

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Актуализировано:  
на заседании кафедры  
протокол № 11 от « 22 » июня 2017 г.  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / Болотнов А.М.

Согласовано:  
Председатель УМК факультета математики  
и информационных технологий  
\_\_\_\_\_ / Ефимов А.М.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Численные методы

(наименование дисциплины)

Вариативная часть

(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

**программа бакалавриата**

Направление подготовки (специальность)

09.03.03 Прикладная информатика

Направленность (профиль) подготовки

"Информационные и вычислительные технологии"

Квалификация

бакалавр

Разработчик (составитель) доцент кафедры ИТиКМ, к.ф.-м.н., доц.	_____ / Галеева Г.Я.
--	----------------------

Для приема: 2016

Уфа 2017 г.

Составитель: доцент кафедры ИТиКМ, к.ф.-м.н. Галеева Г.Я.

Рабочая программа дисциплины актуализирована на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики протокол от « 22 » июня 2017 г. № 11

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры информационных технологий и компьютерной математики (рабочая программа приведена в соответствие с изменениями в законодательстве и др.), протокол № 10 от « 25 » июня 2018 г.

Заведующий кафедрой



\_\_\_\_\_ / Болотнов А.М. /

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	6
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
4.3. Рейтинг-план дисциплины	9
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	14
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	14
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы (с ориентацией на карты компетенций)**

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	Знать основные законы дисциплины «Численные методы» и современные информационно-коммуникационные технологии.	ОПК-3 — способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	
	Знать основные принципы численных методов в формализации решения прикладных задач.	ПК-23 — способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.	
Умения	Уметь применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	ОПК-3 — способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	
	Уметь разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	ПК-23 — способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.	
Владения (навыки / опыт деятельности)	Владеть методикой использования основных законов дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	ОПК-3 — способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.	
	Обладать опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	ПК-23 — способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.	

## **2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «*Численные методы*» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Целью освоения дисциплины является освоение основных принципов численных методов в формализации решения прикладных задач, умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе численных методов формализации решения прикладных задач с учетом основных требований информационной безопасности, специфики предметной области.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Математика», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Вычислительные методы и программирование», «Информатика и программирование».

## **3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)**

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

#### 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

##### 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

ОПК-3 — способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин и современные информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные законы дисциплины «Численные методы» и современные информационно-коммуникационные технологии.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных законах дисциплины «Численные методы» и современных информационных технологиях.	Неполные представления об основных законах дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологиях	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных законах дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологиях	Сформированные систематические представления об основных законах дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологиях
Второй этап (уровень)	Уметь: применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии	Отсутствие умений или фрагментарные умения применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	В целом успешное, но не систематическое использование на практике умения применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в использовании на практике умение применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии	Сформированное умение применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.
Третий этап (уровень)	Владеть: методикой и опытом использования основных	Отсутствие владения или фрагментарное владение методикой и	В целом успешное, но не систематическое применение методики и	В целом успешное, но содержащее отдельные	Успешное и систематическое применение методики и опыта

	законов дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	опытом использования основных законов дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	опыта использования основных законов дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	пробелы применения методики и опыта использования основных законов дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	использования основных законов дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.
--	--	--	---	---	---

ПК-23 — способностью применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач.

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные принципы численных методов в формализации решения прикладных задач.	Отсутствие знаний или фрагментарные представления об основных принципах численных методов в формализации решения прикладных задач	Неполные представления об основных принципах численных методов в формализации решения прикладных задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об основных принципах численных методов в формализации решения прикладных задач	Сформированные систематические представления об основных принципах численных методов в формализации решения прикладных задач
Второй этап (уровень)	Уметь разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Отсутствие умений или фрагментарные умения разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации	В целом успешное, но не систематическое использование на практике умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы в использовании на практике умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в	Сформированное умение разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных

		решения прикладных задач.	решения прикладных задач.	формализации решения прикладных задач.	задач.
Третий этап (уровень)	Обладать опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Отсутствие владения или фрагментарное владение основными методами системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	В целом успешное, но не систематическое применение основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение основными методами системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	Успешное и систематическое применение основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.

Показатели сформированности компетенции:

оценка «отлично» выставляется, если студент полностью усвоил материал по программе дисциплины, способен преобразовывать глубокие теоретические знания в профессиональные умения и навыки;

оценка «хорошо» выставляется, если студент усвоил материал по программе дисциплины, способен преобразовывать теоретические знания в профессиональные умения и навыки, но допускает несущественные ошибки;

оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент в целом усвоил материал по программе дисциплины, способен преобразовывать теоретические знания в профессиональные умения и навыки, но допускает отдельные существенные ошибки;

оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент не усвоил материал по программе дисциплины, не способен преобразовывать теоретические знания в профессиональные умения и навыки.

При очной форме обучения в результате оценивания выставляются баллы за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины. Итоговый рейтинг успеваемости студентов складывается из суммы баллов, набранных студентом за всю работу в течение семестра (включая итоговый контроль).

Шкалы оценивания для очной формы обучения:

для экзамена:

«отлично» - от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);

«хорошо» - от 60 до 79 баллов;

«удовлетворительно» - от 45 до 59 баллов;

«неудовлетворительно» - менее 45 баллов.

#### **4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**



Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап: Знания	Знать: основные законы дисциплины «Численные методы» и современные информационно-коммуникационные технологии.	ОПК-3	письменные задания, лабораторная работа
	Знать: основные принципы численных методов в формализации решения прикладных задач.	ПК-23	письменные задания, лабораторная работа
2-й этап: Умения	Уметь: применять в профессиональной деятельности современные информационно-коммуникационные технологии.	ОПК-3	письменные задания, лабораторная работа
	Уметь: разрабатывать типовые алгоритмы на основе системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	ПК-23	письменные задания, лабораторная работа
3-й этап: Владеть навыками	Владеть методикой использования основных законов дисциплины «Численные методы» и современных информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности.	ОПК-3	письменные задания, лабораторная работа
	Обладать опытом применения основных методов системного подхода и математических методов в формализации решения прикладных задач.	ПК-23	письменные задания, лабораторная работа

#### 4.3. *Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)*

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

#### **Примеры оценочных средств**

##### **I. Экзаменационные билеты**

Структура экзаменационного билета: экзаменационный билет состоит из 2 теоретических вопросов и 1 задачи.

##### **Примерный список экзаменационных вопросов**

1. Общая характеристика и классификация методов решения СЛАУ. Метод Гаусса и его алгебраическая основа: схема единственного деления и ее связь с разложением матрицы на множители; теорема об LU-разложении, условия применимости метода Гаусса. Вычисление определителя и обратной матрицы.
2. Метод Гаусса с выбором главного элемента, ошибки округления, понятие об устойчивости прямых методов. Компактная схема метода Гаусса (метод основанный на LU-разложении). Понятие о методах оптимального исключения, Жордана, отражений.

3. Метод квадратных корней (метод, основанный на S\*DS-разложении), схема Холецкого.
4. Операторные уравнения первого рода. Корректно и некорректно поставленные задачи, устойчивость (на примере решения СЛАУ). Возмущения, мера обусловленности уравнения и число обусловленности невырожденного линейного оператора. Оценка относительной погрешности; влияние погрешности округления при решении СЛАУ прямыми методами. Оценки достоверности решений, получаемых прямыми методами (процедура итерационного уточнения решения, апостериорные оценки числа обусловленности). Понятие о методе регуляризации решения уравнения. Согласованная и подчиненная нормы операторов  $A \in L(X_n \rightarrow X_n)$  с заданными векторными нормами в конечномерном пространстве  $X_n$ . Наиболее употребительные нормы векторов и матричные нормы оператора, индуцированные векторными нормами.
5. Общая характеристика итерационных методов решения СЛАУ как операторных уравнений первого рода. Основные понятия итерационных методов: сходимость, число итераций, качество итерационного процесса; классификация итерационных методов, принципы их построения. Теорема о «неподвижной точке» итерационных процессов.
6. Метод последовательных приближений для линейных уравнений второго рода. Необходимый и достаточный признак сходимости; достаточное условие сходимости, оценки погрешности.
7. Метод последовательных приближений для линейных уравнений второго рода. Необходимый и достаточный признак сходимости; достаточное условие сходимости, оценки погрешности.
8. Основная теорема А. А. Самарского о сходимости итераций общего неявного стационарного процесса простой итерации. Частные случаи теоремы: достаточные условия сходимости явного метода простых итераций и модифицированного метода простых итераций (метода Якоби). Другие достаточные условия сходимости метода Якоби.
9. Теорема А. А. Самарского о скорости сходимости общего неявного стационарного метода простой итерации.
10. Оптимизация скорости сходимости общих неявных стационарных процессов простых итераций, основанная на использовании энергетически эквивалентных операторов; оценки погрешности. Оптимальный линейный итерационный процесс простых итераций, оценка погрешности. Оценки для числа итераций. Понятие о Чебышевском циклическом итерационном процессе (метод Ричардсона).
11. ....

### Пример задачи для экзамена

Обоснуйте возможность решения СЛАУ вида

$$Ax = f, \quad A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, \quad f = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix}$$

методом Ричардсона с итерационным параметром  $\tau > 0$ .

Запишите расчетные формулы метода. Найдите число обусловленности матрицы  $A$ .

## Образец экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

программа бакалавриата

Дисциплина  
Численные методы

Направление 09.03.03 – Прикладная информатика

### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

- 1) Фундаментальная теорема Самарского о сходимости неявных итерационных процессов и ее приложение к доказательству сходимости метода Рундсона с итерационным параметром.
- 2) Разностная схема Эйлера решения задачи Коши для ОДУ. Погрешность аппроксимации и сходимость.
- 3) Рассмотрите СЛАУ, приведенную к виду, удобному для итераций по методу последовательных приближений:

$$\begin{cases} x_1 = 0.3x_1 - 0.1x_2 + 1, \\ x_2 = 0.2x_1 - 0.4x_2 + 0.01x_3 - 2, \\ x_3 = 0.2x_2 + 0.1x_3 + 5. \end{cases}$$

Зав. Кафедрой ИТ и КМ \_\_\_\_\_ А.М. Болотов

#### Критерии оценки для очной формы обучения (экзамен):

**25 – 30 баллов** выставляется студенту, если он дал полные, развернутые ответы на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы.

**17 – 24 баллов** выставляется студенту, если он в основном раскрыл вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий, при решении задачи. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности.

**10 – 16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на вопросы им допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос, задача решена неверно.

**1 – 10 баллов** выставляется студенту, если его ответ на вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

**0 баллов** выставляется, если студент отказался от ответа или не смог ответить ни на один вопрос и / или задание, предусмотренные билетом.

## II. Примеры письменных заданий

Для очной формы обучения письменные задания используются как форма рубежного контроля.

### Письменные задания:

1) Рассмотрите СЛАУ, приведенную к виду, удобному для итераций по методу последовательных приближений:

$$\begin{cases} x_1 = 0.3x_1 - 0.1x_2 + 1, \\ x_2 = 0.2x_1 - 0.4x_2 + 0.01x_3 - 2, \\ x_3 = 0.2x_2 + 0.1x_3 + 5. \end{cases}$$

Запишите расчетные формулы. Найдите норму матрицы системы и проверьте условие сходимости метода последовательных приближений для данной СЛАУ.

2) Найдите конечные разности функции  $y = f(x) = x^3$  с шагом  $h=1$ :

$$\Delta y, \Delta^2 y, \Delta^3 y.$$

3) Функция задана таблицей значений  $y_i = f(x_i)$ :

$i$	0	1	2	3	4
$x_i$	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
$y_i$	4	5	5.5	5.7	5.8

Вычислите значения функции в точке  $x=2.3$  с помощью интерполяционной формулы Лагранжа.

4) Рассмотрите вопрос о применении метода Якоби к решению СЛАУ вида

$$\begin{cases} 9x_1 + 2x_2 + x_3 = 5, \\ x_1 - 7x_2 + x_3 = -6, \\ x_1 + x_2 + 9x_3 = -3. \end{cases}$$

Запишите расчетные формулы.

5) Рассмотрите вопрос о применении метода Гаусса-Зейделя к решению СЛАУ вида

$$\begin{cases} 4x_1 - 2x_2 = 5, \\ -2x_1 + 4x_2 - 2x_3 = -6, \\ -2x_2 + 4x_3 = -3. \end{cases}$$

Запишите расчетные формулы метода Гаусса-Зейделя к решению СЛАУ.

6) Обоснуйте возможность решения СЛАУ вида

$$Ax = f, \quad A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, \quad f = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix}$$

методом Рундсона с итерационным параметром  $\tau > 0$ . Запишите расчетные формулы метода. Найдите число обусловленности матрицы  $A$ .

**Критерии оценки:**

0 баллов выставляется студенту, если студент не решил ни одно письменное задание;

5 баллов выставляется студенту, если студент правильно решил одно письменное задание.

Примечание: максимально возможное количество баллов, которые студент может набрать за решение письменных заданий, определяется рейтингом-планом (Приложение 2).

**Ш. Примеры лабораторных работ**

**Лабораторная работа №1.**

Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений.

Прямые методы решения СЛАУ. Итерационные методы

1) Требуется решить систему линейных алгебраических уравнений методом квадратного корня (а), схемой Холецкого (б), методом вращения (в) или методом отражения (г):

$$Ax=b,$$

где

а) $19x_1 - 4x_2 + 6x_3 - x_4 = 100,$ $-4x_1 + 20x_2 - 2x_3 + 7x_4 = -5,$ $6x_1 - 2x_2 + 25x_3 - 4x_4 = 34,$ $-x_1 + 7x_2 - 4x_3 + 15x_4 = 69.$	д) $15x_1 + x_2 - 5x_3 + 3x_4 = -24,$ $x_1 + 10x_2 + 2x_3 - 4x_4 = -47,$ $-5x_1 + 2x_2 + 14x_3 - 6x_4 = 28,$ $3x_1 - 4x_2 - 6x_3 + 16x_4 = -50.$
б) $24x_1 + 2x_2 + 4x_3 - 9x_4 = -9,$ $2x_1 + 27x_2 - 6x_3 + 2x_4 = -76,$ $4x_1 - 6x_2 + 22x_3 - 8x_4 = -79,$ $-9x_1 + 2x_2 - 8x_3 + 23x_4 = -70.$	е) $22x_1 - 3x_2 - 8x_3 + 7x_4 = -24,$ $-3x_1 + 19x_2 - 6x_3 + 3x_4 = 40,$ $-8x_1 - 6x_2 + 23x_3 - 7x_4 = -84,$ $7x_1 + 3x_2 - 7x_3 + 18x_4 = -56.$
в) $24x_1 - 7x_2 - 4x_3 + 4x_4 = 20,$ $-7x_1 + 21x_2 + 3x_3 - 5x_4 = -16,$ $-4x_1 + 3x_2 + 19x_3 + 7x_4 = 14,$ $4x_1 - 5x_2 + 7x_3 + 20x_4 = -81.$	ж) $10x_1 - x_2 - 2x_3 + 5x_4 = 95,$ $-x_1 + 12x_2 + 3x_3 - 4x_4 = -41,$ $-2x_1 + 3x_2 + 15x_3 + 8x_4 = 69,$ $5x_1 - 4x_2 + 8x_3 + 18x_4 = 27.$

2) Вычислить невязку  $(A\tilde{x} - b)$ , где  $\tilde{x}$  – полученное решение.

3) Уточнить полученное решение методом простых итераций с параметром (в качестве параметра взять  $\tau = \frac{2}{\|A\|}$ , обосновать выбор параметра) (а), методом Якоби (б),

методом Гаусса-Зейделя (в), методом верхней релаксации (г), методом минимальных невязок (д) или методом сопряженных градиентов (ж), взяв в качестве начального приближения целую часть полученного прямым методом решения  $\tilde{x}$  с точностью  $\varepsilon = 10^{-6}$ .

4) Вычислить число обусловленности матрицы системы  $M_A = \|A\| \cdot \|A^{-1}\|$ .

**Критерии оценки (в баллах) для очной формы обучения (с учетом модульно-рейтинговой системы оценки успеваемости обучающихся)**

10-9	Лабораторная работа выполнена полностью и правильно
8-6	Лабораторная работа выполнена полностью, но решение содержит несущественные ошибки
5-3	Лабораторная работа выполнена не полностью или содержит существенные ошибки
1-2	Лабораторная работа выполнена частично и содержит существенные ошибки
0	Лабораторная работа не выполнена

**5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

**5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**Основная литература:**

- 1) Галеева, Г.Я. Численные методы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.Я. Галеева, Л.Е. Маликова, А.Р. Фазылов; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2013. — Режим доступа: [https://elib.bashedu.ru/dl/read/Galeeva\\_Malikova\\_Chislenne\\_metod\\_uch\\_pos\\_RIC\\_BashGU\\_2013.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Galeeva_Malikova_Chislenne_metod_uch_pos_RIC_BashGU_2013.pdf).
- 2) Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2025>.

**Дополнительная литература:**

- 1) Коробчинская О. Г.; Файрузов М. Э.; Коробчинский А. В.; Манапова А. Р. Программирование в Delphi. Разработка приложений Windows [Электронный ресурс]: учеб. пособие / О.Г. Коробчинская [и др.]; Башкирский государственный университет. — Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. — Электрон. версия печ. публикации. — Режим доступа: [https://elib.bashedu.ru/dl/read/Korobchinskaja\\_i\\_dr\\_Programmirovanie\\_v\\_DELPHI\\_Win\\_up\\_2\\_izd\\_2015.pdf](https://elib.bashedu.ru/dl/read/Korobchinskaja_i_dr_Programmirovanie_v_DELPHI_Win_up_2_izd_2015.pdf).
- 2) Киреев, В.И. Численные методы в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Киреев, А.В. Пантелеев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/65043>.

**5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины**

- 1) Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>;
- 2) Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
- 3) Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» - <http://www.biblioclub.ru>;
- 4) Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
- 5) Электронная библиотека ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
- 6) Библиотека ГОСТов [Электронный ресурс]/ URL: <http://vsegost.com/>

- 7) Библиотека БашГУ <http://www.bashlib.ru>  
 8) Система электронного обучения <http://sdo.bashedu.ru>;

## Программное обеспечение

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11. 2014 г. Лицензии бессрочные.
3. Архиватор 7-Zip. (лицензия LGPL, свободное программное обеспечение).
4. Academic Edition Networked Volume Licenses RAD Studio XE3 Professional Concurrent AppWave English; Договор № 263 от 07.12. 2012 г. Лицензия бессрочная.
5. Lazarus (лицензия GNUGPL, свободное программное обеспечение).

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p><b>1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> аудитория № 501 (физмат корпус- учебное), аудитория № 531 (физмат корпус- учебное).</p> <p><b>2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:</b> аудитория № 520а (физмат корпус- учебное), № 521 (физмат корпус- учебное), аудитория № 522 (физмат корпус- учебное), аудитория № 524 (физмат корпус- учебное), аудитория № 525 (физмат корпус- учебное).</p> <p><b>3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций:</b> аудитория № 501 (физмат корпус- учебное), аудитория № 520а (физмат корпус- учебное), № 521 (физмат корпус- учебное), аудитория № 522 (физмат корпус- учебное), аудитория № 524 (физмат корпус- учебное), аудитория № 525 (физмат корпус- учебное), аудитория № 531 (физмат корпус- учебное).</p> <p><b>4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> аудитория № 501 (физмат корпус-</p>	<p><b>Аудитория № 501</b>          Учебная мебель, доска настенная меловая, персональный комп. и системный блок /Corei5-4460(3.2)/CIGABAYTEGV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер Logitech WirelessPresenterR400 (210134000003592), проектор Sony VPL-DX270, экран ручной ViewScreenLotus 244x183 WLO-4304.</p> <p><b>Аудитория №531</b>          Учебная мебель, доска настенная меловая, мультимедиа-проектор Sony VPL-EX120, XGA, 2600 ANSI, 3,2 кг, потолочное крепление для проектора (2101068302), доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Аудитория №426</b>          Учебная мебель, доска, персональные компьютеры системный блок /Core 15-7400 (3.0) / B/Gb/HDD1Tb/ 450W/Win 10 Pro/ Клавиатура USB/ Мышь USB/ LCD Монитор 21,5” – 14 шт.</p> <p><b>Аудитория №520а</b>          Учебная мебель, доска, монитор LG 19 L1942S SF 1280 x 1024,5ms,8000:1,black (3,4 кг, VGA, 19"(48,3см)5мс, мониторы LG 19" L1942SBF 1280x1024,5ms,8000:1,black 10 шт., системный блок HPPavilionSlimlineS3500FAMDAtHlon64 X2 5400+/2.8GHz,4Gb,500Gb 12шт.,доска аудитор. ДА36.</p> <p><b>Аудитория № 521</b>          Учебная мебель, доска, коммутатор HPV1905-24 Switch 24*10/100+2*10/100/1000, персональные компьютеры в комплекте DEPONeOs460MDi5 2300/4GDDR1333/T500G/DVDW – 12 шт., проектор</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11. 2014 г. Лицензии бессрочные.</p> <p>3. Архиватор 7-Zip. (лицензия LGPL, свободное программное обеспечение).</p> <p>4. AcademicEditionNetworked VolumeLicensesRADStudioXE3 ProfessionalConcurrentAppWave English; Договор № 263 от 07.12. 2012 г. Лицензия бессрочная.</p> <p>5. Lazarus (лицензия GNUGPL, свободное программное обеспечение).</p>

<p>учебное), аудитория № 520а (фи физмат корпус- учебное), № 521 (физмат корпус- учебное), аудитория № 522 (физмат корпус- учебное), аудитория № 524 (физмат корпус- учебное), аудитория № 525 (физмат корпус- учебное), аудитория № 531 (физмат корпус- учебное).</p> <p><b>5. Помещения для самостоятельной работы:</b> аудитория № 426 (физмат корпус- учебное), читальный зал №2 (физмат корпус- учебное).</p> <p><b>6. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> аудитория № 522 (физмат корпус- учебное).</p>	<p>OptomaEX542i.DLP3D.XGA(1024*768).2700 ANSILm.3000 1.Lamp5000+/-40 ver, шкаф TLKTWP-065442-G-GY, экран на штативе DraperDiplomat (1:1) 84/84* 213*213 MW, доска аудитор. ДА36.</p> <p><b>Аудитория №522</b> Учебная мебель, доска, персональный компьютер LenovoThinkCentreA70zIntelPentiumE 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер LessarLS/LU- H24KB2.</p> <p><b>Аудитория № 524</b> Учебная мебель, доска настенная меловая, коммутатор HPV1905-24 Switch 24*10/100+2*10/100/1000, персональный компьютер в комплекте HPAiO 20"CQ 100 eu – 27 шт., экран ScreeMediaGolgview 274*206 NW 4:3, универсальное потолочное крепление ScreeMedia для проектора, регулировка высоты , шкаф TLKTWP-065442-G-GY, патч-корд (1296), доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Аудитория № 525</b> Учебная мебель, доска, персональные компьютеры в комплекте DEPONeos 460MDi5 2300/4GDDR1333/T500G/DVDW/ - 13 шт., доска аудитор. ДА32.</p> <p><b>Читальный зал №2</b> Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт, принтер – 1 шт., сканер – 1 шт.</p>	
--	---	--



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Численные методы на 7 семестр

Очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	73,2
лекций	36
практических/ семинарских	
лабораторных	36
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	36
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	34,8

Форма(ы) контроля:

экзамен 7 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости и (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/С ЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>7 семестр</b>		<b>36</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>36</b>			
<b>Модуль 1. Численные методы решения задач линейной алгебры. Решение систем нелинейных уравнений.</b>								
1	<p>Общая характеристика и классификация методов решения СЛАУ. Метод Гаусса и его алгебраическая основа: схема единственного деления и ее связь с разложением матрицы на множители; теорема об LU-разложении, условия применимости метода Гаусса. Вычисление определителя и обратной матрицы.</p> <p>Метод Гаусса с выбором главного элемента, ошибки округления, понятие об устойчивости прямых методов. Компактная схема метода Гаусса (метод основанный на LU-разложении). Понятие о методах оптимального исключения, Жордана, отражений. Метод квадратных корней (метод, основанный на S*DS-разложении), схема Холецкого. (ОПК-3, ПК-23)</p>	8		8	8	<p>Основная литература: 1-2 Дополнительная литература: 1-2</p>	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Текущий контроль: Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам

2	<p>Операторные уравнения первого рода. Корректно и некорректно поставленные задачи, устойчивость (на примере решения СЛАУ). Возмущения, мера обусловленности уравнения и число обусловленности невырожденного линейного оператора. Оценка относительной погрешности; влияние погрешности округления при решении СЛАУ прямыми методами. Понятие о методе регуляризации решения уравнения. Согласованная и подчиненная нормы операторов <math>A \in L(X_n \rightarrow X_n)</math> с заданными векторными нормами в конечномерном пространстве <math>X_n</math>. Наиболее употребительные нормы векторов и матричные нормы оператора, индуцированные векторными нормами. (ОПК-3, ПК-23)</p>	4		4	4	<p>Основная литература: 1-2 Дополнительная литература: 1-2</p>	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Текущий контроль: Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам
3	<p>Общая характеристика итерационных методов решения СЛАУ как операторных уравнений первого рода. Основные понятия итерационных методов: сходимость, число итераций, качество итерационного процесса; классификация итерационных методов, принципы их построения. Теорема о «неподвижной точке» итерационных процессов.</p> <p>Метод последовательных приближений для линейных уравнений второго рода. Необходимый и достаточный признак сходимости; достаточное условие сходимости, оценки погрешности. Основная теорема А. А. Самарского о сходимости итераций общего неявного стационарного</p>	8		8	8	<p>Основная литература: 1-2 Дополнительная литература: 1-2</p>	Подготовка к выполнению лабораторной работы	Текущий контроль: Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам

	процесса простой итерации. Частные случаи теоремы: достаточные условия сходимости явного метода простых итераций и модифицированного метода простых итераций (метода Якоби). Другие достаточные условия сходимости метода Якоби. (ОПК-3, ПК-23)							
<b>Модуль 2. Приближение функций. Численное интегрирование.</b>								
4	Итерационные методы вариационного типа. Метод минимальных невязок и скорейшего спуска. Понятие о методе сопряженных градиентов.  Треугольные итерационные методы. Метод Гаусса-Зейделя; необходимый и достаточный признак сходимости; достаточные признаки сходимости. Метод последовательной релаксации (SOR); достаточные условия сходимости. (ОПК-3, ПК-23)	8		8		8	Основная литература: 1-2 Дополнительная литература: 1-2	Подготовка к выполнению лабораторной работы  Текущий контроль: Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам
5	Метод последовательных приближений (простых итераций) решения нелинейных уравнений. Принцип сжатых отображений. О качестве итераций и скорости сходимости (оценки). Метод простых итераций для нелинейных систем алгебраических и трансцендентных уравнений (следствия из общего случая); геометрическая интерпретация метода простой итерации для случая одного скалярного уравнения. Метод взятия в вилку (метод половинного деления). Метод Ньютона и Ньютона-Канторовича решения нелинейных операторных уравнений. (ОПК-3, ПК-23)	8		8		8	Основная литература: 1-2 Дополнительная литература: 1-2	Подготовка к выполнению лабораторной работы  Текущий контроль: Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам

<p>Метод Ньютона применительно к нелинейным системам алгебраических и трансцендентных уравнений; геометрическая интерпретация метода на случай одного скалярного уравнения. Метод хорд, комбинированный метод, метод секущих. (ОПК-3, ПК-23)</p>							
<p><b>Всего часов:</b></p>	36		36	36			

## Рейтинг – план дисциплины

## Численные методы

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность 09.03.03 Прикладная информатикакурс 4, семестр 7

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1. Численные методы решения задач линейной алгебры. Решение систем нелинейных уравнений.</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>30</b>
1. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам	10	3	0	30
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>5</b>
1. Письменные задания	5	1	0	5
<b>Модуль 2. Приближение функций. Численное интегрирование.</b>			<b>0</b>	<b>35</b>
<b>Текущий контроль</b>			<b>0</b>	<b>20</b>
1. Контроль выполнения и проверка отчетности по лабораторным работам	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>			<b>0</b>	<b>15</b>
1. Письменные задания	5	3	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Публикация статей			0	10
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
Экзамен			0	30