



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Утверждено:
на заседании кафедры
протокол от «30» мая 2019 г. № 9
Зав. кафедрой 
(Вахитов Р.М.)

Согласовано:
Председатель УМК физико-
технического институт  (Балапанов М.Х.)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Численные методы
(наименование дисциплины)


Б1.В.1.01.04 Вариативная часть
(Цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору))

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
03.03.02 Физика
(указывается код и наименование направления подготовки (специальности))

Направленность (профиль) подготовки
Физика конденсированного состояния вещества
(указывается наименование направленности (профиля) подготовки)

Квалификация
бакалавр
(указывается квалификация)

Разработчик (составитель) к.ф.-м.н., доцент Закирьянов Ф.К (должность, ученая степень, ученое звание)	 / Закирьянов Ф.К (подпись, Фамилия И.О.)
---	---

Для приема: 2019 г.

Уфа 2019 г.

Составитель / составители:

Закирьянов Ф.К

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 6 от «25» мая 2018г

Заведующий кафедрой

 / Вахитов Р.М

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
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
 - 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
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
 - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
 - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

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

Результаты обучения		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	основные методы решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике;	ОПК-2 – способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	
	систему единиц измерений физических величин и их размерности; законы общей и теоретической физики;	ОПК-3 – способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
	базовый математический аппарат, используемый для формализации прикладных задач физики; методы и приемы решения прикладных задач по расчету основных параметров тел;	ПК-1 – способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	
	основы физики конденсированного вещества; современные методы измерений и приборную базу; историю развития, основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу;	ПК-2 – способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	
основы теории;	ПК-3 – готовностью применять		

	экспериментальные основы и технику проведения современного научного эксперимента в этих областях;	на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	
	основные элементы наиболее распространенных универсальных и специализированных графических программных средств;	ПК-5 – способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	
Умения	правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных;	ОПК-2 – способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	
	выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать такие задачи; использовать методы исследований физических процессов;	ОПК-3 – способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
	применять математические методы в формализации решения прикладных задач физики; работать с современной научной аппаратурой;	ПК-1 – способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	
	осуществлять подготовку приборов для проведения измерений; обрабатывать полученные экспериментальные данные; проводить необходимые математические преобразования массивов данных; делать оценки по порядку величины;	ПК-2 – способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	
	использовать законы	ПК-3 – готовностью применять	

	физики при решении профессиональных задач;	на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	
	квалифицированно выбрать графический пакет в соответствие с решаемой задачей на основании понимания и анализа физической информации, содержащейся в ней;	ПК-5 – способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований	
Владения (навыки / опыт деятельности)	методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов.	ОПК-2 – способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	
	системным научным анализом проблем различного уровня сложности; методологией исследования в области физики.	ОПК-3 – способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач	
	формализации прикладной задачи физики; фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами тензорного описания физических свойств веществ.	ПК-1 – способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	
	работы с современным экспериментальным оборудованием; компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения; компьютерной обработки полученных экспериментальных данных;	ПК-2 – способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	

	<p>методами физического исследования веществ; некоторыми основными методами изучения структуры тел;</p>	<p>ПК-3 – готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований</p>	
	<p>навыками работы в нескольких универсальных и специализированных графических системах и пакетах, применяя на практике методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации при ее графическом представлении;</p>	<p>ПК-5 – способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований</p>	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Численные методы» относится к вариативной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе во 2 семестре.

Цели изучения дисциплины: сформировать у студентов системное представление о базовых методах численного анализа. В процессе изучения курса студенты усваивают теоретические сведения о методах решения задач линейной алгебры, одномерной и многомерной минимизации, решения систем нелинейных уравнений, приближения функций и вычисления интегралов и получают практические навыки применения этих методов.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

алгебра, информатика, математический анализ и дифференциальные уравнения.

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

Код и формулировка компетенции ОПК-2 – способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике;	Знания, умения и владения не сформированы.	Слабо сформированы общие, но не структурированные знания. Частично сформированы умения сформулировать математическую постановку задачи и т.д. Недостаточно владеет методами численного решения задач; умением реализовывать	Достаточно полно знает основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений и т.д. Сформированы, но с отдельными пробелами знания о области применения конкретных численных методов в физике. Хорошо сформированы умения сформулировать	Свободно ориентируется в основных методах численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений и т.д. Умеет правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах
Второй этап (уровень)	Уметь: правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических				

	расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных;		алгоритмы численных методов.	математическую постановку задачи и т.д. Хорошо владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов.	математическое обеспечение. Способен составлять алгоритмы изучаемых методов и проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных. Свободно владеет методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов.
Третий этап (уровень)	Владеть: методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов;				

Код и формулировка компетенции ОПК-3 – способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: систему единиц измерений физических величин и их размерности; законы общей и теоретической физики;	Знания, умения и владения не сформированы.	Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное	Обучаемый демонстрирует способность к полной

Второй этап (уровень)	Уметь: выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать такие задачи; использовать методы исследований физических процессов;		знаний. Компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	применение знаний, умений и навыков при решении заданий, представленных преподавателем, подтверждает наличие сформированной компетенции. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне.	самостоятельности в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне.
Третий этап (уровень)	Владеть: системным научным анализом проблем различного уровня сложности; методологией исследования в области физики;				

Код и формулировка компетенции ПК-1 – способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворитель но»)	3 («Удовлетворительн о»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)

Первый этап (уровень)	Знать: базовый математический аппарат, используемый для формализации прикладных задач физики; методы и приемы решения прикладных задач по расчету основных параметров тел;	Знания, умения и владения не сформированы.	Слабо сформированы общие, но не структурированные знания. Частично сформированы умения применять математические методы в формализации решения прикладных задач физики; работать с современной научной аппаратурой.	Обучающийся демонстрирует уверенные знания базового математического аппарата, используемого для формализации прикладных задач физики и методов и приемов решения прикладных задач по расчету основных параметров тел. Уверенно применяет математические методы в формализации решения прикладных задач физики; работать с современной научной аппаратурой.	Обучающийся демонстрирует обширные знания о базовых математических аппаратах и т.д. Уверенно применяет математические методы в формализации решения прикладных задач физики; работать с современной научной аппаратурой.
Второй этап (уровень)	Уметь: применять математические методы в формализации решения прикладных задач физики; работать с современной научной аппаратурой;		Недостаточно владеет навыками формализации прикладной задачи физики; фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами тензорного описания физических свойств веществ.	Уверенно применяет математические методы в формализации решения прикладных задач физики; работать с современной научной аппаратурой. Хорошо владеет навыками формализации прикладной задачи физики и т.д.	Свободно владеет навыками формализации прикладной задачи физики; фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами тензорного описания физических свойств веществ.
Третий этап (уровень)	Владеть: формализации прикладной задачи физики; фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами тензорного описания физических свойств веществ;				

Код и формулировка компетенции ПК-2 – способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта

Этап освоения компетенции (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основы физики конденсированного вещества; современные методы измерений и приборную базу; историю развития, основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу;	Знания, умения и владения не сформированы.	Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний. Компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, представленных преподавателем, подтверждает наличие сформированной компетенции. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне.	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности в выборе способа решения или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию
Второй этап (уровень)	Уметь: осуществлять подготовку приборов для проведения измерений; обрабатывать полученные экспериментальные данные; проводить необходимые математические преобразования массивов данных; делать оценки по порядку величины;				
Третий этап (уровень)	Владеть: работы с современным экспериментальным оборудованием; компьютерного управления современными экспериментальными				

	установками с использованием специального программного обеспечения; компьютерной обработки полученных экспериментальных данных;				сформированной на высоком уровне.
--	---	--	--	--	-----------------------------------

Код и формулировка компетенции_ ПК-3 – готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основы теории; экспериментальные основы и технику проведения современного научного эксперимента в этих областях;	Знания, умения и владения не сформированы.	Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний. Компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, представленных преподавателем, подтверждает наличие сформированной компетенции. Наличие сформированной компетенции на	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения
Второй этап (уровень)	Уметь: использовать законы физики при решении профессиональных задач;				
Третий этап (уровень)	Владеть: методами физического исследования веществ; некоторыми основными методами изучения структуры тел;				

				повышенном уровне.	данной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне.
--	--	--	--	--------------------	---

Код и формулировка компетенции ПК-5 – способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

Этап освоения компетенции (уровень)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: основные элементы наиболее распространенных и специализированных графических программных средств;	Знания, умения и владения не сформированы.	Обучаемый демонстрирует самостоятельность в применении знаний. Компетенция сформирована, но ее уровень недостаточно высок.	Способность обучающегося продемонстрировать самостоятельное применение знаний, умений и навыков при решении заданий, представленных преподавателем, подтверждает наличие сформированной	Обучаемый демонстрирует способность к полной самостоятельности в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий в рамках учебной дисциплины с использованием
Второй этап (уровень)	Уметь: квалифицированно выбрать графический пакет в соответствии с решаемой задачей на основании понимания и анализа физической информации, содержащейся в ней;				

Третий этап (уровень)	Владеть: навыками работы в нескольких универсальных и специализированных графических системах и пакетах, применяя на практике методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации при ее графическом представлении.			компетенции. Наличие сформированной компетенции на повышенном уровне.	знаний, умений и навыков, полученных как в ходе освоения данной дисциплины, так и смежных дисциплин, следует считать компетенцию сформированной на высоком уровне.
--------------------------	--	--	--	--	--

Показатели сформированности компетенции:

Критериями оценивания являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

- от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;
- от 60 до 79 баллов – «хорошо»;
- от 80 баллов – «отлично».

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	основные методы численного решения нелинейных алгебраических и трансцендентных уравнений, систем линейных алгебраических уравнений, вычисления определенных интегралов, решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем; области применения конкретных численных методов в физике;	ОПК-2	Экзамен Тестирование Доклад Лабораторная работа
	систему единиц измерений физических величин и их размерности; законы общей и теоретической физики;	ОПК-3	Экзамен Тестирование Доклад Лабораторная работа
	1. базовый математический аппарат, используемый для формализации прикладных задач физики; методы и приемы решения прикладных задач по расчету основных параметров тел;	ПК-1	Экзамен Тестирование Доклад Лабораторная работа
	основы физики конденсированного вещества; современные методы измерений и приборную базу; историю развития, основные достижения, современные тенденции и современную экспериментальную базу;	ПК-2	Экзамен Тестирование Доклад Лабораторная работа
	2. основы теории; экспериментальные основы и технику проведения современного научного эксперимента в этих областях;	ПК-3	Экзамен Тестирование Доклад Лабораторная работа
	основные элементы наиболее распространенных универсальных	ПК-5	Экзамен Тестирование

	и специализированных графических программных средств;		Доклад Лабораторная работа
2-й этап Умения	правильно сформулировать математическую постановку задачи; эффективно использовать в практических расчетах математическое обеспечение; составлять алгоритмы изучаемых методов; проводить промежуточную и статистическую обработку экспериментальных данных;	ОПК-2	Лабораторная работа Доклад
	выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности и формулировать такие задачи; использовать методы исследований физических процессов;	ОПК-3	Лабораторная работа Доклад
	применять математические методы в формализации решения прикладных задач физики; работать с современной научной аппаратурой;	ПК-1	Лабораторная работа Доклад
	осуществлять подготовку приборов для проведения измерений; обрабатывать полученные экспериментальные данные; проводить необходимые математические преобразования массивов данных; делать оценки по порядку величины;	ПК-2	Лабораторная работа Доклад
	использовать законы физики при решении профессиональных задач;	ПК-3	Лабораторная работа Доклад
	квалифицированно выбрать графический пакет в соответствии с решаемой задачей на основании понимания и анализа физической информации, содержащейся в ней;	ПК-5	Лабораторная работа Доклад
3-й этап Владеть навыками	методами численного решения задач; умением реализовывать алгоритмы численных методов.	ОПК-2	Лабораторная работа Контрольная работа
	системным научным анализом проблем различного уровня сложности; методологией исследования в области физики.	ОПК-3	Лабораторная работа Контрольная работа
	формализации прикладной задачи физики; фундаментальными	ПК-1	Лабораторная работа

	понятиями, законами и теориями современной физики конденсированного состояния, а также методами тензорного описания физических свойств веществ.		Контрольная работа
	работы с современным экспериментальным оборудованием; компьютерного управления современными экспериментальными установками с использованием специального программного обеспечения; компьютерной обработки полученных экспериментальных данных;	ПК-2	Лабораторная работа Контрольная работа
	методами физического исследования веществ; некоторыми основными методами изучения структуры тел;	ПК-3	Лабораторная работа Контрольная работа
	навыками работы в нескольких универсальных и специализированных графических системах и пакетах, применяя на практике методы обработки и анализа экспериментальной и теоретической физической информации при ее графическом представлении;	ПК-5	Лабораторная работа Контрольная работа

4.3. Рейтинг-план дисциплины (при необходимости)

Рейтинг–план дисциплины представлен в приложении 2.

Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета:

Примерные вопросы для экзамена:

1. Место численных методов в решении научных и исследовательских задач. Машинная арифметика. Ошибки.
2. Место численных методов в решении научных и исследовательских задач. Машинное представление чисел. Ошибки.
3. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Преимущества и недостатки основных методов (метод Крамера, метод обратных матриц, метод Зейделя). Контроль ошибок. Метод Гаусса и проблемы его реализации.
4. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Контроль ошибок. LU-факторизация.

5. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Проблемы реализации метода Гаусса. Вектор ошибки и невязка. Число обусловленности матрицы.
6. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Нормы векторов и матриц. Число обусловленности матрицы и его интерпретация.
7. Задача интерполяции. Связь задачи интерполяции с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Интерполяция и аппроксимация. Полиномиальная интерполяция и проблемы ее реализации.
8. Задача интерполяции. Связь задачи интерполяции с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Степенной базис. Базис Лагранжа. Кусочно-кубическая интерполяция.
9. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Элементарные квадратурные формулы.
10. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Правило Ньютона-Котеса. Двухточечное правило Гаусса.
11. Вычисление определенного интеграла. Связь численного интегрирования с задачей интерполяции. Метод Гаусса-Кронрода. Автоматические и адаптивные алгоритмы.
12. Вычисление интеграла по бесконечным отрезкам. Усечение отрезка. Замена переменной. Формула Гаусса-Лагера. Правило th.
13. Аппроксимация данных. Постановка задачи. Интерполяция и аппроксимация. Метод наименьших квадратов. Аппроксимация с весами.
14. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Шкалированные невязки. Использование нормальных уравнений.
15. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Ортогональные факторизации. QR-факторизация.
16. Аппроксимация данных. Метод наименьших квадратов. Проблемы приведения матрицы коэффициентов к треугольному виду. Преобразование Хаусхолдера.
17. Нелинейные уравнения. Связь с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод дихотомии. Метод Ньютона. Метод секущих.
18. Нелинейные уравнения. Связь с задачей решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Мюллера. Системы нелинейных уравнений.
19. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Отличие задач решения ОДУ и вычисления определенных интегралов. Уравнения высокого порядка и системы уравнений. Метод Эйлера.
20. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Устойчивые и неустойчивые уравнения. Собственные значения и матрица Якоби. Жесткие задачи.
21. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Явный и неявный метод Эйлера. Метод трапеций.
22. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Многошаговые методы. Общая разностная схема. Методы Адамса, Гира, Рунге-Кутты 4-го порядка. Многозначные методы.
23. Решение задач оптимизации. Связь решения задачи оптимизации с решением нелинейных уравнений. Одномерная оптимизация. Метод Ньютона и проблемы его реализации.
24. Решение задач оптимизации. Связь решения задачи оптимизации с решением нелинейных уравнений. Одномерная оптимизация. Унимодальные функции. Метод Фибоначчи. Метод золотого сечения.
25. Решение задач оптимизации. Многомерная оптимизация. Метод Ньютона. Метод наискорейшего спуска.
26. Численные методы Монте-Карло. Случайные числа. Равномерное и нормальное распределение. Использование случайных величин для вычисления определенного интеграла.
27. Численные методы Монте-Карло. Случайные числа. Генераторы случайных чисел (конгруэнтный целочисленный генератор Лемера, генератор Фибоначчи).

28. Численные методы Монте-Карло. Моделирование случайных величин: дискретные случайные величины, метод обратных функций, метод Неймана, обобщенный метод отказов, метод суперпозиции.

Образец экзаменационного билета:

Приведен в приложении 3.

Перевод оценки из 100-балльной в пятибалльную производится следующим образом:

- 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.

Критерии оценки (в баллах):

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса, решил предложенные практические задания без ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе. Решил предложенные практические задания с небольшими неточностями;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа и решении практических заданий;

- **1-10 баллов** выставляется студенту, если студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны. Решение практических заданий не выполнено. Т.е студент не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

Примерные темы доклада

1. Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Особенности машинной арифметики. Обусловленность и корректность задачи и устойчивость численного алгоритма. Классификация вычислительных методов.
2. Методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. LU-разложение. Метод прогонки. Итерационные методы.
3. Поиск одномерных корней. Метод бисекции (дихотомии). Метод Ньютона с модификациями. Адаптированный метод Брента.
4. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона и его модификации. Метод Стеффенсена. Полусные методы Ньютона. Итерационные методы. Метод Зейделя. Связь задачи нахождения многомерных корней с задачей минимизации.
5. Методы одномерной минимизации. Методы прямого поиска. Метод золотого сечения. Метод парабол. Метод Ньютона .
6. Методы многомерной минимизации. Покоординатный спуск. Градиентный спуск. Метод Ньютона. Метод сопряженных градиентов. Динамический метод поиска многомерного минимума. Безградиентные методы. Метод деформируемого многогранника (Нелдера-Мида, «амёбы»). Метод Пауэлла.
7. Приближение функций и смежные вопросы. Кусочно-линейная и полиномиальная интерполяция. Рациональная интерполяция. Интерполяция сплайнами. Двумерная интерполяция. Метод наименьших квадратов.
8. Численное интегрирование. Простейшие квадратурные формулы. Квадратурные формулы Гаусса. Алгоритм Ромберга. Вычисление интегралов в нерегулярных случаях. Многомерные интегралы. Метод Монте-Карло

Критерии оценки (в баллах):

- **12-15 баллов** выставляется студенту, если студент полностью раскрыл тему доклада, дал полные, развернутые ответы на все дополнительные вопросы, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов по данной теме.

- **4 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл тему доклада, однако допущены неточности при ответе на дополнительные вопросы.

- **2-3 баллов** выставляется студенту, если при докладе студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота доклада страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала.

- **1 балл** выставляется студенту, если доклад свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий по теме. Обнаруживается отсутствие навыков поиска информации.

Лабораторные работы.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений. Выполнение студентами лабораторных работ направлено на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин; формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания. Для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты в виде устного опроса студентов.

Образцы примерных лабораторных работ приведены в методических указаниях (см. список литературы).

Критерии оценки (в баллах):

- 3 баллов выставляется студенту, если он без ошибок выполнил лабораторную работу и ответил на все дополнительные вопросы;
- 2 балла выставляется студенту, если студент выставляется студенту, если он без ошибок выполнил лабораторную работу, но смог ответить не на все дополнительные вопросы;
- 1 балл выставляется студенту, если студент допустил ошибки при выполнении лабораторной работы и ответах на теоретические вопросы;
- 0 баллов выставляется студенту, если он не справился ни с теоретической, ни с практической частью задания.

Пример тестового задания:

1. Установите в правильной последовательности этапы решения задач с помощью методов математического моделирования.

- А) Выбор или разработка численного метода
- Б) Построение математической модели
- В) Анализ результатов
- Г) Исследование объекта и формулировка содержательной постановки задачи
- Д) Разработка вычислительного алгоритма
- Е) Проведение вычислений
- Ж) Разработка программы на компьютере или выбор пакета прикладных программ

2. Продолжите.

Система математических соотношений, которым должна удовлетворять система основных параметров задачи или объекта -

3. Выберите основные требования, предъявляемые к математической модели.

- А) адекватность
- Б) сравнительная простота
- В) доступность математической обработки

4. Выберите методы, которые сводят решение задачи к выполнению конечного числа арифметических действий над числами, а результаты - в виде числовых значений.

- А) графические методы
- Б) аналитические методы
- В) численные методы

5. Установите соответствие между источниками и классификацией погрешностей.

- А) параметры, входящие в описание задачи, заданы неточно
- Б) математическая модель описывает изучаемый объект приближенно с учетом основных наиболее существенных факторов
- В) численный алгоритм, метод решения математической задачи дает лишь приближенное решение
- Г) при вводе исходных данных в процессе вычисления производится округление
- Д) погрешность приближенных чисел в процессе решения последовательно переходят в результаты вычислений и порождают новые погрешности

- 1) погрешность метода
- 2) неустраняемая погрешность исходных данных
- 3) вычислительная погрешность
- 4) неустраняемая погрешность математической модели
- 5) погрешность округления

Ответ: А - __, Б - __, В - __, Г - __, Д - __

6. Округлите число 3,1415926 до четырех значащих цифр и выберите правильный ответ.

- А) 3, 1415
- Б) 3, 1416
- В) 3, 142
- Г) 3, 14

7. Впишите правильный ответ.

Цифры $\square 1, \square 2, \dots, \square n$ приближенного числа a называются верными в _____ смысле, если абсолютная погрешность приближенного числа a не превосходит половины единицы $(m-n+1)$ -го разряда, которому принадлежит цифра $\square n$.

8. Определите относительную погрешность приближенного числа $2,997925 \cdot 10^8$.

- А) 0, 00005

- Б) 0, 000005
- В) 0, 0000005

9. Определите абсолютную погрешность приближенного числа $2,997925 \cdot 10^8$.

- А) 50
- Б) 100
- В) 150
- Г) 200

10. Выберите правильный ответ.

Определение допустимых погрешностей приближенных значений аргументов, позволяющих вычислить значение функции с погрешностью, не превышающей заданного, - это:

- А) общая задача теории погрешностей
- Б) обратная задача теории погрешностей.

11. Выберите этапы алгоритма нахождения корня уравнения с помощью численного метода и установите их в правильной последовательности.

- А) уточнение значения корня
- Б) интерполяция
- В) локализация корня
- Г) аппроксимация

12. Выберите основные методы локализации корней.

- А) аналитический метод
- Б) графический метод
- В) метод половинного деления
- Г) метод итераций
- Д) метод трапеций
- Е) метод наименьших квадратов
- Ж) метод хорд
- З) метод касательных

13. Выберите основные методы уточнения корней.

- А) аналитический метод
- Б) графический метод
- В) метод половинного деления
- Г) метод итераций
- Д) метод трапеций
- Е) метод наименьших квадратов
- Ж) метод хорд
- З) метод касательных

14. Установите в правильной последовательности алгоритм метода половинного деления.

- 1) если $f(x) \cdot f(b) < 0$, то $b = x$, иначе $a = x$
- 2) вычислим $x = (a+b)/2$; $f(x)$
- 3) если $f(x) = 0$, переходим к выводу значения x
- 4) конец.

- 5) если $b - a > \epsilon$, то переходим к началу алгоритма
б) выводим значение x

Ответ: _____

15. Выберите первое условие, которое необходимо выполнить при использовании метода простых итераций.

- А) выбрать начальное приближение x_0
Б) исходное уравнение преобразовать к виду, удобному для итераций
В) произвести отделение корня.

Ответ: _____

Критерии оценки (в баллах):

- 5 баллов выставляется студенту, если дано от 86 до 100% верных ответов.
- 4 балла выставляется студенту, если дано от 71 до 85% верных ответов;
- 3 балла выставляется студенту, если дано от 56 до 70% верных ответов;
- 2 балла выставляется студенту, если дано 41-55% верных ответов;
- 1 балл выставляется студенту, если дано от 20 до 40% верных ответов;
- 0 баллов выставляется студенту, если дано менее 20% правильных ответов;

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

Основная литература:

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. – М.: Высш. шк., 2003. – 596 с.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512 с.
3. Ошибки при численных расчетах и особенности машинной арифметики. / Мет. ук. Сост. Закирьянов Ф.К. – Уфа: РИО БашГУ, 2004. – 24 с
4. Методические указания по решению прикладных задач на ЭВМ. / Сост. Закирьянов Ф.К. – Уфа: РИО БашГУ, 1996. – 24 с.

Дополнительная литература:

1. Петров И.Б., Лобанов А.И. Лекции по вычислительной математике. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. – 523 с.
2. Ильина В.И., Силаев П.К. Численные методы для физиков-теоретиков. I. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 132с.
3. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. – М.: Высш. шк., 2002. – 840 с.
4. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и математическое обеспечение. – М.: Мир, 1998. – 575 с.

5. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. –
6. Федоренко Р.П. Введение в вычислительную физику. – М.: Изд-во Моск. физ.-техн. ин-та, 1994. – 528 с.
7. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. – Томск: МП «РАСКО», 1991. – 272 с.
8. Мэтьюз Дж.Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 720 с.
9. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989. – 432 с.
10. Бахвалов Н.С., Лапин А.В., Чижонков Е.В. Численные методы в задачах и упражнениях. – М.: Высш. шк., 2000.
11. Бейкер Дж., Грейвс-Моррис П. Аппроксимации Паде. – М.: Мир, 1986.
12. Де Бор К. Практическое руководство по сплайнам. – М.: Радио и связь, 1985.
13. Васильев Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач. – М.: Наука, 1980.
14. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация. – М.: Мир, 1985.
15. Демидович Б.П., Марон И.А. Основы вычислительной математики. – М.: Наука, 1966.

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

Перечень информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»
3. Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ»

Перечень программного обеспечения

При выполнении лабораторных работ преимущество отдается изучению возможностей свободного программного обеспечения:

Lazarus
MicrosoftOffice
AcrobatReader

...

Приводятся ссылки на специальные сайты, перечень лицензионного или находящегося в свободном доступе программного обеспечения, необходимые для изучения данной дисциплины.

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

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
Аудитория (412 физмат корпус)	Практические занятия	<i>Наименование оборудования (при необходимости) (например, прибор, установка, набор и т.д.)</i>

<i>Компьютерный класс(412 физмат корпус)</i>	<i>Лабораторные работы</i>	<i>Компьютеры, имеющие информационно-вычислительные аналитические системы, которые включают в себя базы данных, методы обработки информации для ...</i>
--	----------------------------	---

)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
НАИМЕНОВАНИЕ ФИЛИАЛА
НАИМЕНОВАНИЕ ФАКУЛЬТЕТА (ИНСТИТУТА)

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Численные методы на 6 семестр
(наименование дисциплины)

очная
форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	48
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	10
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	52,8

Форма(ы) контроля:
экзамен 6 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 (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Основные этапы решения физической задачи с применением компьютера. Источники и классификация погрешностей результата численного решения задачи. Особенности машинной арифметики. Обусловленность и корректность задачи и устойчивость численного алгоритма. Классификация вычислительных методов	1	1	4		[1] гл. 1-3 [2] гл. 1 [3] [5] лекция 1 [8] гл. 2	Задания для самостоятельной работы из [3]	Лабораторная работа Тестирование доклад
2	Численные методы линейной алгебры. Постановка задачи. Структура матриц.	1	1	6	1	[1] гл. 5 [2] гл. 5 [4] тема 2		Лабораторная работа

	<p>Норма вектора и матрицы. Число обусловленности. Оценка погрешности. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод исключения Гаусса. Выбор ведущего элемента. Метод Гаусса- Жордана. LR-разложение матрицы. Метод прогонки решения трехдиагональных систем.</p>					<p>[5] лекция 2 [8] гл. 3</p>		<p>Тестирование доклад</p>
3	<p>Итерационные методы решения. Теорема о сходимости метода последовательных приближений. Метод Якоби. Априорная и апостериорная оценки точности полученного решения на N-ой итерации. Метод Зейделя. Метод последовательной верхней релаксации.</p>	2	2	4	1	<p>[1] гл. 6 [2] гл. 5 [4] тема 2 [5] лекция 2 [8] гл. 3</p>		<p>Лабораторная работа Тестирование доклад</p>
4	<p>Нахождение нулей функции. Методы бисекции, Ньютона,</p>	2	2	4	1	<p>[1] гл.4 [2] гл. 5 [4] тема 1</p>		<p>Лабораторная работа</p>

	секущих и оценка скорости их сходимости. Метод простой итерации.					[5] лекция 5 [8] гл. 7		Тестирование доклад
5	Решение систем нелинейных уравнений. Метод простой итерации, метод Ньютона с модификациями. Связь между задачей нахождения экстремумов функции и решением системы нелинейных уравнений	2	2	6	1	[1] гл. 7 [2] гл.5 [4] тема 3 [5] лекция 5 [8] гл. 7		Лабораторная работа Тестирование доклад
6	Поиск минимума функции одной переменной. Алгоритм золотого сечения. Метод Ньютона, метод секущих.	1	1	4	1	[1] гл. 9 [2] гл. 7 [4] тема 4 [5] лекция 4 [8] гл. 9		Лабораторная работа Тестирование доклад
7	Минимум функции нескольких переменных. Спуск по координатам. Градиентный спуск. Наискорейший спуск. Динамический метод поиска многомерного минимума.	2	2	2	1	[1] гл. 10 [2] гл. 7 [4] тема 5 [5] лекция 4 [8] гл. 9		Лабораторная работа Тестирование доклад

8	Интерполяция. Кусочно-линейная интерполяция. Полиномиальная интерполяция. Интерполяционные многочлены в форме Ньютона и Лагранжа. Многочлены Чебышёва.	1	1	4	1	[1] гл. 11 [2] гл. 2 [4] тема 6 [5] лекция 6 [8] гл. 4	Лабораторная работа Тестирование Доклад
9	Сплайн-интерполяция. Параболическая и кубическая сплайн- интерполяция. Экстраполяция. Двумерная и трехмерная интерполяция. Метод наименьших квадратов.	2	1	4	1	[1] гл. 11 [2] гл. 2 [4] тема 6 [5] лекции 3, 6 [8] гл. 4, 6	Лабораторная работа Тестирование Доклад
10	Формулы прямоугольников, трапеций и Симпсона и оценка их точности. Квадратурные формулы наивысшей степени точности. Формулы Гаусса.	1	1	4	1	[1] гл. 13 [2] гл. 4 [4] тема 7 [5] лекция 7 [8] гл. 5	Лабораторная работа Тестирование Доклад
11	Интегрирование функций двух и более переменных. Применение методов	1	2	2	1	[1] гл. 13 [2] гл. 4 [4] тема 7 [5] лекция 7	Лабораторная работа

Монте-Карло для вычисления многомерных интегралов. Экстраполяция Ричардсона. Несобственные интегралы. Адаптивные программы для вычисления интегралов						[8] гл. 5		Тестирование Доклад контрольная работа
Всего часов:	16	16	48	10				

Рейтинг – план дисциплины

Основы численных методов

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

направление/специальность Физика

курс 3, семестр 2

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1				
Текущий контроль				
1. Лабораторные работы	3	5	0	15
2. Тестовый контроль	5	1	0	5
Рубежный контроль				
1. Доклад	15	1	0	15
Модуль 2				
Текущий контроль				
1. Лабораторные работы	3	5	0	15
2. Тестовый контроль	5	1	0	5
Рубежный контроль				
1. Доклад	15	1	0	15
Поощрительные баллы				
1. Студенческая олимпиада	3	1	0	3
2. Публикация статей	4	1	0	4
3. Работа со школьниками (кружок, конкурсы, олимпиады)	3	1	0	3
4 ...				
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
2. Экзамен			0	30

Форма экзаменационного билета

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1
по дисциплине Основы численных методов
Направление 03.03.02 физика
Физика конденсированного состояния вещества

1. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Устойчивые и неустойчивые уравнения. Собственные значения и матрица Якоби. Жесткие задачи.
2. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Проблемы реализации метода Гаусса. Вектор ошибки и невязка. Число обусловленности матрицы.