

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Физический факультет

Утверждено

решением Ученого совета ННГУ
протокол от «31» мая 2023 г. № 6

Рабочая программа дисциплины

Информационные технологии

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность
09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность образовательной программы
**Информационные системы и технологии в физических
исследованиях**

Форма обучения
очная

Год начала подготовки

2022 год

Нижний Новгород

2023 год

1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Информационные технологии» (Б1.О.11) относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана ООП.

Дисциплина преподается в 5 и 6 семестре.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине**	
ОПК-2. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Знать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	<i>Знать</i> основы современных научных знаний, место и значения экспериментальных исследований в науке и технологиях, основные достижения современных информационных технологий <i>Знать</i> возможности современных методов получения и анализа данных эксперимента, методы синтеза моделей, систем и явлений, получения оценок параметров моделей. <i>Знать</i> основные подходы, методы и алгоритмы обработки данных.	Теоретический вопрос, задача
	ОПК-2.3. Иметь навыки применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.	<i>Владеть</i> навыками логического анализа и обобщения имеющейся информации, оценки возможностей информационных систем сбора и обработки данных. <i>Владеть</i> навыками организации экспериментальных исследований, организации совместной работы в исследовательской группе. <i>Владеть</i> информационными технологиями и методами создания информационных систем, предназначенных для сбора и обработки данных экспериментов различной природы.	Теоретический вопрос, задача
ОПК-6. Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического	ОПК-6.1. Знать методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, пригодные для	<i>Знать</i> основные положения теории случайных процессов, методы оценивания параметров случайных процессов, методы решения некорректных задач обработки данных. <i>Знать</i> методы оценки точности моделей	Теоретический вопрос, задача

применения в области информационных систем и технологий	практического применения в области информационных систем и технологий.	на основе анализа их статистических характеристик.	
	ОПК-6.2. Уметь применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач в области информационных систем и технологий.	<i>Уметь</i> оценивать параметры моделей на основе имеющихся данных, разрабатывать алгоритмы имитационного моделирования. <i>Уметь</i> создавать программные приложения, реализующие разработанные модели и методы синтеза. <i>Уметь</i> проводить сбор, анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования курсового проекта.	Теоретический вопрос, задача
	ОПК-6.3. Иметь навыки программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов задач.	<i>Владеть</i> методами анализа экспериментальных данных в условиях ограниченных выборок в присутствии шумов. <i>Владеть</i> методами учета априорной информации о процессе или системе, и включения априорной информации в процесс решения.	Теоретический вопрос, задача
ОПК-ОС-9. Способен применять алгоритмы обработки данных различной природы в различных сферах	ОПК-ОС-9.1. Знать основные алгоритмы и численные методы обработки данных.	<i>Знать</i> методы реконструкции (восстановления) данных на основе анализа их статистических характеристик и дальнейшего синтеза моделей данных.	Теоретический вопрос, задача
	ОПК-ОС-9.2. Уметь применять методы спектрального анализа, цифровой обработки данных в задачах моделирования физических процессов и обработки сигналов.	<i>Уметь</i> строить параметрические и имитационные модели данных и систем, применять результаты теории информации, применять методы решения некорректных задач.	Теоретический вопрос, задача
	ОПК-ОС-9.3. Владеть навыками проведения исследований статистических характеристик алгоритмов обработки данных.	<i>Владеть</i> навыками решения некорректных задач, возникающих при оценках параметров моделей и синтезе данных при их восстановлении.	Теоретический вопрос, задача

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

Очная форма обучения	
Общая трудоемкость	12 ЗЕТ
Часов по учебному плану	432
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	134
- занятия лекционного типа, ч	64
- практические занятия, ч	64
- лабораторных, ч	
- КСРИФ, ч	6
контроль	81
самостоятельная работа, ч	219
Промежуточная аттестация	экзамен в 5 и 6 семестрах

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Занятия лабораторного типа	Всего	
Введение в дисциплину		2	6			20
Основы информационных технологий обработки экспериментальных данных		4	10			20
Основы теории случайных процессов и линейных систем		10	4			26
Параметрические модели данных		4	10			20
Методы спектрального оценивания		10	2			23
Методы теории информации в обработке данных (начало)		2	2			10
Промежуточная аттестация - экзамен						
Методы теории информации в обработке данных (продолжение)		2	4			10
Задачи реконструкции данных		4	10			20

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Занятия лабораторного типа	Всего	
Некорректные обратные задачи реконструкции данных		10	10			26
Методы регуляризации некорректных задач		10	6			20
Статистические методы решения некорректных задач		6	2			24
Промежуточная аттестация - экзамен						
8. <u>Итого</u>	432	Error! Reference source not found.	Error! Reference source not found.	Error! Reference source not found.		219

Содержание разделов дисциплины:

5 семестр

1. Введение в дисциплину.

1. Информационные технологии и системы обработки экспериментальных данных.
2. Задачи обработки экспериментальных данных. Типы экспериментальных данных.
3. Области применений цифровой обработки.

2. Основы информационных технологий обработки экспериментальных данных.

1. Структура и свойства информационных процессов, систем и технологий.
2. Методы анализа информационных систем, конфигурация информационных систем.
3. Классификация информационных систем обработки экспериментальных данных, их структура.
4. Примеры современных цифровых систем обработки данных.

3. Основы теории случайных процессов и линейных систем.

1. Детерминированные и случайные процессы.
2. Характеристики случайных процессов.
3. Корреляционная (ковариационная) функция.
4. Стационарность и эргодичность.
5. Автокорреляционная матрица случайных процессов.
6. Спектральная плотность мощности (СПМ).
7. Непрерывные линейные системы.
8. Характеристики непрерывных линейных систем.
9. Дискретные линейные системы.
10. Характеристики дискретных линейных систем.
11. Аналоговые, дискретные и цифровые сигналы.
12. Теорема отсчетов Котельникова-Шеннона.

13. Особенности дискретизации реальных сигналов.

4. Параметрические модели данных.

1. Авторегрессионные модели и модели скользящего среднего.
2. Определение параметров модели.
3. Спектры модельных процессов.
4. Линейное предсказание.
5. Определение параметров линейного предсказателя.
6. Свойства СПМ авторегрессивного процесса.

5. Методы спектрального оценивания.

1. Задачи спектрального оценивания.
2. Дискретное преобразование Фурье.
3. Периодограммы, коррелограммы.
4. Свойства линейных спектральных оценок.
5. Частотные и временные окна.
6. Оценивание автокорреляций и взаимных корреляций по конечным выборкам.
7. Модель процесса в методе минимума дисперсии.
8. Определение параметров модели.
9. Методы оценивания частот на основе анализа собственных значений.
10. Шумовое и сигнальное подпространства автокорреляционной матрицы.
11. Анализ собственных значений автокорреляционной матрицы. Определение частот процесса.
12. Метод гармонического разложения Писаренко.
13. Спектральные оценки на основе собственных значений.
14. Спектральные оценки максимальной энтропии.
15. Спектральные оценки Берга и Шеннона.
16. Свойства спектральных оценок, полученных на основе принципа МЭ.
17. Проблемы вычисления множителей Лагранжа.
18. Оценивание параметров случайных процессов по методу Прони.
19. Оценка параметров экспоненциальных моделей СП.
20. Метод наименьших квадратов Прони.
21. Спектр Прони.

6. Методы теории информации в обработке данных (начало)

1. Элементы теории информации.
2. Выбор, неопределенность, энтропия.
3. Энтропия Шеннона и ее свойства.
4. Другие меры неопределенности.
5. Теория информации и статистическая физика.

6 семестр

1. Методы теории информации в обработке данных (продолжение)

1. Принцип максимума энтропии (МЭ).
2. Принцип МЭ – общий принцип статистического вывода.
3. Учет априорной информации (ограничений).
4. Принцип МЭ и статистические ансамбли.
5. Теорема о концентрации энтропии.
6. Общий подход к решению задач с неполной информацией на основе принципа МЭ.

2. Задачи реконструкции данных.

1. Типы задач реконструкции данных.
2. Проблемы учета априорной информации.
3. Задачи реконструкции данных как обратные задачи.

3. Некорректные обратные задачи реконструкции данных.

1. Типы обратных задач.
2. Некорректность обратных задач. Природа некорректности.
3. Примеры некорректных задач.
4. Задачи, сводящиеся к уравнениям Фредгольма 1 и 2 рода.
5. Решение уравнений типа свертки.
6. Приближенное решение некорректных задач.
7. Регуляризация.

4. Методы регуляризации некорректных задач.

1. Регуляризация Филипса-Тихонова.
 2. Регуляризирующие функционалы. Параметры регуляризации.
 3. Метод квазирешения.
 4. Проблемы нахождения регуляризованных решений.
 5. Итерационные методы реконструкции данных.
 6. Итерационная схема Ван-Циттера.
 7. Сходимость итерационных схем.
 8. Итерационная реконструкция данных при наличии ограничений.
 9. Итерационное обращение свертки.
 10. Метод Качмаржа.
 11. Типы обратных задач, связанных с восстановлением фазовой информации.
 12. Итерационные алгоритмы Гершберга-Папулиса.
 13. Итерационные алгоритмы с псевдодифференциальными операторами ограничений.
 14. Элементы теории линейных операторов в гильбертовом пространстве.
 15. Линейные операторы. Область определения оператора, область существования и нуль-пространство.
 16. Самосопряженные операторы, спектр оператора.
 17. Компактный оператор. Собственные значения компактного оператора.
 18. Сингулярная система линейного оператора.
 19. Оператор псевдоинверсии.
 20. Регуляризация.
5. Статистические методы решения некорректных задач.
1. Вероятностная формулировка задач реконструкции.
 2. Вероятностные критерии в задачах реконструкции. Решение наименьших квадратов.
 3. Реконструкция по методу МЭ. Метод Фридена.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме – экзамена в 5 и 6 семестре.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает в себя:

- активное изучение учебных и учебно-методических пособий, лекционного материала по соответствующим разделам дисциплины, в том числе с использованием систем компьютерной графики и электронных образовательных ресурсов;
- использование профессиональных прикладных программ моделирования физических процессов и методов обработки данных;

- использование профессиональных прикладных программ моделирования физических процессов и методов обработки данных.

Студенты на основе лекционного материала разрабатывают, тестируют и отлаживают программные реализации современных методов и алгоритмов обработки экспериментальных данных. Проблемы, возникающие в процессе разработки программного приложения, обсуждаются с преподавателем на практических занятиях, что обеспечивает текущий контроль самостоятельной работы студентов. Заключительным этапом выполнения задания является демонстрации разработанного программного приложения и обсуждение зависимости результатов работы приложения от параметров алгоритма.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	Не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения	При решении стандартных	Имеется минимальные	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы	Продemonстрированы

	материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	й набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	творческий подход к решению нестандартных задач.
--	--	--	---	--	--	--	--

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	Удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
незачтено	Неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы, выносимые на экзамен

№	Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
Семестр 5		
1	Детерминированные и случайные процессы. Типы случайных процессов. Эргодические и стационарные случайные процессы. Основные характеристики случайных процессов.	ОПК-6
2	Линейные системы. Примеры линейных физических систем. Характеристики линейных систем	ОПК-2
3	Непрерывное и дискретное преобразование Фурье. Соотношение между непрерывными и дискретными преобразованиями.	ОПК-2
4	Стационарные случайные процессы. Ковариационные функции и матрицы и их свойства. Спектральная плотность мощности. Гауссовские случайные процессы	ОПК-6
5	Дискретизация непрерывных случайных процессов. Теорема дискретизации	ОПК-6
6	Линейное спектральное оценивание. Метод периодограмм	ОПК-6
7	Линейное спектральное оценивание. Метод коррелограмм	ОПК-6
8	Линейное спектральное оценивание. Временные и частотные окна и их свойства.	ОПК-6
9	Оценивание автокорреляций и взаимных корреляций по конечной выборке. Свойства оценок	ОПК-6
10	Параметрические модели случайных процессов. Модели авторегрессии и скользящего среднего. Спектральные оценки моделей случайных процессов и их свойства	ОПК-6
11	Параметрические модели случайных процессов. Определение параметров моделей	ОПК-6
12	Линейное предсказание случайных процессов. Ошибки линейного предсказания.	ОПК-6
13	Спектральное оценивание по методу минимума дисперсии. Свойства спектральной оценки, ее связь с авторегрессионной оценкой.	ОПК-6
14	Понятие энтропии случайного процесса. Энтропия и информация. Энтропия Шеннона и ее свойства	ОПК-6
15	Принцип максимума энтропии (МЭ). Решение задач с линейными ограничениями. Свойства решений, полученных с помощью принципа МЭ	ОПК-6
16	Спектральное оценивание с использованием принципа МЭ. Свойства спектральных оценок	ОПК-6
17	Оценивание частот случайного процесса на основе анализа собственных чисел и собственных векторов автокорреляционной матрицы. Сигнальное и нулевое подпространства. Фильтрация шума.	ОПК-6
18	Оценивание частот случайного процесса на основе анализа собственных чисел и собственных векторов. Метод гармонического разложения Писаренко.	ОПК-6
6 семестр		

№	Вопрос	Код компетенции (согласно РПД)
19	Преобразование Гильберта. Основные свойства. Связь с физически реализуемыми системами	ОПК-2
20	Применение преобразования Гильберта к решению задач восстановления фазовой информации о сигнале.	ОПК-ОС-9
21	Восстановление огибающей сигнала с помощью преобразования Гильберта	ОПК-ОС-9
22	Некорректные задачи восстановления сигналов. Примеры некорректных задач. Условия корректности Адамара. Приближенное решение некорректных задач.	ОПК-ОС-9
23	Регуляризация некорректных задач. Метод регуляризации Тихонова – Филипса. Параметр регуляризации	ОПК-ОС-9
24	Регуляризация решения уравнений Фредгольма 1 рода.	ОПК-ОС-9
25	Задача деконволюции свертки. Методы деконволюции	ОПК-ОС-9
26	Оптимальная линейная фильтрация.	ОПК-ОС-9
27	Стохастическая регуляризация решения некорректных задач.	ОПК-ОС-9
28	Применение принципа МЭ к задачам восстановления сигналов	ОПК-ОС-9
29	Восстановление сигналов методами некорректных задач оптимизации	ОПК-ОС-9
30	Методы учета априорной информации в задачах восстановления сигналов.	ОПК-ОС-9
31	Итерационные методы решения некорректных задач. Схемы Ван-Циттерна и Качмажа.	ОПК-ОС-9
32	Итерационные алгоритмы восстановления сигналов при наличии ограничений в пространственной и частотной областях.	ОПК-ОС-9
33	Методы восстановления информации о фазе сигнала. Типы фазовых задач	ОПК-ОС-9
34	Оптимальные базисы. Разложение Карунена-Лоэва.	ОПК-2
35	Нормальные уравнения метода наименьших квадратов. Решение задачи наименьших квадратов с помощью сингулярного разложения матриц (SVD). Псевдообратная матрица Пенроуза.	ОПК-2
36	Нестационарные случайные процессы. Вероятностная структура.	ОПК-6
37	Нестационарные случайные процессы. Корреляционная структура.	ОПК-6
38	Нестационарные случайные процессы. Спектральная структура. Двойная по частоте и спектрально-временная спектральные функции	ОПК-6

5.2.2. Типовые задания текущего контроля для оценки сформированности компетенции ОПК-2 (5 семестр)

1. Оценить минимально-необходимую частоту дискретизации реального сигнала.

2. Дискретное преобразование Фурье. Применение алгоритма быстрого преобразования Фурье

5.2.3. Типовые задания текущего контроля для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (5 семестр)

1. Фурье-фильтрация. Использование различных спектральных окон.
2. Применение авторегрессионной модели случайного процесса для прогнозирования сигнала.

5.2.4. Типовые задания текущего контроля для оценки сформированности компетенции ОПК-ОС-9 (6 семестр)

1. Оценить спектр сигнала методом МЭ.
2. Методы решения некорректных задач. Деконволюция свертки.
3. Решить систему линейных уравнений методом Качмажа.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Кривошеев В. И. - Цифровая обработка сигналов: учеб. пособие. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2006. - 207 с. 31 экз
2. Оппенгейм А., Шафер Р., Цифровая обработка сигналов. М.: Техносфера, 2006. 8 экз
3. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс] : учеб. / А. Оппенгейм, Р. Шафер. — Москва :Техносфера, 2012. — 1048 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73524>.
4. Хорн Р., Джонсон И., Матричный анализ. М.: Мир, 1989 6экз
5. Лифшиц, М.А. Случайные процессы — от теории к практике [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71720>.
6. Шахтарин, Б.И. Методы спектрального оценивания случайных процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.И. Шахтарин, В.А. Ковригин. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/11848>.
7. Тихонов, В.И. Случайные процессы. Примеры и задачи. Том 4 [Электронный ресурс] / В.И. Тихонов, Б.И. Шахтарин, В.В. Сизых. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2017. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/94570>.

б) дополнительная литература:

1. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб: Питер. 2003.
2. Марпл С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. М.: Мир, 1990.
3. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. М.: Наука, 1979.
4. Дженкинс Г.Д., Ваттс Д. Спектральный анализ и его приложения (т.1, т.2). М.: Мир, 1971.
5. Стренг. Г. Линейная алгебра и ее приложения. М.: Мир, 1980.
6. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение. М.: Мир, 2001.
7. Василенко Г.И., Тараторин А.М. Восстановление изображений. М.: Радио и связь, 1986. 1 экз

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

4. INSPEC, Information Service for Physics, Electronics and Computing.
<http://search.ebscohost.com>
5. Computers &Applied Science Complete (CASC)
<http://search.ebscohost.com>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные персональными компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций и ОПОП ВПО по направлению подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

Авторы:

Ассистент кафедры ИТФИ _____ Чуманкин Ю.Е.

Заведующий кафедрой ИТФИ
д.т.н., профессор _____ Фидельман В.Р.

Рецензент

д.ф.-м.н., профессор, зав. каф.
статистической радиофизики и
мобильных систем связи РФФ _____ Мальцев А.А.

Программа одобрена на заседании методической комиссии физического факультета ННГУ.

Председатель УМК физ.ф-та _____ Перов А.А.