

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПО ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВУ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР Государственного
университета по землеустройству

_____ д.и.н. Широкопад И.И.

« _____ » _____ 2011 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Прикладная математика

Направление подготовки (специальности)

120700 - Землеустройство и кадастры

Все профили подготовки

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

Форма обучения

Очная

Москва, 2011

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Прикладная математика» является ознакомление с численными методами, позволяющими успешно решать практические задачи в различных областях профессиональной деятельности.

Освоение дисциплины направлено на приобретение теоретических и практических знаний о математических методах исследования объектов и явлений окружающей действительности, о развитии методов управления ими; об особенностях математических вычислений на ЭВМ; о численных методах решения инженерных задач; о численных методах линейной алгебры; о математическом обеспечении программных систем; о составлении блок-схем алгоритмов, анализе их вычислительных возможностей.

2 Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Прикладная математика» представляет собой обязательную дисциплину вариативной части математического и естественнонаучного цикла (индекс Б2.В.ОД.3). Обучение происходит в четвертом семестре. Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате обучения в средней общеобразовательной школе и в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра «Математика», «Физика», «Информатика», «Геодезия», «Экология».

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины ОК-10, ПК-2

3.1 Дисциплинарная карта компетенции ОК-10

ОК-10	Формулировка <i>Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</i>	
Наименование части компетенции, формируемой в дисциплине «Прикладная математика»	ОК-10	Формулировка Готов применять методы математического анализа и моделирования
Перечень компонентов:	Технологии формирования:	Средства и технологии оценки:
Знает: - основные понятия, методы, алгоритмы вычислительной математики; идеологию составителя вычислительных алгоритмов.	Лекции. Семинарские занятия. Самостоятельная работа.	Тестирование. Защита расчётно-графической работы. Зачет.
Умеет: - моделировать процессы в области землеустройства и кадаста	Лекции. Семинарские занятия. Самостоятельная ра-	Тестирование. Дискуссии. Защита расчётно-

ра недвижимости, рассчитывать параметры моделей; - применять полученные знания для решения инженерных задач.	бота.	графической работы. Зачет.
Владеет: - принципами математических рассуждений и математических доказательств; - методами математического моделирования и анализа.	Лекции. Семинарские занятия. Самостоятельная работа.	Тестирование. Дискуссии. Защита расчётно-графической работы. Зачет.

3.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Формулировка	
ПК-2	<i>Использует знания о земельных ресурсах страны и мира, мероприятиях по снижению антропогенного воздействия на территорию в пределах конкретного землепользования, муниципального образования, субъекта Федерации, региона.</i>

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать - основные понятия, методы, алгоритмы вычислительной математики; идеологию составителя вычислительных алгоритмов.

Уметь – применять полученные знания для решения инженерных задач.

Владеть - принципами математических рассуждений и математических доказательств, методами математического моделирования и анализа.

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы или 108 часов. Из них аудиторных: лекционных – 18 часов, практических занятий – 36 часов.

4.1 Содержание разделов дисциплины

Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			
		Лекции	Практические занятия	Семинары	Самостоятельная работа
1	2	3	2	6	7
1 Элементарная теория погрешностей	4	2	4*		5
2 Численные методы анализа	4	2	4		5

математических моделей, описываемых уравнениями с одним неизвестным					
3 Численные методы анализа математических моделей, описываемых системами линейных алгебраических уравнений	4	2	4*		5
4 Методы одномерной безусловной оптимизации	4	2	4*		5
5 Методы многомерной безусловной оптимизации	4	2	4		5
6 Метод наименьших квадратов	4	2	4*		5
7 Интерполирование функций	4	2	4		5
8 Численное интегрирование	4	2	4		5
9 Численные методы решения задачи Коши	4	2	2*		7
10 Текущий и итоговый контроль	4		2		7
ИТОГО:		18	36		54

* Занятия проводятся в интерактивных формах обучения

В конце четвертого семестра проводится зачет по соответствующим разделам дисциплины.

4.2 Практические занятия и их взаимосвязь с содержанием курса

№ темы	Наименование практических занятий	Кол-во часов
1	2	3
	4 семестр	
1	Элементарная теория погрешностей	4
2	Численные методы анализа математических моделей, описываемых уравнениями с одним неизвестным	4
3	Численные методы анализа математических моделей, описываемых системами линейных алгебраических уравнений	4
4	Методы одномерной безусловной оптимизации	4

5	Методы многомерной безусловной оптимизации	4
6	Метод наименьших квадратов	4
7	Интерполирование функций	4
8	Численное интегрирование	4
9	Численные методы решения задачи Коши	2
10	Контрольная работа	2
Итого в семестре		36
ИТОГО ЗА КУРС		36

4.3 Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них профессиональных и общекультурных компетенций

№ п/п	Темы, разделы дисциплины	Общее количество часов	Компетенции		
			ОК-10	ПК-2	Общее количество компетенций
1	Элементарная теория погрешностей	12	+	+	2
2	Численные методы анализа математических моделей, описываемых уравнениями с одним неизвестным	12	+	+	2
3	Численные методы анализа математических моделей, описываемых системами линейных алгебраических уравнений	12	+	+	2
4	Методы одномерной безусловной оптимизации	12	+	+	2
5	Методы многомерной безусловной оптимизации.	12	+	+	2
6	Метод наименьших квадратов.	12	+	+	2
7	Интерполирование функций	12	+	+	2
8	Численное интег-	12	+	+	2

	рирование				
9	Численные методы решения задачи Коши	12	+	+	2
<i>Итого</i>		108	9	9	18

4.4 Самостоятельная работа

Раздел дисциплины	Семестр	Самостоятельная работа
		бота
1	2	7
1 Элементарная теория погрешностей	4	5
2 Численные методы анализа математических моделей, описываемых уравнениями с одним неизвестным	4	5
3 Численные методы анализа математических моделей, описываемых системами линейных алгебраических уравнений	4	5
4 Методы одномерной безусловной оптимизации	4	5
5 Методы многомерной безусловной оптимизации	4	5
6 Метод наименьших квадратов	4	5
7 Интерполирование функций	4	5
8 Численное интегрирование	4	5
9 Численные методы решения задачи Коши	4	7
10 Текущий и итоговый контроль	4	7
ИТОГО:		54

5 Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Прикладная математика» используются как традиционные технологии в виде аудиторных занятий, состоящих из лекционных (18 часов) и практических занятий (36 часов) так и компьютерные –

при проведении расчетных работ и тестировании остаточных знаний студентов. Самостоятельная работа студентов (54 часа) подразумевает работу под руководством преподавателей (консультация и помощь при выполнении расчетно-графических работ), и индивидуальную работу студентов в компьютерном классе или библиотеке университета.

При проведении занятий рекомендуется использование активных и интерактивных форм занятий в сочетании с внеаудиторной работой. Для усвоения закрепленных компетенций рекомендуется использование изученного материала при проведении занятий по «Математике», «Физике», «Геодезии».

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, должен составлять не менее 30 % аудиторных занятий.

Наряду с практическими занятиями дополнительными формами самостоятельной работы являются домашние индивидуальные задания.

Домашние задания являются, как правило, продолжением практических занятий и содействуют овладению практическими навыками по основным разделам дисциплины.

Отчеты по выполненным работам предъявляются преподавателю в сроки, установленные «Графиком самостоятельной работы студентов».

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

6.1 Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы по разделам дисциплины

Примерные вопросы к зачету

- 2 Абсолютная и относительная погрешности.
- 3 Значащие цифры и верные знаки приближенного числа.
- 4 Прямая и обратная задачи теории погрешностей.
- 5 Особенности машинной арифметики.
- 6 Решение нелинейных уравнений.
- 7 Теорема о существовании и единственного корня уравнения на отрезке.
- 8 Способы локализации корней. Интервал неопределенности корня и способ его оценки.
- 9 Обусловленность задачи о нахождении корня уравнения.
- 10 Способ определения числа обусловленности корня нелинейного уравнения по отношению к параметру уравнения.
- 11 Методы уточнения корней нелинейного уравнения и их вычислительные особенности: скорость сходимости, априорная оценка числа итераций, трудоемкость, критерий окончания итерационного процесса.
- 12 Методы бисекции, простых итераций и Ньютона.
- 13 Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).
- 14 Норма вектора и норма матрицы. Теоремы об обусловленности решений СЛАУ.
- 15 Прямые методы решения СЛАУ и их вычислительные особенности: метод Гаусса с выбором главного элемента, метод прогонки для СЛАУ с трехдиагональной матрицей.
- 16 Метод наименьших квадратов (МНК).

- 17 Варианты постановок задач об обработке экспериментальных данных по методу наименьших квадратов.
- 18 Вывод системы нормальных уравнений. Линеаризация нелинейных зависимостей целью использования линейного МНК.
- 19 Постановка задачи интерполяции. Теорема о существовании и единственности интерполяционного полинома. Полином Лагранжа.
- 20 Численное интегрирование. Простые и составные формулы численного интегрирования. Погрешность усечения и вычислительная погрешность. Полная погрешность. Порядок точности метода. Оптимальный шаг интегрирования.
- 21 Правило Рунге и численный критерий его применимости. Автоматический выбор шага интегрирования.
- 22 Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования: левая, правая и центральные разностные производные первого порядка.
- 23 Вторая разностная производная. Погрешность усечения и вычислительная погрешность. Полная погрешность. Порядок точности формулы численного дифференцирования.
- 24 Оптимальный шаг численного дифференцирования.
- 25 Численное решение задачи Коши. Явный и неявный методы Эйлера.
- 26 Локальная и глобальная погрешности дискретизации. Вычислительная погрешность. Полная погрешность. Порядок точности метода.
- 27 Правило Рунге и численный критерий его применимости. Автоматический выбор шага численного интегрирования дифференциального уравнения. Методы Рунге-Кутты второго и четвертого порядка точности.

6.2 Темы коллоквиумов

1. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие цифры и верные знаки приближенного числа. Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Особенности машинной арифметики.
2. Решение нелинейных уравнений. Теорема о существовании и единственного корня уравнения на отрезке. Способы локализации корней. Интервал неопределенности корня и способ его оценки. Обусловленность задачи о нахождении корня уравнения. Способ определения числа обусловленности корня нелинейного уравнения по отношению к параметру уравнения.
3. Методы уточнения корней нелинейного уравнения и их вычислительные особенности: скорость сходимости, априорная оценка числа итераций, трудоемкость, критерий окончания итерационного процесса. Методы бисекции, простых итераций и Ньютона.
4. Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Норма вектора и норма матрицы. Теоремы об обусловленности решений СЛАУ.
5. Прямые методы решения СЛАУ и их вычислительные особенности: метод Гаусса с выбором главного элемента, метод прогонки для СЛАУ с трехдиагональной матрицей.
6. Метод наименьших квадратов (МНК). Варианты постановок задач об обработке экспериментальных данных по методу наименьших квадратов. Вывод системы нормальных уравнений. Линеаризация нелинейных зависимостей целью использования линейного МНК. Постановка задачи интерполяции. Теорема о существовании и единственности интерполяционного полинома. Полином Лагранжа.
7. Численное интегрирование. Простые и составные формулы численного интегрирования. Погрешность усечения и вычислительная погрешность. Полная погрешность. Порядок точности метода. Оптимальный шаг интегрирования.

- Правило Рунге и численный критерий его применимости. Автоматический выбор шага интегрирования.
8. Численное дифференцирование. Формулы численного дифференцирования: левая, правая и центральные разностные производные первого порядка. Вторая разностная производная. Погрешность усечения и вычислительная погрешность. Полная погрешность. Порядок точности формулы численного дифференцирования. Оптимальный шаг численного дифференцирования.
 9. Численное решение задачи Коши. Явный и неявный методы Эйлера. Локальная и глобальная погрешности дискретизации. Вычислительная погрешность. Полная погрешность. Порядок точности метода. Правило Рунге и численный критерий его применимости. Автоматический выбор шага численного интегрирования дифференциального уравнения. Методы Рунге-Кутты второго и четвертого порядка точности.

6.3 Примеры тестов

Примерные задания для контрольных работ

Номер и условие задания	A	B	C	D
1. Подчеркнуть значащие цифры числа 0,0250	<u>0,0250</u>	0, <u>0250</u>	0,0 <u>250</u>	0,0 <u>250</u>
2. Подчеркнуть верные знаки приближенного числа $a = \mathbf{105,34}$, имеющего абсолютную погрешность $\Delta a = 0,2$	$a = \underline{105,34}$	$a = \underline{105,34}$	$a = \underline{105,34}$	$a = \underline{105,34}$
3. Число $a = \mathbf{1,0}$ верно в написанных знаках. Его относительная погрешность равна $\delta a = ?$	20%	10%	50%	100%
4. Результат сложения чисел $a = \mathbf{9999,7}$ и $b = \mathbf{9,5679}$ в четырехразрядной арифметике	$a + b = 10009.26$	$a + b = 100.09 \cdot 10$	$a + b = 1,0008 \cdot 1$	$a + b = 0,1000$
5. Числа $a = \mathbf{0,1002}$ и $b = \mathbf{0,1000}$ верны в				

написанных знаках. Относительная погрешность их разности равна $\delta(a-b) = ?$	$10^{-2}\%$	$10^{-1}\%$	200%	100%
6. Абсолютная погрешность $\Delta f = 10^{-5}$, $\max_{x \in [0;1]} f'(x) = 10^{-3}$. Оценка длины интервала неопределенности корня уравнения $f(x) = 0$ на отрезке $x \in [0;1]$	$2 \cdot 10^{-8}$	10^{-8}	10^{-2}	10^2
7. Скорость сходимости метода бисекции q	$q = 0,5$ —	$q = 1$	$q > 0,5$	$q < 0,5$
8. Дано уравнение $f(x) = x^3 + 3x - 1 = 0$, отрезок локализации корня уравнения $x \in [0;1]$. Результат первого шага метода бисекции $x_1 = ?$	$x_1 = 0,5$	$x_1 = 0,75$	$x_1 = 0,25$	$x_1 = 0,875$
9. Условие выбора начального приближения для метода Ньютона	$f(x_0) \cdot f''(x_0) >$	$f(x_0) \cdot f''(x_0) < 0$	$f'(x_0) \cdot f''(x_0) >$	$f'(x_0) \cdot f''(x_0)$
10. Корень уравнения $f(x) = x^3 + 3x - 1 = 0$	$x \in [1;2]$	$x \in [0;7]$	$x \in [-2;0]$	$x \in [-1;0]$
11. Оценка скорости сходимости q метода простых итераций для уравнения $x = 1 - \frac{1}{10}x^4$	$q = \frac{1}{10}$	$q = \frac{9}{10}$	$q = \frac{2}{5}$	$q = 0,2$
12. Критерий достижения точности при решении нелинейного уравнения $x = \varphi(x)$ методом простых итераций	$ \varphi(x_n) - \varphi(x_{n-1}) \times \frac{q}{1-q} < \varepsilon$	$ \varphi(x_n) - \varphi(x_{n-1}) \times \frac{1-q}{q} < \varepsilon$	$ x_n - x_{n-1} \times \frac{q}{1-q} < \varepsilon$	$ x_n - x_{n-1} \times \frac{1-q}{q} < \varepsilon$

13. Начальное приближение $x_0 = 0$. x_1 — первое приближение по методу Ньютона для уравнения $f(x) = x^3 + 5x - 1 = 0$	$x_1 = 0,5$	$x_1 = -\frac{1}{5}$	$x_1 = \frac{1}{5}$	$x_1 = -0,5$
14. ν — число обусловленности системы $x - y = 1; x - 1,001y = 0$	$0 < \nu < 1$	$1 < \nu < 10$	$\nu = 10$	$\nu > 4000$
15. Результат обработки табличной функции $(x_1 = -1; y_1 = 1)$, $(x_2 = 0; y_2 = 3)$ б $(x_3 = 1; y_3 = 5)$ по методу наименьших квадратов	$y = 3 + 2x$	$y = -3 + x$	$y = 1 + x$	$y = 4 + x$
16. Полином Лагранжа первой степени имеет вид	$L_1 = y_0(x - x_1) + y_1(x - x_0)$	$L_1 = y_0 \frac{x - x_0}{x_0 - x_1} + y_1 \frac{x - x_1}{x_1 - x_0}$	$L_1 = y_0 \frac{x - x_1}{x_0 - x_1} + y_1 \frac{x - x_0}{x_1 - x_0}$	$L_1 = y_1 \frac{x - x_0}{x_0 - x_1} + y_0 \frac{x - x_1}{x_1 - x_0}$
17. Порядок точности метода трапеций численного интегрирования	1	2	3	4
18. Правило Рунге оценки точности численного интегрирования по методу Симпсона	$ I^h - I^{2h} < \varepsilon$	$\frac{ I^h - I^{2h} }{3} < \varepsilon$	$\frac{ I^h - I^{2h} }{4} < \varepsilon$	$\frac{ I^h - I^{2h} }{15} < \varepsilon$
19. Погрешность усечения для вычисления интеграла $\int_0^1 x^3 dx$ по методу Симпсона с шагом $h = 0,1$	0	0,1	0,05	0,2
20. Какой шаг h удовлетворяет условию устойчивости явного метода Эйлера для	$h = 0,1$	$h = 0,4$	$h = 0,3$	$h = 0,5$

решения задачи Коши $y' = -5y, y(0) = 1$ на отрезке $x \in [0;1]$				
--	--	--	--	--

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. Вычислительные методы для инженеров. М.: Высшая школа. 1994.
2. И.А. Соловьев. Прикладная математика. Численные методы. Учебное пособие. М.: Изд-во ГУЗ. 2007.
3. И.А.Соловьев, Н.А. Кузнецова. Высшая математика. Программа, расчетно-графические задания и контрольные работы по численным методам для студентов технических и экономических специальностей. М.: Изд-во ГУЗ. 2007.

б) Дополнительная литература:

1. Б.П.Демидович. «Сборник задач и упражнений по математическому анализу». Москва, Физматгиз, 1962.
2. И.И.Лехолетов, И.П.Мацкевич. «Руководство к решению задач по высшей математике с основами математической статистики и теории вероятностей». Минск, издательство «Высшая школа», 1966.
3. М.Я.Выгодский. «Справочник по высшей математике». Москва, Физматгиз, 1961.
4. В.А. Кудрявцев, Б.П. Демидович. «Краткий курс высшей математики». Москва, Наука, 1978.
5. В.Е. Барбаумов, В.И. Ермаков и др. «Справочник по математике для экономистов». Москва, Высшая школа, 1987.
6. Ю.В. Гребенюк, К.В. Малакеева. «Методы математической обработки статистических данных». Москва, издательство МГТА, 2001.
7. А.И. Плис. Н.А. Сливина. Лабораторный практикум по высшей математике. М.: Высшая школа. 1994
8. А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. Вычислительные методы для инженеров. М.: Высшая школа. 1994.

в) программное обеспечение: *Excel, Coreg Neuro Pro, Statistica, ПК ЕГРЗ, ПК ГКН,*

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы;

www.fepo.ru – сайт для проведения Федерального интернет-тестирования в сфере профессионального образования,

www.cdml.ru – сайт Центра дистанционных методов обучения ГУЗ

8 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Для материально-технического обеспечения дисциплины *«Прикладная математика»* используются: компьютерный класс, оргтехника, теле- и аудиоаппаратура кафедры высшей математики и физики, компьютерный класс факультета с выходом в Интернет: лекционные, практические и семинарские занятия проводятся с применением мультимедийных и компьютерных технологий.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению 120700 – «Землеустройство и кадастры».

Авторы:

Государственный университет

по землеустройству

Заведующий кафедрой

высшей математики и физики д.ф.-м.н. профессор

И.А. Соловьёв

(место работы, занимаемая должность)

(инициалы, фамилия)

доцент кафедры

высшей математики и физики к.ф.-м.н. доцент

К.В. Курочкина

(место работы, занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Рецензент(ы): профессор кафедры «Высшей математики» НИУ МЭИ,

доктор физико-математических наук И.М. Петрушко

(место работы, занимаемая должность, инициалы, фамилия)

Документ одобрен на заседании _____

(Наименование уполномоченного органа вуза (УМК, НМС, Учёный совет)

От 29 августа 2011 года, протокол № 1

Объем дисциплины (в часах) и виды учебной работы соответствуют утвержденному РУП.

Начальник УМУ _____ Комарова В.К.

**Лист регистрации внесения изменений в рабочую программу
по дисциплине прикладная математика
в 2012 году**

1 Обновлен список тем научных сообщений для подготовки к докладам и рефератам на семинарских занятиях.

2 Обновлены вопросы к зачету.

Изменение утверждено на заседании кафедры «Высшей математики и физики».

Протокол № 7 от 01 марта 2012 г.

Разработчик рабочей программы

К.В. Курочкина

**Лист регистрации внесения изменений в рабочую программу
по дисциплине прикладная математика в 2013 году**

1 Обновлен список источников и литературы (раздел электронные ресурсы).

1) Математическая логика и теория алгоритмов для программистов учеб. пособие. Гр. Мод.В. Гринченков, С.И. Потоцкий, КноРус, М, 2010

2) Конспект лекций по теории вероятностей, математической статистике и случайным процессам Д.Т. Письменный Айрис-пресс М.2008

3) Методы оптимизации [Текст]учеб. пособие. Гр. УМОВ.А. Гончаров, ЮРАЙТ: Высшее образованиеМ.2010

**Примечание: доступ к ЭБС «Университетская библиотека он-лайн» - на сайте ГУЗ*

<http://cdml.ru/>

2 Обновлены контрольные работы.

Изменение утверждено на заседании кафедры «Высшей математики и физики».

Протокол № 6 от 23 января 2013 г.

Разработчик рабочей программы

К.В. Курочкина

**Лист регистрации внесения изменений в рабочую программу
по дисциплине прикладная математика
в 2014 году**

1 Изменены и обновлены контрольные и тестовые задания задания для промежуточной аттестации освоения дисциплины.

2 Внесены изменения в перечень контрольных вопросов для промежуточной и итоговой аттестации освоения дисциплины

Изменение утверждено на заседании кафедры «Высшей математики и физики».

Протокол № _____ от _____ 2014 г.

Разработчик рабочей программы

К.В. Курочкина