

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Политехнического института

Артамонов Д.В.

2014г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### ФТД.1. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки 02.06.01. «Компьютерные и информационные науки»

Направленность (профиль) Вычислительная математика


Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

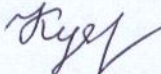
Форма обучения: очная



Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению 02.06.01 «Компьютерные и информационные науки» подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

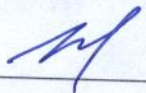
Программу составили:

Бойков И.В., заведующий кафедрой «Высшая и прикладная математика» 


Кудряшова Н.Ю., доцент кафедры «Высшая и прикладная математика» 

Программа обсуждена на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика»

Протокол № 1 от «01» сентября 2014 года


Зав. кафедрой  Бойков И.В.

Программа согласована с деканом факультета ВТ

Декан факультета  Фионова Л.Р.

Программа одобрена методической комиссией факультета ВТ

Протокол № 1 от «19» 09 2014 года

Председатель методической комиссии факультета ВТ  Коннов Н.Н.

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

## **1. Цели и задачи дисциплины, ее место в системе подготовки аспиранта, требования к уровню освоения содержания дисциплины**

### **1.2. Цели и задачи изучения дисциплины**

#### **Цель изучения дисциплины**

Целью изучения дисциплины «Численное моделирование волновых процессов» является

- развитие у аспирантов логического и алгоритмического мышления;
- формирование у аспирантов современных математических знаний для успешного овладения общенаучными и общеинженерными дисциплинами на необходимом научном уровне;
- изучение теоретического материала и получение практических навыков необходимых для подготовки квалификационной работы.

#### **Задачи дисциплины:**

- Определение и основные свойства рядов и интегралов Фурье;
- Общие сведения об уравнениях в частных производных;
- Граничные задачи теплопроводности;
- Цилиндрические и сферические функции;
- Собственные функции и собственные значения;
- Дифракция акустических и электромагнитных волн;
- Проекционные методы. Метод Галеркина. Разрывной метод Галеркина;
- Сеточные методы. Сеточно-характеристический метод. Неструктурированные сетки;
- Устойчивость, бифуркации и катастрофы;
- Детерминированный хаос. Гиперболические аттракторы. Аттракторы негиперболических динамических систем;
- Применение теории катастроф к численным и асимптотическим методам решения задач дифракции.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП аспирантуры**

Дисциплина «Численное моделирование волновых процессов» относится к вариативным дисциплинам учебного плана ООП по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки, профилю – 01.01.07 – Вычислительная математика.

### **2.1.Связь с предшествующими и последующими дисциплинами**

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по курсам «Численные методы», «Уравнения математической физики», «Нелинейные уравнения математической физики», «Функциональный анализ», «Квадратурные формулы», «Теория приближения» направления «Прикладная математика» (бакалавриат) и дисциплинам «Динамические системы», «Некорректные задачи. Обратные задачи», «Интегральные уравнения» направления «Прикладная математика и информатика» (магистратура). Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, могут быть применены при подготовке и написании диссертации по направлению подготовки 02.06.01 – Компьютерные и информационные науки.

### 3. Компетенции аспиранта, формируемые в результате освоения программы дисциплины «Численное моделирование волновых процессов».

Процесс освоения программы направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ПК-2	Способность использовать новые разделы фундаментальных наук при решении естественнонаучных задач	<p><i>Знать:</i> Теорию аналитических и численных методов решения волновых уравнений математической физики.</p> <p><i>Уметь:</i> Применять теорию и приближенные методы решения волновых уравнений к новым классам уравнений теоретической и математической физики, задачам экономики и биологии.</p> <p><i>Владеть:</i> Аналитическими и численными методами решения и исследования классических и современных проблем моделирования волновых процессов.</p>
ПК-3	способностью использовать современные языки программирования при решении естественнонаучных задач	<p><i>Знать:</i> Основные факты теории динамических систем. Классические и современные проекционные методы. Современные языки программирования.</p> <p><i>Уметь:</i> Применять проекционные методы к решению широкого класса динамических систем. Моделировать и программировать детерминированные и хаотические процессы.</p> <p><i>Владеть:</i> методами обоснования и программной реализации численных методов решения волновых уравнений физики, техники и экономики.</p>



	уравнениях в частных производных.		14																
2.1.	Тема 2.1. Уравнения эллиптического, параболического и гиперболического типов. Теория характеристик. Формула Грина и функция Грина. Метод Римана для гиперболических уравнений.	5	9-10	4	2	2		4	4										
2.2.	Тема 2.2. Метод Галеркина и разрывной метод Галеркина решения линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений.	5	11-12	4	2	2		4	4			12							
2.3.	Тема 2.3. Устойчивость решений систем линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений и аппроксимирующих их алгоритмов. Проблема собственных значений.	5	13-14	4	2	2		4	4			14							
3.	Раздел 3. Приложения.	5	15-18	8	4	4		8	8										
3.1.	Тема 3.1. Дифракция акустических и электромагнитных волн на препятствиях.	5	15-16	4	2	2		4	4			16							
3.2.	Тема 3.2. Применение теории катастроф к задачам дифракции.	5	17-18	4	2	2		4	4			18							
	Общая трудоемкость, в часах			36	18	18		36	36			Промежуточная аттестация							
												Форма				Семестр			
												Зачет				5			
												Экзамен				-			



## **4.2. Содержание дисциплины «Численное моделирование волновых процессов»**

### **Раздел 1. Введение**

**Тема 1.1.** Ряды Фурье. Тригонометрическая система. Ряды Фурье по ортогональным многочленам. Функции Хаара.

**Тема 1.2.** Эффект Гиббса и неравномерная сходимость. Ряды Фурье. Интерполяция.

**Тема 1.3.** Интеграл Фурье. Интегральные преобразования. Применения при решении задач математической физики.

**Тема 1.4.** Цилиндрические и сферические функции. Разложение гладких функций в ряды Фурье по цилиндрическим и сферическим функциям. Функции и полиномы Лежандра. Задачи синтеза и анализа потенциальных полей.

### **Раздел 2. Общие сведения об уравнениях в частных производных. Простейшие уравнения в частных производных.**

**Тема 2.1.** Уравнения эллиптического, параболического и гиперболического типов. Теория характеристик. Формула Грина и функция Грина. Метод Римана для гиперболических уравнений.

**Тема 2.2.** Метод Галеркина и разрывной метод Галеркина приближенного решения линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений. Сеточные методы. Неструктурированные сетки. Сетки с переменным шагом.

**Тема 2.3.** Устойчивость решений систем линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений и аппроксимирующих их вычислительных схем. Проблема собственных значений. Проекционные методы. Итерационные методы. Оценки точности и скорости сходимости проекционных и итерационных методов. Устойчивость численных методов.

### **Раздел 3. Приложения**

**Тема 3.1.** Дифракция акустических и электромагнитных волн на препятствиях. Итерационные методы.

**Тема 3.2.** Основные элементы теории катастроф. Применение теории катастроф к задачам дифракции. Решение задач дифракции с помощью теории особенностей дифференцируемых отображений (теории катастроф).

## **4.3. Особенности организации изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Организация изучения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

1. ст.79, 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»

2. Раздел IV, п.п. 46-51 приказа Минобрнауки России от 19.11.2013 № 1259 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»

3. Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе по оснащению образовательного

процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А.Климовым от 08.04.2014 г. № АК-44/05 вн).

## 5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины «Численное моделирование волновых процессов» при проведении аудиторных занятий используются следующие образовательные технологии:

1. Технология развития критического мышления реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

1.1. *Проблемные лекции*, которые предполагают диалоговый тип лекционного преподавания, предметом которого выступает вводимый лектором материал и система познавательных задач, отражающих основное содержание темы. В виде проблемных лекций реализуется темы 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.2.

1.2. *Семинары-круглые столы*, в ходе которых происходит групповое обсуждение аспирантами учебной проблемы под руководством преподавателя. В ходе проведения круглого стола аспиранты приобретают навыки устного изложения заранее подготовленного материала, умение выслушивать коллег-сокурсников, делать заключения. В виде семинаров - круглых столов реализуются темы 1.1, 1.2, 3.1, 3.2.

1.3. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых обсуждается проблемная ситуация, поставленная преподавателем, а аспиранты защищают различные точки зрения на поставленную проблему. В ходе проведения дискуссии аспиранты приобретают умение излагать и аргументировано отстаивать свою точку зрения, обоснованно критиковать оппонентов, сопоставлять различные подходы к решению проблемной ситуации, делать выводы. В виде семинаров-дискуссий реализуются темы 2.1, 2.2, 2.3, 3.2.

2. Медиатехнология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

2.1. *Проблемные лекции*, в ходе которых используются презентации, выполненные в среде Power-Point, и содержащие иллюстрации приводимых положений, видео-фрагменты, элементы работы математических моделей – симуляций физических, технологических и экологических процессов. В виде проблемных лекций с использованием медиатехнологий реализуется темы 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.2.

2.2. *Семинары-круглые столы*, в ходе которых аспиранты делают краткие сообщения по рассматриваемой проблематике с использованием презентации. В результате использования этой технологии аспиранты учатся лаконично и ярко представлять информацию в аудитории. В виде семинаров-круглых столов с использованием медиатехнологий реализуются темы 1.2, 3.1, 3.2.

3. Кейс-технология реализуется в ходе проведения следующих видов учебной работы:

3.1. *Семинары-дискуссии*, в ходе которых в качестве одной из технологий используются такие приемы как мозговой штурм и дебаты. Мозговой штурм позволяет, используя групповую форму работы, смоделировать процесс получения абсолютно новых для аспирантов знаний.

При организации самостоятельной работы используются следующие технологии:

1. Технология систематизации имеющейся информации (работа с конспектом лекции; темы 1.1 – 3.2)

2. Технология поиска и сбора новой информации (работа на компьютере с целью поиска информации в базах данных, работа с учебной, справочной и научной литературой с целью подготовки к семинарам: темы 1.1 – 3.2);

3. Технология анализа и представления новой информации (работа по подготовке устных сообщений на семинарах - круглых столах (темы 1.1, 3.1, 3.2), по подготовке для выступлений презентациями на семинарах-дискуссиях (темы 1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.1.).



## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов

### 6.1. План самостоятельной работы аспирантов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1-2	Ряды Фурье	Подготовка к семинарскому занятию	Разложение по различным системам функций	ОЛ-6	2
3-4	Эффект Гиббса и неравномерная сходимость	Подготовка к семинарскому занятию	Неравномерная сходимость рядов и интерполяционных полиномов	ОЛ-6	2
5-6	Интеграл Фурье. Интегральные преобразования	Подготовка к семинарскому занятию	Преобразования Фурье, Меллина, Лапласа	ОЛ-6, ДЛ-2	2
7-8	Цилиндрические и сферические функции. Разложения по цилиндрическим и сферическим функциям	Подготовка к семинарскому занятию	Основные свойства сферических и цилиндрических функций	ОЛ-1, ОЛ-2	2
9-10	Уравнения эллиптического, параболического и гиперболического типов. Теория характеристик. Формула Грина и функция Грина. Метод Римана для гиперболических уравнений.	Подготовка к семинарскому занятию	Теория характеристик. Сравнение с методом Фурье.	ОЛ-1, ОЛ-2, ОЛ-6	2
11-12	Метод Бубнова-Галеркина и разрывной метод Бубнова-Галеркина решения линейных и нелинейных эллиптических, параболических	Подготовка к семинарскому занятию	Метод Бубнова-Галеркина	ОЛ-7	2

	и гиперболических уравнений.				
13-14	Устойчивость решений систем линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений и аппроксимирующих их алгоритмов. Проблема собственных значений	Подготовка к семинарскому занятию	Логарифмическая норма. Связь с устойчивостью.	ОЛ-3, ОЛ-4	2
15-16	Дифракция акустических и электромагнитных волн на препятствиях.	Подготовка к семинарскому занятию	Сведение к уравнению Гельмгольца.	ОЛ-1, ДЛ-1	2
17-18	Применение теории катастроф к задачам дифракции.	Подготовка к семинарскому занятию	Основные понятия теории катастроф.	ОЛ-5.	2

### 6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости:

#### *Виды самостоятельной работы по темам:*

**Тема 1.1.** Подготовка к семинару - круглому столу.

Примерные вопросы семинара: Теорема Лебега. Сходимость в различных пространствах.

**Тема 1.2.** Подготовка к семинару - круглому столу.

Примерные вопросы семинара: Эффект Гиббса при суммировании рядов Фурье по тригонометрическим полиномам, по ортонормальным полиномам, при интерполяции, при решении интегральных уравнений.

**Тема 1.3.** Подготовка к семинару - дискуссии.

Примерные вопросы семинара: Интегральные преобразования. Применения к решению волновых уравнений.

**Тема 1.4.** Подготовка к семинару.

Примерные вопросы семинара: Полиномы Лежандра. Сферические функции. Разложение по сферическим функциям. Применение к задачам теории потенциала.

**Тема 2.1.** Подготовка к семинару - дискуссии .

Примерные вопросы семинара: Уравнения эллиптического, параболического и гиперболического типов. Теория характеристик. Формула Грина и функция Грина. Метод Римана для гиперболических уравнений.

**Тема 2.2.** Подготовка к семинару - круглому столу.

Примерные вопросы семинара: Метод Галеркина и разрывной метод Галеркина решения линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений. Построение базисных функций. Применение сплайнов различной природы. Применение вейвлетов. Сеточные методы. Неструктурированные сетки.

Сетки с переменным шагом.

**Тема 2.3. Подготовка к семинару - круглому столу.**

Примерные вопросы семинара: Устойчивость решений систем линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений и аппроксимирующих их алгоритмов. Методы Ляпунова (первый и второй).

Устойчивость разностных схем с постоянным и переменным шагом.

**Тема 2.4. Подготовка к семинару - дискуссии.**

Примерные вопросы семинара: Проблема собственных значений. Проекционные методы. Итерационные методы. Оценки точности и скорости сходимости.

**Тема 3.1. Подготовка к семинару – круглому столу.**

Примерные вопросы семинара: Дифракция акустических и электромагнитных волн на препятствиях. Итерационные методы.

**Тема 3.2. . Подготовка к семинару-круглому столу.**

Примерные вопросы семинара: Основные элементы теории катастроф. Применение теории катастроф к задачам дифракции. Решение задач дифракции с помощью теории особенностей дифференцируемых отображений (теории катастроф).

### 6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Доклад на семинаре. Зачет.	Ряды Фурье.	ПК-2
2	Доклад на семинаре. Зачет.	Эффект Гиббса и неравномерная сходимость.	ПК-3
3	Доклад на семинаре. Зачет.	Интеграл Фурье. Интегральные преобразования.	ПК-2
4	Доклад на семинаре. Зачет.	Цилиндрические и сферические функции. Разложения по цилиндрическим и сферическим функциям.	ПК-3
5	Доклад на семинаре. Зачет.	Уравнения эллиптического, параболического и гиперболического типов. Теория характеристик. Формула Грина и функция Грина. Метод Римана для гиперболических уравнений.	ПК-2
6	Доклад на семинаре. Зачет.	Метод Галеркина и разрывной метод Галеркина решения линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений.	ПК-2
7	Доклад на семинаре. Зачет.	Устойчивость решений систем линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений и	ПК-2

		аппроксимирующих их алгоритмов. Проблема собственных значений.	
<b>8</b>	Доклад на семинаре. Зачет.	Дифракция акустических и электромагнитных волн на препятствиях.	ПК-2
<b>9</b>	Доклад на семинаре. Зачет.	Применение теории катастроф к задачам дифракции.	ПК-3

### **6.3. Контрольные работы и промежуточное тестирование**

Не предусмотрены.

### **6.4. Тематика рефератов**

Не предусмотрены.

### **6.5. Вопросы к зачету:**

1. Теорема Лебега. Сходимости в различных пространствах.
2. Функции Хаара.
3. Явление Гиббса.
4. Интеграл Фурье.
5. Операционное исчисление.
6. Полиномы Лежандра. Сферические функции.
7. Разложение по сферическим функциям. Применение к задачам теории потенциала.
8. Уравнения эллиптического, параболического и гиперболического типов. Теория характеристик.
9. Формула Грина и функция Грина.
10. Метод Римана для гиперболических уравнений.
11. Метод Галеркина и разрывной метод Галеркина решения линейных и нелинейных эллиптических, параболических и гиперболических уравнений. Построение базисных функций.
12. Сеточные методы. Неструктурированные сетки. Сетки с переменным шагом.
13. Устойчивость решений систем линейных и нелинейных параболических и гиперболических уравнений.
14. Первый метод Ляпунова.
15. Второй метод Ляпунова.
16. Проблема собственных значений. Проекционные методы.
17. Дифракция акустических волн на препятствиях. Итерационные методы.
18. Элементы теории катастроф.
19. Применение теории катастроф к задачам дифракции.



## 6. Рекомендуемая литература

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину
	<b>Основная литература</b>		
1	Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука. 1977 . 808 с. (7 издание. Стерiotипное. 2004 г. 800с.) <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=3748">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=3748</a>	1	2
2	Будак Б.М. Сборник задач по математической физике [Текст] : учеб. пособие / Борис Михайлович Будак, Александр Андреевич Самарский, Андрей Николаевич Тихонов. - 4-е изд., испр. . - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 688 с. <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=4656">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=4656</a>	20	2
3	Бойков И.В. Устойчивость решений дифференциальных уравнений. – Пенза: Изд-во ПГУ. 2008. 244 с. <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=10321">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=10321</a>	16	2
4	Треногин В.А. Функциональный анализ [Текст] : учебник / Владилен Александрович Треногин. - 3-е изд., испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 488 с <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=4668">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=4668</a>	20	2
5	<u>Арнольд, Владимир Игоревич</u> Теория катастроф [Текст] / Владимир Игоревич Арнольд. - 4-е изд., стереотип. - М. : Едиториал УРСС, 2004. - 128 с <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=6250">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=6250</a>	4	2
6	Ильин В.А. Основы математического анализа. В 2-х ч. : учебник. ч. 2 / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк. - 5-е изд., стереотип. - М. : Физматлит, 2006. - 464 с. <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe</a>	49	2
7	Бахвалов Н. С. Численные методы : учебник / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 6-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. - 636 с. - (Классический университетский учебник). <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe</a>	5	2
	<b>Дополнительная литература</b>		
1	Т. Мива, М. Джимбо, Э. Датэ Солитоны: дифференциальные уравнения, симметрии и бесконечномерные алгебры / Т. Мива, М. Джимбо, Э. Датэ ; пер. с англ. С. З. Пачуляк, под ред. А. А. Белавина. - М. : МЦНМО, 2005. - 112 с.	5	2

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину
	<a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=9662">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?P21DBN=KATL&amp;I21DBN=KATL_PRINT&amp;S21FMT=fullw_print&amp;C21COM=F&amp;Z21MFN=9662</a>		
2	Агошков В.И. Методы решения задач математической физики [Текст] / Под ред. Г.И. Марчука. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. - 320 с. <a href="http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe">http://kleopatra.pnzgu.ru/cgi-bin/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe</a>	3	2

№ п/п	Наименование и краткая характеристика электронных изданий и информационных баз данных	Количество точек доступа
	<b>Основная литература</b>	
1	Бойков И.В. Устойчивость решений дифференциальных уравнений. – Пенза: Изд-во ПГУ. 2008. 244 с. <a href="http://dep_vipm.pnzgu.ru/files/dep_vipm.pnzgu.ru/books/boikov4.pdf">http://dep_vipm.pnzgu.ru/files/dep_vipm.pnzgu.ru/books/boikov4.pdf</a>	Не ограничено

#### Периодические издания

1. Сибирский математический журнал
2. Известия РАН. Серия математическая
3. Успехи математических наук
4. Журнал вычислительной математики и математической физики
5. Автоматика и телемеханика
6. Проблемы управления
7. Математическое моделирование
8. Вычислительные технологии
10. Программирование
11. Системы управления и информационные технологии
12. Экономика и менеджмент систем управления

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы. Наименование ресурса. Краткая характеристика.

1. <http://www.biblioclub.ru> Электронная библиотечная система «Университетская библиотека – online»: специализируется на учебных материалах для вузов по научно-гуманитарной тематике, а также содержит материалы по точным и естественным наукам;
2. <http://e.lanbook.com/> Электронная библиотечная система «Издательства «Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки;
3. <http://elibrary.ru/> Научная электронная библиотека eLibrary.ru

7. **Материально-техническое обеспечение дисциплины «Численное моделирование волновых процессов»:**  
– мультимедийные средства обучения (компьютер и проектор; ресурсы Интернета);

– электронные презентации по теме курса в формате программных приложений MS Office Power Point и MS Office Word. Демонстрация ресурсов Интернет (избранных сайтов) по теме лекций и лабораторных занятий, необходим браузер MS Internet Explorer 6.0 и выше. Для подготовки материала к занятиям требуется программный пакет MS Office 2003 и выше.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных
2015/16	№ 1 от 28.09.15 М	Без изменений			
2016/17	№ 1 от 19.09.16 М	Без изменений			
2017/18	№ 1 от 04.09.17 М	Без изменений			