

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	Основы вейвлет-анализа

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
Профессор	д.т.н., доцент	Мозгалева М.Л.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры прикладной математики, Протокол № 12 от 12.05.2017.

Заведующий кафедрой  
(руководитель структурного подразделения)

\_\_\_\_\_ / Осипов Ю.В. /  
Подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена методической комиссией, Протокол № 5 от 29.05.2017

Председатель (зам. председателя)  
методической комиссии

\_\_\_\_\_ / Широкова О.Л. /  
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП

\_\_\_\_\_ /  
дата

\_\_\_\_\_ / Беспалов А.Е. /  
Подпись, ФИО

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Основы вейвлет-анализа» является углубление уровня освоения компетенций обучающегося в области применения математических методов к решению инженерных и экономических задач

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования и с учетом рекомендаций примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки /специальности прикладная математика (уровень образования - бакалавриат).

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
способностью использовать современные математические методы и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования	ОПК-2	<b>Знает</b> современные математические методы вейвлет-анализа и современные прикладные программные средства	З1
		<b>Умеет</b> применять современные математические методы вейвлет-анализа и современные прикладные программные средства	У1
		<b>Имеет навыки</b> использовать современные математические методы вейвлет-анализа и современные прикладные программные средства и осваивать современные технологии программирования	Н1
способностью использовать стандартные пакеты прикладных программ для решения практических задач на электронных вычислительных машинах, отлаживать, тестировать прикладное программное обеспечение	ПК-1	<b>Знает</b> прикладное программное обеспечение	З2
		<b>Умеет</b> выбирать наиболее эффективные методы проверки и тестирования программных средств	У2
		<b>Имеет навыки</b> использования прикладного программного обеспечения, реализующего возможности вейвлет-анализа	Н2
готовностью применять математический аппарат для решения поставленных задач, способностью	ПК-10	<b>Знает</b> математические модели основных рассматриваемых задач на основе вейвлет-анализа	З3

Компетенция по ФГОС	Код компетенции по ФГОС	Основные показатели освоения (показатели достижения результата)	Код показателя оценивания
применить соответствующую процессу математическую модель и проверить ее адекватность, провести анализ результатов моделирования, принять решение на основе полученных результатов		<b>Умеет</b> применить соответствующую процессу математическую модель на основе вейвлет-анализа и проверить ее адекватность	УЗ
		<b>Имеет навыки</b> проведения анализа результатов моделирования, принятия решения на основе полученных результатов	НЗ

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы вейвлет-анализа» относится к вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы по направлению 01.03.04 «Прикладная математика» и является дисциплиной по выбору.

Дисциплина «Основы вейвлет-анализа» базируется на знаниях, умениях и навыках полученных студентами в ходе изучения дисциплин:

- Математический анализ;
- Линейная алгебра и аналитическая геометрия;
- Дифференциальные уравнения;
- Уравнения математической физики;
- Численные методы;
- Математическое моделирование;
- Программные и аппаратные средства информатики;
- Программирование для ЭВМ;
- Прикладное программное обеспечение;
- Строительная механика

*Требования к входным знаниям, умениям студентов.*

Для освоения дисциплины «Основы вейвлет-анализа» студент должен:

*Знать:* линейную алгебру; математический анализ, дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, строительную механику, численные методы

*Уметь:* корректно применять математический аппарат для решения задач.

*Владеть:* навыками работы с персональным компьютером.

Дисциплина «Основы вейвлет-анализа» является завершающей.

**4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 академических часов.

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)						Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа с обучающимися			Самостоятельная работа			
				Лекции	Практико-ориентированные занятия					
					Лабораторный практикум	Практические занятия	Групповые занятия - комп. практикумы	в период теор. обучения	в сессию	
1	Основные методы аппроксимации функций.	7	1-4	2		12		9	2	
2	Основные понятия теории вейвлетов.	7	4	2				9	2	
3	Формулировка краевых задач по методу стандартной области.	7	5	2				18	2	Контрольная работа
4	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	7	5-7	4		6		18	4	
5	Одномерный дискретный базис Хаара.	7	8-13	4		18		18	4	
6	Двумерный дискретный базис Хаара.	7	14-18	4		18		18	4	Аудиторная контрольная работа
	Итого:	7	18	18		54		90	18	Дифференцированный зачет

## 5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1. Содержание лекционных занятий

№	Наименование	Содержание занятия	Кол-во акад.
---	--------------	--------------------	--------------

п/п	раздела (темы) дисциплины		часов
1.	Основные методы аппроксимации функций.	Задачи аппроксимации функций. Интерполяция и экстраполяция функций. Метод наименьших квадратов. Ряды Фурье. Ряд Тейлора. Сплайны.	2
2.	Основные понятия теории вейвлетов	Идея вейвлет-преобразования. Базисные функции для построения вейвлетов (материнский и отцовский вейвлет). Ортогональные вейвлеты. Построение ортонормированного многоуровневого базиса с помощью сдвига и масштабирования базисных функций. Кратномасштабный анализ.	2
3.	Формулировка краевых задач по методу стандартной области.	Понятие стандартной области. Характеристическая функция исходной области краевой задачи. Граничная дельта-функция, сосредоточенная на границе исходной области. Представление краевой задачи единым операторным уравнением. Вариационная формулировка. Примеры краевых задач: задача об изгибе балки, краевая задача для уравнения Пуассона, двумерная задача теории упругости.	2
4.	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	Сеточная область. Аппроксимация производных. Переход к системе разрешающих разностных уравнений. Метод базисных вариаций построения матрицы разрешающей системы (дискретного оператора). Примеры: задача об изгибе балки, краевая задача для уравнения Пуассона	4
5.	Одномерный дискретный базис Хаара.	Решение одномерных краевых задач на основе перехода к дискретному базису Хаара. Алгоритм прямого вейвлет-преобразования (анализ). Алгоритм обратного вейвлет-преобразования (синтез). Представление алгоритмов на простых примерах.	4
6.	Двумерный дискретный базис Хаара.	Решение двумерных краевых задач на основе перехода к дискретному базису Хаара. Алгоритм прямого вейвлет-преобразования (анализ). Алгоритм обратного вейвлет-преобразования (синтез). Представление алгоритмов на простых примерах.	4
		итого	18

### 5.2. Лабораторный практикум

Учебным планом лабораторный практикум не предусмотрен.

### 5.3. Практические занятия

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Тема и содержание занятия	Кол-во акад. часов
1	Основные методы аппроксимации	Практическая работа №1 Аппроксимация заданной функции сплайнами, мето-	12

	функций.	дом интерполяции, методом наименьших квадратов с различной степенью точности. Графическое сравнение различных методик приближения. Использование стандартного математического обеспечения.	
2	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	Практическая работа №2 Формирование дискретной задачи в единичном базисе для задачи об изгибе балки	6
3	Одномерный дискретный базис Хаара.	Практическая работа №3 Представление заданной одномерной функции в дискретном базисе Хаара (прямое преобразование), графическое представление компонент прямого преобразования (коэффициентов разложения по базису). Аппроксимация функции с помощью алгоритма обратного преобразования с различной степенью точности. Представить полученные результаты графически. Использование стандартного математического обеспечения.	18
4	Двумерный дискретный базис Хаара.	Практическая работа №4 Представление заданной двумерной функции в дискретном базисе Хаара (прямое преобразование), графическое представление компонент прямого преобразования (коэффициентов разложения по базису). Аппроксимация функции с помощью алгоритма обратного преобразования с различной степенью точности. Представить полученные результаты графически. Использование стандартного математического обеспечения.	18
		Итого	54

5.4. *Групповые консультации по курсовым работам/курсовым проектам (при наличии выделенных часов контактной работы в учебном плане)*

Учебным планом курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5.5. *Самостоятельная работа*

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Виды самостоятельной работы	Кол-во acad. часов	
			в период теор. обучения	в сессию
1	Основные методы аппроксимации функций.	Подготовка к выполнению практической работы №1, включая: изучение средств математического обеспечения, разработку алгоритмов и написание текстов программ аппроксимации заданной функции сплайнами, методом интерполяции, методом наименьших квадратов с различной степенью точности, подготовка к дифференцированному зачету	9	2
2	Основные понятия	Изучение теоретических вопросов (под-	9	2

	теории вейвлетов	готовка к зачету), включая: базисные функции, построение ортонормированного многоуровневого базиса с помощью сдвига и масштабирования базисных функций, кратномасштабный анализ, подготовка к дифференцированному зачету		
3	Формулировка краевых задач по методу стандартной области.	Изучение теоретических вопросов (подготовка к зачету), включая: понятие стандартной области, представление краевой задачи единым операторным уравнением, вариационная формулировка, демонстрируя эти понятия на простых примерах, подготовка к дифференцированному зачету	18	2
4	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	Подготовка к выполнению практической работы №2, включая: изучение средств математического обеспечения, разработку алгоритмов и написание текстов программ решения задачи об изгибе балки на дискретном уровне, подготовка к дифференцированному зачету	18	4
5	Одномерный дискретный базис Хаара.	Подготовка к практической работы №3, включая: изучение средств математического обеспечения, разработку алгоритмов и написание текстов программ, подготовка к дифференцированному зачету	18	4
6	Двумерный дискретный базис Хаара.	Подготовка к практической работы №3, включая: изучение средств математического обеспечения, разработку алгоритмов и написание текстов программ, подготовка к дифференцированному зачету	18	4
		Итого	90	18

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Основные принципы организации самостоятельной работы обучающихся изложены в Положении об организации самостоятельной работы обучающихся (НИУ МГСУ).

Самостоятельная работа по курсу является залогом усвоения знаний и прохождения промежуточных аттестаций, предусмотренных рабочей программой по дисциплине. Ключевые цели самостоятельных внеаудиторных занятий заключается в закреплении, расширении знаний, формировании умений и навыков самостоятельного умственного труда, развитии самостоятельного мышления и способностей к самоорганизации.

Выполняемая в процессе изучения дисциплины «Основы вейвлет-анализа» учащимися самостоятельная работа является по дидактической цели познавательной и обобщающей; по характеру познавательной деятельности и типу решаемых задач – познавательной и исследовательской; по характеру коммуникативного взаимодействия учащихся – индивидуальной; по месту выполнения – домашней; по методам научного познания – теоретической.

В ходе организации самостоятельной работы студентов преподавателем решаются следующие задачи:

- 1) углублять и расширять их профессиональные знания;
- 2) формировать у них интерес к учебно-познавательной деятельности;
- 3) научить студентов овладевать приемами процесса познания;
- 4) развивать у них самостоятельность, активность, ответственность;
- 5) развивать познавательные способности будущих специалистов

Самостоятельная работа включает как изучение текущих и дополнительных теоретических вопросов, так и совершенствование навыков по решению практических задач. Теоретические знания являются базой для понимания основ численных методов решения прикладных задач в области строительства.

В разделе «Основные методы аппроксимации функций» темы, выносимые для самостоятельного изучения: аппроксимации заданной функции сплайнами, методом интерполяции, методом наименьших квадратов.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Задачи аппроксимации функций.
2. Интерполяция и экстраполяция функций.
3. Метод наименьших квадратов.
4. Ряды Фурье.
5. Ряд Тейлора.
6. Сплайны.

В разделе «Основные понятия теории вейвлетов» темы, выносимые для самостоятельного изучения: построение ортонормированного многоуровневого базиса.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Идея вейвлет-преобразования.
2. Базисные функции для построения вейвлетов (материнский и отцовский вейвлет).
3. Ортогональные вейвлеты.
4. Построение ортонормированного многоуровневого базиса с помощью сдвига и масштабирования базисных функций.
5. Кратномасштабный анализ.

В разделе «Формулировка краевых задач по методу стандартной области» темы, выносимые для самостоятельного изучения: понятие стандартной области, представление краевой задачи единым операторным уравнением, вариационная формулировка.

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Понятие стандартной области. Характеристическая функция исходной области краевой задачи.
2. Граничная дельта-функция, сосредоточенная на границе исходной области.
3. Представление краевой задачи единым операторным уравнением.
4. Вариационная формулировка.

В разделе «Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Численное решение краевой задачи об изгибе балки.»

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Метод конечных разностей (МКР).
2. Вариационно-разностный метод (ВРМ).
3. Метод конечных элементов (МКЭ).

В разделе «Одномерный дискретный базис Хаара» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Численное решение краевой задачи об изгибе балки в одномерном дискретном базисе Хаара».



Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Представление заданной одномерной функции в дискретном базисе Хаара (прямое преобразование).
2. Аппроксимация функции с помощью алгоритма обратного преобразования с различной степенью точности.

В разделе «Двумерный дискретный базис Хаара» темы, выносимые для самостоятельного изучения: «Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона в двумерном дискретном базисе Хаара».

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Представление заданной двумерной функции в дискретном базисе Хаара (прямое преобразование).
2. Аппроксимация функции с помощью алгоритма обратного преобразования с различной степенью точности.

На практических занятиях выполняются лабораторные работы по темам лекционного курса. Часть заданий выносится на самостоятельное решение. Самостоятельное решение задач также необходимо при подготовке к текущей аттестации.

Студент должен владеть навыками решения прикладных задач в области строительства с использованием численных методов. При подготовке к сдаче зачета рекомендуется пользоваться записями, сделанными на лекционных и практических занятиях, а также в ходе текущей самостоятельной работы. Сначала необходимо повторить теоретическую часть, а затем переходить к решению задач.

При выполнении самостоятельной работы обучающиеся используют учебники и учебные пособия, указанные в разделе 8.

#### **7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля обучающихся является Приложением 1 к рабочей программе дисциплины (модуля).

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине (модуля) хранятся на кафедре, ответственной за преподавание данной дисциплины.

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

- учебно-методическую литературу, имеющуюся в НТБ НИУ МГСУ,
- учебную литературу, размещённую в Электронных библиотечных системах ЭБС АСВ и IPRbooks,
- методическую литературу, размещённую в ЭБС НИУ МГСУ.

Перечень используемой литературы ежегодно обновляется с учётом уровня развития науки и техники и представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

#### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>

Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>
Раздел «Кафедры» на официальном сайте НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/">http://www.mgsu.ru/universityabout/Struktura/Kafedri/</a>

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Перечень тем по разделам дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения обучающимися приведён в таблице.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Темы для самостоятельного изучения (в период теоретического обучения)
1.	Основные методы аппроксимации функций.	Аппроксимации заданной функции сплайнами, методом интерполяции, методом наименьших квадратов
2.	Основные понятия теории вейвлетов.	Построение ортонормированного многоуровневого базиса
3	Формулировка краевых задач по методу стандартной области.	Понятие стандартной области, представление краевой задачи единым операторным уравнением, вариационная формулировка
4	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	Численное решение краевой задачи об изгибе балки.
5	Одномерный дискретный базис Хаара.	Численное решение краевой задачи об изгибе балки в одномерном дискретном базисе Хаара
6	Двумерный дискретный базис Хаара.	Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона в двумерном дискретном базисе Хаара

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) приведён в п.6.

Организация учебной работы обучающихся на аудиторных занятиях осуществляется в соответствии с п. 4.

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

### 11.1. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Информационные технологии
-------	--	---------------------------

1.	Основные методы аппроксимации функций.	Визуализация примеров, апробация методик
2.	Основные понятия теории вейвлетов.	Визуализация примеров, апробация методик
3	Формулировка краевых задач по методу стандартной области.	Визуализация примеров, апробация методик
4	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	Визуализация примеров, апробация методик
5	Одномерный дискретный базис Хаара.	Визуализация примеров, апробация методик
6	Двумерный дискретный базис Хаара.	Визуализация примеров, апробация методик

*11.2. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса*

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение, указанное в Приложении 3 к рабочей программе.

*11.3. Перечень информационных справочных систем*

Информационно-библиотечные системы

Наименование ИБС	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

Учебные занятия по дисциплине проводятся в оборудованных учебных кабинетах, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением. Перечень материально-технического обеспечения дисциплины (модуля) приведён в Приложении 4 к рабочей программе.

## Приложение 1 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	Основы вейвлет-анализа

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

**Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля обучающихся по дисциплине (модулю)**

*1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы*

Формирование компетенций при изучении дисциплины (модуля) происходит поэтапно, по мере освоения обучающимися разделов дисциплины (модуля).

Код компетенции по ФГОС	Этапы формирования компетенций (разделы теоретического обучения)					
	1	2	3	4	5	6
ОПК-2	+	+	+	+	+	+
ПК-1	+	+	+	+	+	+
ПК-10	+	+	+	+	+	+

*2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания*

Оценивание формирования компетенций осуществляется посредством прохождения обучающимися форм промежуточной аттестации и текущего контроля.

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы.

*2.1. Описание показателей и форм оценивания компетенций*

Формами оценивания компетенций являются мероприятия промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине (модулю), указанные в учебном плане и в п.4 рабочей программы.

Взаимосвязь форм и показателей оценивания компетенций приведена в таблице.

Код компетенции по ФГОС	Показатели освоения (Код показателя оценивания)	Форма оценивания			Обеспеченность оценивания компетенции
		Текущий контроль		Промежуточная аттестация	
		Контрольная работа	Аудиторная контрольная работа	Дифференцированный зачет	
1	2	3	4	5	6
ОПК-2	31	+	+	+	+
	У1	+	+	+	+
	Н1	+	+	+	+
ПК-1	32	+	+	+	+
	У2	+	+	+	+
	Н2	+	+	+	+
ПК-10	33	+	+	+	+
	У3	+	+	+	+
	Н3	+	+	+	+
ИТОГО					+

## 2.2. Описание шкалы и критериев оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачёта, защиты курсовых работ/курсовых проектов используется четырёх балльная шкала оценивания:

Уровень освоения	Оценка
Минимальный	«2» (неудовлетворительно)
Пороговый	«3» (удовлетворительно)
Углубленный	«4» (хорошо)
Продвинутый	«5» (отлично)

Критериями оценивания уровня освоения компетенций являются:

Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов
	Правильность ответов
Умения	Чёткость изложения и интерпретации знаний
	Освоение методик - умение решать ( типовые) практические задачи, выполнять ( типовые) задания
	Умение использовать теоретические знания для выбора методики решения задач, выполнения заданий
	Умение проверять решение и анализировать результаты

	Умение качественно оформлять (презентовать) решение задач и выполнения заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий Объём выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования выполнения трудовых действий

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

### 3.1. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

Перечень типовых вопросов/заданий для проведения дифференцированного зачёта (зачёта с оценкой) в 7 семестре (очная форма обучения):

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Вопросы/задания
1.	Основные методы аппроксимации функций.	1. Основные методы аппроксимации функций. 1.1. Приближение функций рядом Тейлора. 1.2. Полиномиальная интерполяция и экстраполяция. 1.3. Сплайновая интерполяция. 1.4. Метод наименьших квадратов (МНК). 1.5. Ряды Фурье.
2.	Основные понятия теории вейвлетов	2. Основные понятия теории вейвлетов. 2.1. Общее представление вейвлетов. Материнский вейвлет. 2.2. Вейвлеты с дискретными параметрами масштабирования и локализации. 2.3. Определение базиса нулевого уровня (основные требования). 2.4. Формирование базисов уровня $p > 0$ . 2.5. Представление функции в базисах различного уровня. 2.6. Аппроксимация и детализация. 2.7. Кратномасштабный анализ. 2.8. Функции Хаара как пример ортонормированного базиса вейвлетов.
3.	Формулировка краевых задач по методу стандартной области.	3. Формулировка краевых задач по методу стандартной области. 3.1. Понятие о характеристической функции области. 3.2. Понятие о производных характеристической функции области. Дельта-функция границы. 3.3. Постановка задачи для эллиптической системы общего вида. 3.4. Основные операторные соотношения. 3.5. Операторные постановки для основных краевых условий.

		<p>3.6. Вариационная постановка второй краевой задачи для общей эллиптической системы второго порядка.</p> <p>3.7. Уравнение Пуассона (оператор Лапласа).</p> <p>3.8. Задача теории упругости.</p> <p>3.9. Задача о поперечном изгибе балки Бернулли</p> <p>3.9.1. Основное операторное соотношение</p> <p>3.9.2. Учет основных краевых условий.</p> <p>3.9.3. Операторные постановки исходной задачи.</p> <p>3.9.4. Вариационная постановка краевой задачи.</p>
4.	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	<p>4. Дискретная аппроксимация краевой задачи в единичном базисе.</p> <p>4.1. Метод конечных разностей.</p> <p>4.1.1 Одномерный случай.</p> <p>4.1.2. Порядок аппроксимации производных.</p> <p>4.1.3. Двумерный случай</p> <p>4.2. Переход к системе разрешающих разностных уравнений.</p> <p>4.2.1. Метод базисных вариаций построения матрицы разрешающей системы (дискретного оператора).</p> <p>4.2.2. Задача об изгибе балки.</p> <p>4.2.3. Краевая задача для уравнения Пуассона.</p>
5.	Одномерный дискретный базис Хаара.	<p>5. Одномерный дискретный базис Хаара.</p> <p>5.1. Построение одномерного ортонормированного дискретного базиса Хаара на отрезке.</p> <p>5.2. Переход к сплошной нумерации.</p> <p>5.3. Разложение векторов <math>N</math>-мерного векторного пространства в базисе Хаара (прямое вейвлет-преобразование – анализ).</p> <p>5.4. Восстановление векторов <math>N</math>-мерного векторного пространства по коэффициентам их разложения в базисе Хаара (обратное вейвлет-преобразование – синтез).</p> <p>5.5. Редукция размерности разрешающей системы уравнений в базисе Хаара.</p> <p>5.6. Определение коэффициента осреднения при редукции порядка системы разрешающих уравнений в базисе Хаара.</p>
6.	Двумерный дискретный базис Хаара.	<p>6. Двумерный дискретный базис Хаара.</p> <p>6.1. Построение дискретных функций Хаара на прямоугольнике.</p> <p>6.2. Разложение функции по базису Хаара (прямое вейвлет-преобразование – анализ).</p> <p>6.3. Восстановление функции по коэффициентам ее разложения по базису Хаара (обратное вейвлет-преобразование – синтез).</p>

### 3.2. Текущий контроль

Контролируется посещение практических занятий, выполнение контрольных работ.

*Контрольная работа*

*Примерные темы.*

- Численное решение краевой задачи о поперечном изгибе балки в дискретном базисе Хаара.

- Метод конечных элементов (МКЭ) (на примере краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения изгиба растянуто-изогнутой балки).

#### Аудиторная контрольная работа

##### Примерные темы.

- Численное решение краевой задачи для уравнения Пуассона в дискретном базисе Хаара.
- Метод конечных разностей (МКР) (на примере краевой задачи для уравнения Пуассона).

4. *Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций*

Процедура промежуточной аттестации регламентируется с Положением о текущем контроле и промежуточной аттестации обучающихся в НИУ МГСУ.

4.1. *Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме экзамена/дифференцированного зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) проводится в форме экзамена (дифференцированного зачёта) в 7 семестре.

Используется четырёхбалльная шкала оценивания освоения, указанная в п.2.2.

Используются критерии оценивания, указанные п.2.2.

Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Код показателя оценивания	Оценка			
	«2» (неудовлетв.)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
		«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Знания 31, 32, 33.	не знает терминов и определений	знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	знает термины и определения	знает термины и определения, может сформулировать их самостоятельно
	не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен их интерпретировать и использовать	знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, способен самостоятельно их получить и использовать
	не знает значительной части материала дисциплины	знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	знает материал дисциплины в запланированном объёме	обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
	Ответ не дан	дана только часть ответа на вопрос	ответ не полон, некоторые моменты в ответе не отражены	дан полный, развернутый ответ
	допускает грубые ошибки при изло-	В ответе имеются существенные	В ответе имеются несущественные неточ-	Ответ верен



	жении ответа на вопрос	ошибки	ности	
	Неверно излагает и интерпретирует знания. Изложение материала логически не выстроено. Не способен проиллюстрировать изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний. Имеются нарушения логической последовательности в изложении. Поясняющие рисунки, схемы выполнены не полно, не отражают материал.	Грамотно и по существу излагает материал. Логическая последовательность изложения не нарушена. Поясняющие рисунки, схемы и примеры корректны и понятны.	Логически, грамотно и точно излагает материал дисциплины, интерпретируя его самостоятельно, способен самостоятельно его анализировать и делать выводы. Поясняющие схемы, рисунки и примеры точны и раскрывают глубину полученных знаний.
Умения У1 У2 У3	Не умеет выполнять поставленные практические задания, выбрать типовой алгоритм решения	Умеет выполнять практические задания, но не всех типов. Способен решать задачи только по заданному алгоритму	Умеет выполнять типовые практические задания, предусмотренные программой	Умеет выполнять практические задания повышенной сложности
	Не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы по выполнению заданий, не может обосновать выбор метода решения задач	Испытывает затруднения в применении теории при решении задач, при обосновании решения	Правильно применяет полученные знания при выполнении заданий и обосновании решения. Грамотно обосновывает ход решения задач	Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении практических заданий, предлагать собственный метод решения. Грамотно обосновывает ход решения задач.
	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения. Испытывает затруднения с выводами	Допускает некоторые ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения. Делает выводы по результатам решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий, правильно обосновывает принятое решение. Самостоятельно анализирует задания и решение
	Не способен проиллюстрировать решение поясняющими схемами, рисунками	Поясняющие рисунки и схемы содержат ошибки, оформлены небрежно	Поясняющие рисунки и схемы корректны и понятны.	Поясняющие рисунки и схемы верны и аккуратно оформлены
Навыки Н1 Н2 Н3	Не обладает навыками выполнения поставленных задач	Испытывает трудности при выполнении отдельных поставленных задач	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Решение нестандартных задач представляет для него сложности.	Не испытывает затруднений при выполнении стандартных задач. Использует полученные навыки при решении сложных, нестандартных задач
	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет трудовые действия медленно, с отставанием от установленного графика.	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания.	Выполняет трудовые действия быстро, выполняя все поставленные задания.
	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия с недостаточным качеством	Выполняет трудовые действия качественно	Выполняет трудовые действия качественно даже при выполнении

				сложных заданий
	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия	Выполняет трудовые действия только с помощью наставника	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией у наставника	Выполняет трудовые действия самостоятельно, без посторонней помощи

*4.2. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме Зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме зачёта не проводится.

*4.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) в форме защиты курсовой работы/проекта*

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) в форме защиты курсового проекта /курсовой работы не проводится.

## Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	Основы вейвлет-анализа

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

**Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы, количество страниц	Количество экземпляров печатных изданий в библиотеке НИУ МГСУ	Число обучающихся, одновременно изучающих дисциплину (модуль)
1	2	3	4	5
<i>Основная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
1	Основы вейвлет-анализа	П. А. Акимов, М. Л. Мозгалева Многоуровневые дискретные и дискретно-континуальные методы локального расчета строительных конструкций. Монография. – Моск. гос. строит. ун-т. - Москва : МГСУ, 2014. - 630 с.	77	30
		ЭБС АСВ		
<i>Дополнительная литература:</i>				
		НТБ НИУ МГСУ		
2	Основы вейвлет-анализа	Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Издательство БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 636 с.	50	30
		ЭБС АСВ		

Согласовано:

НТБ

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
дата

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
Подпись, ФИО

## Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	Основы вейвлет-анализа

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

**Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Наименование программного обеспечения	Тип лицензии
1.	Основные методы аппроксимации функций.	Операционная система Microsoft Windows	DreamSpark subscription
2.	Основные понятия теории вейвлетов.	MATLAB	Платное ПО
3	Формулировка краевых задач по методу стандартной области.		
4	Исходная дискретная аппроксимация краевых задач в единичном базисе	Intel Parallel Studio XE Composer Edition for Fortran Windows	Платное ПО (в части комп. класса 417)
5	Одномерный дискретный базис Хаара.		
6	Двумерный дискретный базис Хаара.	Watcom Fortran 77	Свободное ПО

## Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.1.2	Основы вейвлет-анализа

Код направления подготовки / специальности	01.03.04
Направление подготовки / специальность	Прикладная математика
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Применение математических методов к решению инженерных и экономических задач (Академический бакалавриат)
Год начала реализации ОПОП	2015
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2017

**Перечень материально-технического обеспечения по дисциплине (модулю):**

№ п/п	Вид учебного занятия	Наименование оборудования	№ и наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий
1	2	3	4
1	Лекции	Стационарные / мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий лекционного типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
2	Практические занятия	Мобильные (переносные) наборы демонстрационного оборудования	Аудитории / аудитория для проведения занятий семинарского типа в соответствии с перечнем аудиторного фонда
3	Самостоятельная работа	Оборудование библиотеки	32 персональных компьютера с конфигурацией: 2,6 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19 `` , 48 персональных компьютеров с конфигурацией: 3 ГГц, HDD 160 Гб, RAM 2 Гб, Video RAM 256 Мб, DVD-R/RW, монитор 19 `` , 40 персональных компьютеров с конфигурацией: 2,9 ГГц, HDD 250 Гб, RAM 4 Гб, Video RAM 512 Мб, DVD-R/RW, монитор 19 `` .
			29 персональных компьютеров с конфигурацией: 1,6 ГГц, HDD 80 Гб, RAM 1 Гб, Video RAM 128 Мб, DVD-R/RW, монитор 17 `` .