

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт информационных технологий, математики и механики

(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совет ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Теория вейвлетов

Уровень высшего образования
магистратура

Направление подготовки / специальность
01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
**Математическое моделирование динамики систем и процессов
управления**

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород

2023 год

Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Теория вейвлетов» относится к части Блока 1, формируемой участниками образовательных отношений, программы магистратуры «Математическое моделирование динамики систем и процессов управления». Индекс дисциплины - **Б1.В.06**

Курс читается в 1 семестре обучения (первый год обучения в магистратуре).

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений	Дисциплина Б1.В.06, «Теория вейвлетов» относится к части ООП направления подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика, формируемой участниками образовательных отношений.

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**	
ПК-4. Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	ПК-4.1. Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Знать:</u> - базовые структуры данных и алгоритмы; - методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	Собеседование
	ПК-4.2. Умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Уметь:</u> - анализировать альтернативные варианты решения научных исследовательских математических задач и оценивать эти решения; - профессионально разрабатывать и использовать программное обеспечение для решения задач научной и проектно-технологической деятельности.	Контрольная работа
	ПК-4.3. Имеет навыки применения методов разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач	<u>Владеть:</u> - навыками сбора, обработки и интерпретации данных современных научных исследований, необходимых для формирования подходов, решений и выводов по соответствующим научным и профессиональным проблемам; - навыками работы самостоятельно и в составе научно-исследовательского коллектива по развитию алгоритмического аппарата/	Контрольная работа

ПК-12. Способен разрабатывать и применять математические методы, системное и прикладное программное обеспечение для решения задач производственно-технологической деятельности.	ПК-12.1. Знает основные методы разработки математических методов, системного и прикладного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности	<u>Знать:</u> понятия и утверждения дисциплины «Теория вейвлетов»: Преобразование сигнала линейной системой Преобразование Фурье Теорема Пэли-Винера Теорема Котельникова Вейвлет Хаара Вейвлеты Котельникова-Шеннона Вейвлет – преобразование ВейвлетДобеши Вейвлеты в MATLAB	Собеседование
	ПК-12.2. Умеет оценивать трудоемкость разработки программных средств для решения задач производственно-технологической деятельности	<u>Уметь:</u> использовать на практике знания, полученные при изучении дисциплины «Теория вейвлетов»	Контрольная работа
	ПК-12.3. Имеет навыки разработки системного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности	<u>Владеть:</u> навыками разработки системного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности	Контрольная работа

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	33
- занятия лекционного типа	16
- занятия семинарского типа	16
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	39
Промежуточная аттестация – зачет	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе				
		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа студента часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Лабораторные работы	Всего контактных часов	
1. Преобразование сигнала линейной системой	8	2	2		4	4
2. Преобразование Фурье	8	2	2		4	4
3. Теорема Пэли-Винера	8	2	2		4	4
4. Теорема Котельникова	8	2	2		4	4
5. Вейвлет Хаара	8	2	2		4	4
6. Вейвлеты Котельникова-Шеннона	8	2	2		4	4
7. Вейвлет – преобразование	8	2	2		4	4
8. Вейвлет Добеши	8	1	1		2	6
9. Вейвлеты в MATLAB	7	1	1		2	5
Текущий контроль	1					
Промежуточная аттестация – зачет						
Итого	72	16	16		32	39

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах опросов на занятиях семинарского типа.

На проведение практических занятий (семинарских занятий) в форме практической подготовки отводится 16 часов.

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие

- основных понятий и определения курса «Теория вейвлетов»:

- системного и прикладного программного обеспечения для решения задач производственно-технологической деятельности (компетенция **ПК-12**)

- способности разрабатывать и анализировать теоретические модели решаемых научных проблем и задач – (компетенция **ПК-4**).

Промежуточная аттестация проходит в традиционной форме (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов осуществляется в виде выполнения домашних практических заданий.

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

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используется электронный курс «Теория вейвлетов», созданный в системе электронного обучения ННГУ - <https://e-learning.unn.ru/>.

<https://e-learning.unn.ru/course/view.php?id=6867>

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 несущественных 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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в

		Имели место грубые ошибки.	. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	полном объеме, но некоторые с недочетами.	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. 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 некоторыми недочетами.	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми 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 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»
Не зачтено	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»

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

5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
Преобразование сигнала линейной системой	ПК-4
Преобразование Фурье	ПК-4
Теорема Пэли - Винера	ПК-4
Теорема Котельникова	ПК-4
Вейвлет Хаара	ПК-12
Вейвлеты Котельникова-Шеннона	ПК-12
Вейвлет – преобразование	ПК-12
Вейвлет Добеши	ПК-12
Вейвлеты в MATLAB	ПК-12

5.2.2. Типовая контрольная работа для оценки компетенции «ПК-4»:

Вариант 1

Доказать, что для функции Хаара $x_n(t)$: $x_1(t) \equiv 1, t \in [0, 1]$;

если $n = 2^m + k, k = \overline{1, 2^m}, m = 0, 1, \dots$, то

$$x_n(t) = \begin{cases} \sqrt{2^m}, t \in \left(\frac{2k-2}{2^{m+1}}, \frac{2k-1}{2^{m+1}}\right) \\ -\sqrt{2^m}, t \in \left(\frac{2k-1}{2^{m+1}}, \frac{2k}{2^{m+1}}\right) \\ 0, t \notin \left[\frac{k-1}{2^m}, \frac{k}{2^m}\right] \end{cases}$$

Вариант 2

Доказать, что ряд Фурье по системе Хаара для любой непрерывной на $[0, 1]$ функции сходится к этой функции равномерно.

5.2.3. Типовая контрольная работа для оценки компетенции «ПК-12»:

Вариант 1

Доказать, что $(C[0, 1], \rho_2)$ – неполное метрическое пространство, где

$$\rho_2(x, y) = \left(\int_0^1 (x(t) - y(t))^2 dt \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Вариант 2

Доказать, что $(C[0, 1], \rho)$ – полное метрическое пространство, где

$$\rho(x, y) = \max_t |x(t) - y(t)|.$$

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Теория всплесков [Электронный ресурс] / Новиков И. Я., Протасов В. Ю., Скопина М. А. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005.
<https://e.lanbook.com/book/59409>
2. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB [Электронный ресурс] / Смоленцев Н.К. - М. : ДМК Пресс, 2014. –
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=407146>

б) дополнительная литература:

1. Вейвлеты. От теории к практике [Электронный ресурс] / В.П. Дьяконов - М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. 2 экз
<http://www.lib.unn.ru/php/details.php?DocId=58579&DB=1>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

используется лицензионное программное обеспечение - пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений MATLAB.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

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 подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор (ы) ____ к.ф.-м.н., доцент В.Н. Филиппов

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой_ д.ф.-м.н. А.В. Калинин

Программа одобрена на заседании методической комиссии Института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.