

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 № 13 от 30.11.2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Методы оптимальной обработки сигналов

---

Уровень высшего образования

Магистратура

---

Направление подготовки / специальность

09.04.02 - Информационные системы и технологии

---

Направленность образовательной программы

Информационные системы в научных исследованиях

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.01.02 Методы оптимальной обработки сигналов относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-12: Способен осуществлять выбор оптимальных решений, моделирование процессов и объектов профессиональной деятельности при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	ПК-12.1: Знает способы выбора и методы математического моделирования процессов ПК-12.2: Умеет применять методы цифровой обработки данных при решении традиционных задач в области информационных технологий ПК-12.3: Владеет навыками применения математических моделей и объектов профессиональной деятельности при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ	ПК-12.1: Знать современное состояние науки и техники в области применения методов оптимальной обработки сигналов, способы математического моделирования оптимальных методов  ПК-12.2: Уметь использовать теоретические основы и математический аппарат цифровых методов математической обработки при решении конкретных научных задач своей профессиональной деятельности  ПК-12.3: Владеть статистическими методами и методами математического моделирования и исследования характеристик и использования их при оформлении отчетной документации.	Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы
ПК-13: Способен понимать и применять в научно-исследовательской	ПК-13.1: Знает современный математический аппарат, основные законы естествознания,	ПК-13.1: Знать теоретические основы естественнонаучных дисциплин, необходимые для	Собеседование	Экзамен: Контрольные вопросы

и прикладной деятельности современного математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования, программное обеспечение, операционные системы, сетевые технологии	современные языки программирования и программное обеспечение. ПК-13.2: Умеет проводить разработку алгоритмического и программного обеспечения в области информационных технологий в научных исследованиях. ПК-13.3: Имеет практический опыт владения существующими методами и алгоритмами решения задач цифровой обработки сигналов, опыт работы с научными источниками.	реализации алгоритмов оптимальной обработки сигналов, основные методы обнаружения и различения сигналов, вероятности ошибок, методы оценки параметров простых и сложных сигналов.  ПК-13.2: Уметь применять полученные теоретические знания и математический аппарат для решения теоретических и экспериментальных задач в профессиональной деятельности, в том числе при разработке алгоритмического и программного обеспечения в области научных исследований.  ПК-13.3: Владеть навыками анализа структурных схем устройств обработки и методами их математического моделирования, подготовки и составления отчетов, оформления результатов в графическом и текстовом форматах.		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>7</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>252</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>16</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>48</b>
- КСР	<b>2</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>132</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>54</b>
	<b>экзамен</b>

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение в дисциплину	17	1	0	1	16
Методы описания и модели сигналов и помех в информационных системах	34	1	8	9	25
Статистические решения и основы теории обнаружения и различения сигналов	40	4	10	14	26
Оценивание параметров сигналов	28	2	6	8	20
Совместные оценки запаздывания и частоты сигналов	41	4	12	16	25
Применение методов обнаружения и оценивания параметров сигналов в радиотехнических системах	36	4	12	16	20
Аттестация	54				
КСР	2				2
Итого	252	16	48	66	132

#### 4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная внеаудиторная работа студентов осуществляется в следующих формах:

- Работа с компьютерными обучающими программами, электронными учебниками, тестовыми системами.
- Использование профессиональных прикладных программ моделирования физических процессов и методов обработки данных.
- Работа со средствами телекоммуникации.
- Использование Интернет-ресурсов, электронных библиотек, распределенных и централизованных издательских систем.
- Использование открытых форм дистанционного обучения с использованием Интернета.

#### 5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

##### 5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

### 5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-12

1. Модели случайных процессов: гауссовский процесс, винеровский процесс белый шум, марковские случайные процессы.
2. Синтез оптимального обнаружителя сигналов для обнаружения полностью известного сигнала.
3. Обнаружение сигналов со случайными параметрами.

### 5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Собеседование) для оценки сформированности компетенции ПК-13

1. Оптимальная оценка времени прихода и частоты радиосигнала.
2. Методы определения пеленга на источник излучения сигналов.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Собеседование)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько не грубых ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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 несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие	При решении	Продемонс	Продемонс	Продемонс	Продемонс	Продемонстр

	минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	трированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	трированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	трированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	трированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

### 5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

#### Оценочное средство - Контрольные вопросы

#### Экзамен

#### Критерии оценивания (Контрольные вопросы - Экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Студент полностью отвечает полностью на вопросы билета и дополнительные вопросы (задания), выходящие за рамки изученного объема курса и изученных алгоритмов и подходов, проявляя инициативу и творческое мышление.
отлично	Студент отвечает полностью на вопросы, самостоятельно решает задачу в рамках изученных алгоритмов и подходов. При ответе на дополнительные вопросы (задания) допускаются незначительные неточности.
очень хорошо	Студент показывает хороший уровень знания вопросов, самостоятельно решает задачу и отвечает на вопросы (задания) преподавателя с небольшими неточностями.
хорошо	Студент показывает средний уровень знания вопросов билета, решает задачу с наводящими вопросами преподавателя и отвечает на некоторые дополнительные вопросы преподавателя. Имеются отдельные замечания по представлению и интерпретации полученных результатов.
удовлетворительно	Студент показывает удовлетворительное знание вопросов и знание базовых понятий, может решить типовую задачу с помощью преподавателя.
неудовлетворительно	Неудовлетворительное знание основ курса и базовых понятий. Необходима дополнительная подготовка для успешного прохождения испытания.
плохо	Не ставится

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-12 (Способен осуществлять выбор оптимальных решений, моделирование процессов и объектов профессиональной деятельности при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ)**

1. Байесовский риск при обнаружении сигналов.
2. Синтез оптимального обнаружителя сигналов.
3. Обнаружение полностью известного сигнала.
4. Перечислите основные свойства оценок максимального правдоподобия.
5. Характеристики обнаружения полностью известного сигнала.
6. Согласованный фильтр и коррелятор.
7. Критерии оптимальности.
8. Критерий оптимальности Неймана-Пирсона.

**Типовые задания (Контрольные вопросы - Экзамен) для оценки сформированности компетенции ПК-13 (Способен понимать и применять в научно-исследовательской и прикладной деятельности современный математический аппарат, основные законы естествознания, современные языки программирования, программное обеспечение, операционные системы, сетевые технологии)**

1. Обнаружение сигналов со случайными параметрами.
2. Корреляционное различение полностью известных сигналов.
3. Вероятности ошибок различения полностью известных сигналов.
4. Основные понятия, используемые в теории оценок.
5. Понятие эффективной оценки параметров сигнала.
6. Оптимальная оценка времени прихода и частоты радиосигнала.
7. Простые и сложные радиосигналы.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

Основная литература:

1. 1. Ермолаев В. Т., Флакسمан А. Г. Методы обработки сигналов в адаптивных антенных решетках и компенсаторах помехи: учеб. Пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2015. – 194 с., 20 экз.
2. Бендат Дж., Пирсол А. Прикладной анализ случайных данных. – М.: Мир, 1989. – 540 с., 7 экз.
3. Пушкарёв, В.П. Устройства приема и обработки сигналов. Учебное пособие. [Электронный ресурс]. – М.: ТУСУР, 2012. – 201 с., <http://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=712149&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Ивлев Д.Н. Цифровые каналы передачи данных. Учебно-методическое пособие. [Электронный ресурс] – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2013. – 53 с., [http://www.unn.ru/books/met\\_files/DTDC\\_lectures.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/DTDC_lectures.pdf).
2. Прокис Д. Цифровая связь. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с., 3 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

Среда разработки ПО MS Visual C++.

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, 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 ННГУ по направлению 09.04.02 - Информационные системы и технологии.



Автор(ы): Морозов Олег Александрович, доктор физико-математических наук, профессор.

Рецензент(ы): Мальцев Александр Александрович, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Фидельман Владимир Романович, доктор технических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.11.2022, протокол № б/н.