


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ФАКУЛЬТЕТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета




Л. Р. Фионова
(Фамилия, инициалы)
шоки 2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.2.22.2 Итерационные методы

Направление подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика»

Профиль подготовки «Математическое моделирование в экономике и технике»

Квалификация (степень) выпускника – *бакалавр*

Форма обучения очная

Пенза, 2015

1. Цели освоения дисциплины

- изучение итерационных методов, а также приобретение навыков их применения к решению различных задач;
- развитие у студентов логического и алгоритмического мышления;
- формирование у обучаемых математических знаний для успешного овладения общенаучными и инженерными дисциплинами на необходимом научном уровне.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Итерационные методы» в учебном плане находится в вариативной части дисциплин Б1.2, и является одной из дисциплин, формирующих профессиональные знания и навыки, характерные для бакалавра по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика». Изучение дисциплины базируется на знаниях студентами курсов «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Теория функций комплексного переменного», «Теория графов и математическая логика», «Дифференциальные уравнения», «Теория вероятностей, математическая статистика и теория случайных процессов», «Уравнения математической физики», «Физика», «Исследование операций», «Дискретная математика», «Теория функций и элементы функционального анализа», «Дополнительные главы алгебры», «Архитектура ЭВМ», «Комбинаторика», «Теория возмущений», «Основы экономической синергетики», «Теория приближения», «Конструктивные средства математики», «Вычислительная математика», «Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности», «Научно-исследовательская работа».

Основные положения дисциплины должны быть использованы при изучении дисциплин таких, как «Методы оптимизации», «Теория управления», «Математическое моделирование», «Вариационное исчисление», «Метод конечных элементов», «Параллельные вычисления и параллельное программирование», «Нелинейные уравнения математической физики», «Теория массового обслуживания», «Граничные интегральные уравнения», «Информационные технологии в экономике», «Математические модели экономики», «Математические модели экологии», «Элементы финансовой математики», «Элементы актуарной математики», «Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности», «Преддипломная практика».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Итерационные методы»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-1	Готовность к самостоятельной работе	Знать: основные идеи и методы, связанные с принципом сжимающих отображений; понятие спектрального радиуса и общие вопросы обратимости линейных операторов;
		Уметь: перейти от задачи к ее математической модели
		Владеть: навыками формализации прикладных задач
ПК-10	Готовность применять	Знать: общие методы решения линейных и

	<p>математический аппарат для решения поставленных задач, способность применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов</p>	<p>нелинейных задач итерационными методами; метод Ньютона – Канторовича и его применение; основные идеи и итерационные методы решения интегральных уравнений Фредгольма и Вольтерра;</p> <p>Уметь: решать конкретные задачи, описываемые дифференциальными, интегральными и другими уравнениями и системами уравнений, итерационными методами.</p> <p>Владеть способностью выбирать конкретные методы анализа и синтеза для их решения</p>
ПК-12	Способность самостоятельно изучать новые разделы фундаментальных наук	<p>Знать: основные итерационные методы линейной алгебры; основные методы ускорения сходимости итерационных процессов</p> <p>Уметь: формализовать задачи, описываемые дифференциальными, интегральными и другими уравнениями и системами уравнений, и решать их итерационными методами при изучении других дисциплин.</p> <p>Владеть: навыками решения формализованных физико-механических задач.</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Итерационные методы»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)												
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контролльн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.					
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену													
1	Раздел 1. Принцип сжимающих отображений. Общая теория итерационных методов	5		27	9	9	9	68	50			18													
1.1	Тема 1.1. Теорема Банаха о сжимающих отображениях, некоторые варианты и обобщения. Применение принципа сжимающих отображений к решению алгебраических уравнений.		1-2	6	2	2	2		12																
1.2	Тема 1.2. Применение принципа сжимающих отображений к решению задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Использование эквивалентной нормы. Спектральный радиус линейного оператора. Связь с эквивалентной		3-4	6	2	2	2		12																

	нормой.																		
1.3	Тема 1.3. Связь спектрального радиуса с вопросами обратимости оператора $I - A$. Ряд Неймана. Метод итераций для решения линейных уравнений в банаховых пространствах.		5-6	6	2	2	2		12				6						
1.4	Тема 1.4. Метод итераций для решения нелинейных уравнений в банаховых пространствах. Спектральные свойства линейных операторов. Метод Ньютона – Канторовича.		7-9	9	3	3	3		14				9		8				
2	Раздел 2. Применение итерационных методов	5		27	9	9	9	58	40			18							
2.1	Тема 2.1. Основные итерационные методы линейной алгебры.		10-11	6	2	2	2		10										
2.2	Тема 2.2. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра. Резольвента и ее свойства. Итерационные методы решения интегральных уравнений.		12-13	6	2	2	2		10						12				
2.3	Тема 2.3. Итерационные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных и других типов уравнений.		14-16	9	3	3	3		10				15						
2.4	Тема 2.4. Основные методы ускорения сходимости итерационных процессов.		17-18	6	2	2	2		10				18						
	<i>Курсовая работа (проект)</i>																		
	<i>Подготовка к экзамену</i>																		
	Общая трудоемкость, в часах			54	18	18	18	126	90			36	Промежуточная аттестация						
												Форма		Семестр					
												Зачет							
												Экзамен		5					

4.2. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Принцип сжимающих отображений. Общая теория итерационных методов	Теорема Банаха о сжимающих отображениях, некоторые варианты и обобщения. Применение принципа сжимающих отображений к решению алгебраических уравнений. Применение принципа сжимающих отображений к решению задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Использование эквивалентной нормы. Спектральный радиус линейного оператора. Связь с эквивалентной нормой. Связь спектрального радиуса с вопросами обратимости оператора $I - A$. Метод итераций для решения линейных уравнений в банаховых пространствах. Ряд Неймана. Метод итераций для решения нелинейных уравнений в банаховых пространствах. Спектральные свойства линейных операторов. Метод Ньютона – Канторовича.
2.	Применение итерационных методов	Основные итерационные методы линейной алгебры. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра. Резольвента и ее свойства. Итерационные методы решения интегральных уравнений. Итерационные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных и других типов уравнений. Основные методы ускорения сходимости итерационных процессов.

5. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины «Итерационные методы» предполагается использовать структурно-логические и интеграционные образовательные технологии, реализуемые посредством:

- лекций в виде вводных, текущих, обзорных и заключительно-обобщающих занятий;
- практических занятий с использованием методов «многократного повторения»; по логике мышления – индуктивные, дедуктивные и репродуктивные.
- организации самостоятельной работы на основе личностно-дифференцированного подхода планирования задания в виде воспроизводящей и частично-поисковой работ.
- организации текущего контроля знаний студентов методами: выполнения домашних заданий, оценки активности на практических занятиях и рейтинговой системы общей оценки знаний студентов.

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 30% занятий.

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет - ресурсов, индивидуальных консультаций и т.д.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2	Тема 1.1. Теорема Банаха о сжимающих отображениях, некоторые варианты и обобщения. Применение принципа сжимающих отображений к решению алгебраических уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 2, № 9.6, 9.7, 9.8, 9.12.	12
3-4	Тема 1.2. Применение принципа сжимающих отображений к решению задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Использование эквивалентной нормы. Спектральный радиус линейного оператора. Связь с эквивалентной нормой.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 4, № 9.37.	12
5-6	Тема 1.3. Связь спектрального радиуса с вопросами обратимости оператора $I - A$. Ряд Неймана. Метод итераций для решения линейных уравнений в банаховых пространствах.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 5, № 9.24, стр. 6, № 24.23.	12

7-9	Тема 1.4. Метод итераций для решения нелинейных уравнений в банаховых пространствах. Спектральные свойства линейных операторов. Метод Ньютона – Канторовича.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 7, № 4 (4,5).	14
10-11	Тема 2.1. Основные итерационные методы линейной алгебры.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 12, № 4, стр. 13, № 8, 12, стр. 14, № 16, 20, стр.15, № 24.	10
12-13	Тема 2.2. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра. Резольвента и ее свойства. Итерационные методы решения интегральных уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 15, № 8, 9.	10
14-16	Тема 2.3. Итерационные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных и других типов уравнений.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 16, № 1.	10
17-18	Тема 2.4. Основные методы ускорения сходимости итерационных процессов.	Подготовка к аудиторным занятиям	Изучить материал по указанной теме	П. 7; Приложение 1, стр. 16, № 12.	10
1-18	Все темы	Подготовка к экзамену	Изучить материал по указанным темам	П. 7	36

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

- **Подготовка к аудиторным занятиям** проводится посредством изучения курса лекций, дополнительной литературы, а также решения предложенных задач.
- **Подготовка рефератов и докладов** осуществляется с использованием дополнительной литературы.
- **Подготовка к экзамену** – изучение курса лекций, упражнения в решении типовых задач, изучение дополнительной литературы.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Собеседование Контрольная работа	Принцип сжимающих отображений. Общая теория итерационных методов	ОПК-1, ПК-10, ПК-12
2	Собеседование Контрольная работа	Применение итерационных методов	ОПК-1, ПК-10, ПК-12

Демонстрационный вариант контрольной работы №1

1. Найти производную по Фреше интегрального оператора $\int_a^b g(t, \tau) x^2(\tau) d\tau$ в пространстве $C[a, b]$.
2. Записать схему итерационного метода Ньютона – Канторовича для нелинейного интегрального уравнения $x(t) + \int_0^{2\pi} h(t, \tau) x^2(\tau) d\tau = f(t)$, где $h(t, \tau) = \cos(t - \tau)$, $f(t) = \sin t$.
3. Найти производную по Фреше интегрального оператора $\int_a^b g(t, \tau, x(\tau)) d\tau$ в пространстве $C[a, b]$, где $g(t, \tau, x(\tau)) = x^4(\tau) - \sin t$.

Демонстрационный вариант контрольной работы №2

1. Составить схему метода итераций для системы уравнений

$$\begin{cases} x^2 + xy - 10y = 5, \\ 2x + y^3 = 2. \end{cases}$$

2. Составить схему метода итераций для уравнения

$$u(x) = \cos x - \int_0^x (x - \xi) \cos(x - \xi) u(\xi) d\xi.$$

Темы лабораторных работ

1. Численные методы решения нелинейных уравнений.
2. Численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.
3. Численное решение уравнений в частных производных.
4. Численное решение интегрального уравнения Фредгольма.

Примерный перечень вопросов и заданий к экзамену

1. Теорема Банаха о сжимающих отображениях, некоторые варианты и обобщения.
2. Применение принципа сжимающих отображений для решения алгебраических уравнений.
3. Применение принципа сжимающих отображений к решению задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Использование эквивалентной нормы.
4. Применение принципа сжимающих отображений к решению задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений. Использование эквивалентной нормы.
5. Метод итераций для решения линейных уравнений в банаховых пространствах. Общие вопросы. Ряд Неймана.
6. Метод итераций для решения нелинейных уравнений в банаховых пространствах. Общие вопросы.
7. Метод Ньютона Канторовича.
8. Спектральные свойства линейных операторов. Общие вопросы.
9. Интегральные уравнения Фредгольма и Вольтерра. Резольвента и ее свойства. Итерационные методы.
10. Основные итерационные методы линейной алгебры
11. Основные методы ускорения сходимости итерационных процессов
12. Итерационные методы решения дифференциальных уравнений в частных производных и других типов уравнений

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Итерационные методы»

а) основная литература:

1. Треногин В. А. Функциональный анализ: учебник. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 488 с. 20 экз.
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=4668
2. Треногин В. А. Задачи и упражнения по функциональному анализу: учеб. пособие. - М.: Физматлит, 2002. - 240 с. 20 экз.
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=4648

3. Саад, Ю. Итерационные методы для разреженных линейных систем. В 2-х т.: учеб. пособие. Т. 1 / Ю. Саад ; пер. с англ. Х. Д. Икрамова ; авт. предисл. В. А. Садовничий. - 2-е изд. - М.: Изд-во Моск. ун-та, 2013. - 344 с. 30 экз.
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=15974
4. Елисеева Т. В. Прикладной функциональный анализ: учебное пособие. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2012. - 80 с. 26 экз.
http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&I21DBN=KATL_PRINT&S21FMT=fullw_print&C21COM=F&Z21MFN=15311

б) дополнительная литература:

1. Захаров Ю.Н. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений: учебное пособие [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Кемерово: Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2011. — 170 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=30143

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия по дисциплине «Итерационные методы» проводятся в лекционных аудиториях университета. Лабораторные занятия проводятся в компьютерных классах университета.

№	Наименование программного продукта	Лицензионное/свободно распространение
1	ПО «MathCad», регистрационный номер 969/CL073530 (25 лицензий) (УИ)	договор АО «СофтЛайн Трейд» 2010 г. бессрочный
2	Microsoft VISUAL STUDIO 2010	Microsoft VISUAL STUDIO 2010 договор № СД-130712001 от 12.07.2013 (подписка с 1 сентября 2013 г. до 31 августа 2017 г.) продление Microsoft Imagine Standard KDF-00031 (подписка с 1 сентября 2017 г. до 31 августа 2020 г.)

Рабочая программа дисциплины «Итерационные методы» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 — «Прикладная математика».

Программу составили:

Елисева Т. В., доцент кафедры «ВиПМ»


(Ф.И.О., должность, подпись)


Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № 7.1

от « 29 » 05 2015 года

Зав. кафедрой «ВиПМ»


И. В. Бойков
(подпись, Ф.И.О.)

Программа согласована с заведующим выпускающей кафедрой
«Высшая и прикладная математика»

(название кафедры)


И. В. Бойков
(подпись, Ф.И.О., дата)

Программа одобрена методической комиссией факультета вычислительной техники

Протокол № 6

от « 15 » июня 20 15 года

Председатель методической комиссии
факультета вычислительной техники


Н. Н. Коннов
(подпись) (Ф.И.О.)

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
16/17	№1 от 19.09.16 Вид	Список литерат, МТО			
17/18	№1 от 4.09.17 Вид	Список литерат, МТО			