ru/">http://www.zb-susu.ru/</a>	2
Применение электронных мультимедийных	Практические занятия и	Электронный учебный курс И.Ш. Каримова <a href="http://www.stroitmeh.ru.">http://www.stroitmeh.ru.</a> для самостоятельной	2

учебников и учебных пособий	семинары	работы студентов при изучении теоретического материала и подготовке к контрольной работе	
-----------------------------	----------	--	--

## Собственные инновационные способы и методы, используемые в образовательном процессе

Не предусмотрены

Использование результатов научных исследований, проводимых университетом, в рамках данной дисциплины: нет

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

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств

Наименование разделов дисциплины	Контролируемая компетенция ЗУНы	Вид контроля (включая текущий)	№№ заданий
Интерполирование функции	ПК-2 владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	Контрольная работа	1
Численное интегрирование	ПК-2 владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	Контрольная работа	2, 4
Метод конечных разностей	ПК-2 владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	Контрольная работа	5
Введение в численные методы. Основные понятия и определения	ПК-2 владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования	Контрольная работа	3
Все разделы	ОПК-2 способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной	Зачет	1-4

	деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат		
Современные программные средства для реализации численных методов расчета строительных конструкций	ПК-4 способностью участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности	Контрольная работа	6

## 7.2. Виды контроля, процедуры проведения, критерии оценивания

Вид контроля	Процедуры проведения и оценивания	Критерии оценивания
Зачет	Каждому студенту дается практическая задача, которую он должен решить определенным численным методом.	Зачтено: знание основных положений учебной дисциплины, всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопроса, терминологию, свободное и правильное обоснование принятых решений. Допускаются не критичные неточности в ответе или решении задач. Не зачтено: незнание большей части ответа на вопрос, существенные пробелы в знаниях студента основных положений учебной дисциплины, недостаточно точные формулировки базовых понятий, нарушающего логическую последовательность в изложении ответа на поставленный вопрос.
Контрольная работа	Каждому студенту дается практическая задача, которую он должен решить определенным численным методом.	Отлично: Оценка «Отлично» выставляется студенту, который решил задачу без ошибок в определенное преподавателем время и обосновал принятые решения. Хорошо: Оценка «Хорошо» выставляется студенту, который решил задачу с незначительными ошибками. Студент твердо знает материал, но при ответе допускает не критичные неточности в ответе. Удовлетворительно: Оценка «Удовлетворительно» выставляется студенту, который решил задачу с грубыми ошибками. Студент разрозненно знает материал, не может обосновать принятые решения, при ответе допускает неточности в ответе. Неудовлетворительно: Оценка «Неудовлетворительно» выставляется студенту, который не решил задачу, не знает большей части ответа на вопросы, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.

## 7.3. Типовые контрольные задания

Вид контроля	Типовые контрольные задания
Зачет	1) Измерены прогибы балки в нескольких точках. Определить прогибы балки в промежуточных точках, используя основные методы интерполирования, изобразить изогнутую ось балки, показать опоры балки и возможную внешнюю нагрузку. Ответ обосновать. 2) Для консольной балки переменного сечения определить прогиб конца консоли и прогиб в точке С от заданной нагрузки. Проверить условие жесткости балки. 3) Для заданной матрицы А вычислить методом итерации старшее собственное число и соответствующий ему вектор с точностью 0,001. 4) Для заданной функции при помощи численного интегрирования определить

	интеграл и оценить погрешность решения с точным решением.
Контрольная работа	<p>1) Измерены прогибы балки в нескольких точках. Определить прогибы балки в промежуточных точках, используя основные методы интерполирования, изобразить изогнутую ось балки, показать опоры балки и возможную внешнюю нагрузку. Ответ обосновать.</p> <p>2) Для консольной балки переменного сечения определить прогиб конца консоли и прогиб в точке С от заданной нагрузки. Проверить условие жесткости балки.</p> <p>3) Для заданной матрицы А вычислить методом итерации старшее собственное число и соответствующий ему вектор с точностью 0,001.</p> <p>4) Для заданной функции при помощи численного интегрирования определить интеграл и оценить погрешность решения с точным решением.</p> <p>5) Определить прогиб балки и усилия методом конечных разностей.</p> <p>6) В программном комплексе Лира-САПР требуется построить представленную в варианте конструкцию (балку, раму), выполнить расчет и получить усилия. Выполнить расчет данной конструкции численным методом и сравнить полученные результаты. Сделать вывод.</p>

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Карякин, А. А. Расчет конструкций, зданий и сооружений с использованием персональных ЭВМ [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению "Стр-во" / А. А. Карякин ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Строит. конструкции и инженер. сооружения ; ЮУрГУ. - 2-е изд., испр. и доп. - Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2008. - 208 с. : ил. - (Приоритетные национальные проекты : Образование). - (Инновационная образовательная программа ЮУрГУ)
2. Волков, А. Е. Численные методы [Текст] : учеб. пособие для инж.-техн. специальностей вузов / А. Е. Волков. - 2-е изд., испр. - М. : Наука, 1987. - 248 с. : ил.
3. Ильин, В. П. Численные методы решения задач строительной механики [Текст] : справ. пособие / В. П. Ильин и др. ; под общ. ред. В. П.Ильина. - Минск : Вышэйшая школа, 1990. - 349 с. : ил.

#### б) дополнительная литература:

1. Дарков, А. В. Строительная механика [Текст] : учеб. для строит. специальностей вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников. - 8-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1986. - 607 с. : ил.
2. Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций [Текст] / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. - М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. - 357 с. : ил.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. "Промышленное и гражданское строительство"
2. "САПР и графика"

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Электронный ресурс <http://www.stroitmeh.ru>

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

2. Электронный ресурс <http://www.stroitmeh.ru>

### Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование разработки	Наименование ресурса в электронной форме	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
1	Основная литература	Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/54">https://e.lanbook.com/book/54</a> . — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
2	Дополнительная литература	Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/378">http://e.lanbook.com/book/378</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный
3	Дополнительная литература	Дарков, А.В. Строительная механика. [Электронный ресурс] / А.В. Дарков, В.А. Шапошников. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 656 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/121">http://e.lanbook.com/book/121</a> — Загл. с экрана.	Электронно-библиотечная система Издательства Лань	Интернет / Авторизованный

### 9. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

Перечень используемого программного обеспечения:

1. -Лира. ACADEMIC (бессрочно)
2. -ЛИРА 9.4 PRO(бессрочно)

Перечень используемых информационных справочных систем:

Нет

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лекции	408 (2)	Оборудование: ПК в составе: корпус foxconn tlm-454 light/silver 350W Micro ATX FSP USB. M/B ASUSTeK P5B-MX (RTL) Socket775, CPU Intel Core 2 Duo E4600 BOX 2.4 ГГц/ 2Мб/ 800МГц 775-LGA, Kingston DDR-II DIMM 512Mb, HDD 80 Gb SATA-II 300 Seagate 7200/ 10 DiamondMax 21. DVD

		RAM&DVD±R/RW&CDRW ASUS, мышь Genius NetScroll 110 Optical, клавиатура Genius WD-701, монитор Samsung 743 N – 10 шт. Проектор Acer P1270 – 1 шт.Экран настенный 213x213см – 1 шт. Программное обеспечение: Лицензионные: MS Windows: 43807***, 41902***; «Академик сет 2013» («Лира-САПР 2013 PRO») № 795830859 на 20 рабочих мест от 25 апреля 2014
Практические занятия и семинары	408 (2)	Оборудование: ПК в составе: корпус foxconn tlm-454 light/silver 350W Micro ATX FSP USB. M/B ASUSTeK P5B-MX (RTL) Socket775, CPU Intel Core 2 Duo E4600 BOX 2.4 ГГц/ 2Мб/ 800МГц 775-LGA, Kingston DDR-II DIMM 512Мб, HDD 80 Gb SATA-II 300 Seagate 7200/ 10 DiamondMax 21. DVD RAM&DVD±R/RW&CDRW ASUS, мышь Genius NetScroll 110 Optical, клавиатура Genius WD-701, монитор Samsung 743 N – 10 шт. Проектор Acer P1270 – 1 шт.Экран настенный 213x213см – 1 шт. Программное обеспечение: Лицензионные: MS Windows: 43807***, 41902***; «Академик сет 2013» («Лира-САПР 2013 PRO») № 795830859 на 20 рабочих мест от 25 апреля 2014