



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Национальный исследовательский университет
"Высшая школа экономики"**

Факультет экономических наук

Департамент математики/кафедра высшей математики

**Рабочая программа дисциплины по выбору общеуниверситетского пула (МАГОЛЕГО)
Компьютерная обработка числовой информации. Методы и алгоритмы**

для уровня подготовки - магистратура

Разработчик программы: Гордин В.А. доктор физико-математических наук vagordin@mail.ru

Одобрена на заседании комиссии

«__» _____ 201_ г.

Председатель комиссии [Введите И.О. Фамилия] _____ [подпись]

Утверждена «__» _____ 201_ г.

Руководитель Методического центра ДООП

«__» _____ 201_ г.

[Введите И.О. Фамилия] _____ [подпись]

Москва, 2019



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

Настоящая программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения кафедры-разработчика программы.

1. Область применения

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину [введите название дисциплины], и студентов магистерских программ, выбравших данную дисциплину из общеуниверситетского пула.

Программа разработана в соответствии с:

- 01.04.02 Прикладная математика и информатика

- 2. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «**Компьютерная обработка числовой информации. Методы и алгоритмы**» являются:

- * ознакомление студентов с возможными постановками задач обработки числовой информации в различных областях естествознания;
- * изучение математических методов, используемых для такой обработки;
- * формирование практических навыков разработки компьютерных кодов и их отладки.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студент должен:

ЗНАТЬ И УМЕТЬ ИСПОЛЬЗОВАТЬ основные понятия:

- * теории интерполяции;
- * теории случайных процессов и полей;
- * теории аппроксимации и сглаживания функций;
- * вариационного исчисления;
- * теория рядов и интегралов Фурье;

ИМЕТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ:

- * о целях обработки числовой информации при различных постановках задач;
- * о способах оценки корреляционных функций и построения сплайнов;
- * о применении рациональной чебышёвской аппроксимации и идее альтернанса;
- * о характере сходимости рядов Фурье к гладким и разрывным функциям;

ИМЕТЬ НАВЫК:



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

- * написания компьютерных кодов на МАТЛАБе;
 - * графического исследования и обрабатываемой информации, и о качестве ее обработки;
 - * применения вариационных подходов к построению оптимальных алгоритмов и численного решения соответствующих дифференциальных уравнений;
 - * разложения функций в ряды и интегралы Фурье;
- ДОЛЖЕН ВЛАДЕТЬ:
- * методами теории дифференциальных и разностных уравнений;
 - * методами теории интерполяции и аппроксимации сплайнами;
 - * методами Фурье-анализа алгоритмов.

В результате освоения учебной дисциплины студенты должны овладеть следующими образовательными результатами:

[Перечислите основные компетенции, которыми должен владеть студент после освоения дисциплины¹]

[Компетенции для программы учебной дисциплины берутся из стандартов: ФГОС/ ОС НИУ ВШЭ для соответствующего уровня и направления подготовки, к которому относится дисциплина]

<i>Компетенция</i>	<i>Код по ФГОС/ НИУ</i>	<i>Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)</i>	<i>Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции</i>
Общенаучная	ОНК-1	Способность к анализу и синтезу на основе системного подхода	Стандартные (лекционно-семинарские), самостоятельные внеаудиторные занятия
Общенаучная	ОНК-2	Способность перейти от проблемной ситуации к проблемам, задачам и лежащим в их основе противоречиям	Стандартные (лекционно-семинарские), самостоятельные внеаудиторные занятия
Общенаучная	ОНК-3	Способность использовать мето-	Стандартные (лекцион-

¹ Для определения компетенций может быть использован Единый классификатор компетенций НИУ ВШЭ - <https://www.hse.ru/studyspravka/ekk> и ОС НИУ ВШЭ.



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

<i>Компетенция</i>	<i>Код по ФГОС/ НИУ</i>	<i>Дескрипторы – основные признаки освоения (показатели достижения результата)</i>	<i>Формы и методы обучения, способствующие формированию и развитию компетенции</i>
		ды критического анализа, развития научных теорий, опровержения и фальсификации, оценить качество исследований в некоторой предметной области	но-семинарские), самостоятельные внеаудиторные занятия
Общенаучная	ОНК-4	Готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при работе в какой-либо предметной области	Стандартные (лекционно-семинарские), самостоятельные внеаудиторные занятия
Общенаучная	ОНК-5	Готовность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий аппарат дисциплины	Стандартные (лекционно-семинарские), самостоятельные внеаудиторные занятия
Общенаучная	ОНК-6	Способность приобретать новые знания с использованием научной методологии и современных образовательных и информационных технологий	Стандартные (лекционно-семинарские), самостоятельные внеаудиторные занятия



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

3. Тематический план учебной дисциплины

[Тематический план отражает содержание дисциплины (перечень разделов), структурированное по видам учебных занятий с указанием их объемов]

Теоретические занятия будут сопровождаться адаптационными занятиями по программированию на МАТЛАБе, чтобы студенты могли воспроизвести некоторые из рассматриваемых алгоритмов. Занятия будут происходить в компьютерном классе.

Требуемые знания: математический анализ, линейная алгебра, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика. Все эти курсы должны быть известны слушателям на хорошем или отличном уровне.

Литература

Базовый учебник

1. В.А.Гордин. Как это посчитать? Обработка метеорологической информации на компьютере. М., МЦНМО, 2005. Все три главы. Имеется в библиотеке НИУ ВШЭ.

Основная литература

2. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М., «Наука», 1987 и др. издания.
3. И.М.Гельфанд. Лекции по линейной алгебре. М., «Наука», 1968 и др. издания.
4. В.А.Гордин. Математика, компьютер, прогноз погоды и другие сценарии математической физики. М., ФИЗМАТЛИТ, 2010, 2013.

Дополнительная литература

5. А.Н.Багров, Ф.Л.Быков, В.А.Гордин. Схема оперативного краткосрочного комплексного прогноза ветра. Метеорология и гидрология. А.Н.Багров, Ph.L.Bykov, V.A.Gordin. (№7, 2018, стр. 19-28, Russian). Operative Scheme for Wind Short-Range Complex Forecasting. Russian Meteorology and Hydrology, 2018, Vol. 43, No. 7, pp. 437–444, (English)

<https://doi.org/10.3103/S1068373918070026>

<http://link.springer.com/article/10.3103/S1068373918070026>

6. А.Н. Багров, Ф. Л. Быков, В. А. Гордин. Схема оперативного краткосрочного комплексного прогноза приземной температуры и влажности воздуха. Метеорология и гидрология. А.Н.Багров, Ph.L.Bykov, V.A.Gordin. №8, (2018 с.5-18, Russian). Operative Scheme for Surface Air Temperature and Humidity Short-Range Complex Forecasting. (Russian Meteorology and Hydrology, 2018, Vol. 43, No. 8, (pp. 495–505, English)



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

<https://doi.org/10.3103/S1068373918080010>

<http://link.springer.com/article/10.3103/S1068373918080010>

Тема	Часов лекций	Часов семинара	Часов самостоятельных	Литература
Примеры задач с большими объемами информации: метеорология, океанология, геофизика, медицина и т.п. Как ставится задача, и что считать ее решением. Примеры моделей, основанных на обыкновенных дифференциальных уравнениях и уравнениях в частных производных. Начальные и краевые условия.	1	0	1	1, 4
Задача интерполяции. Построение многочлена, график которого проходит через заданные точки. Проблемы экстраполяции. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Кусочно-линейная интерполяция на отрезке и треугольнике. Билинейная интерполяция на прямоугольнике. Триангуляция области. Области Дирихле - Вороного. Погрешности (шумы) в исходных данных. Проверка устойчивости результата.	1	2	5	1, 2, 4
Оценки погрешности интерполяции. Устойчивость к шумам при применении линейного оператора (норма оператора). Устойчивость к шумам в исходных данных интерполяционного многочлена. Константа Лебега.	2	2	5	1-4
Сплайн-интерполяция.	2	2	7	1, 4
Метод наименьших квадратов. Построение прямолинейной дороги, наименее удаленной от заданных деревень. Задача Штейнера. Задача на минимум. Построение приближенных формул зависимости между числовыми величинами. Различные трактовки и обобщения задачи. Сплайны, наименее удаленные от данных измерений.	2	2	7	1-4
Выбор наилучших весов при усвоении разнородной информации. Установление нелинейных связей между разнородной информацией.	2	1	2	1, 4
Контрольная	0	1		
Вычисление интегралов - варианты квадратурных формул. Оценка производных функции, заданной на равномерной или неравномерной сетке. Устойчивость оценки к шумам. Компактные схемы для вычисления производных. Согласование информации о функции и ее производной заданных с погрешностями. Простейшие алгоритмы контроля числовых рядов.	2	2	7	1, 2, 4



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

Преобразование Фурье.	2	2	7	1, 4
Алгоритмы сглаживания и подавления высокочастотных (коротковолновых) шумов. Аппроксимация функции рядом Фурье. Аппроксимация разрывных функций и явление Уилбрахама – Гиббса.	1	1	5	1, 4
Оценки средних, дисперсии, ковариаций и корреляций. Корреляционные матрицы и их неотрицательная определенность. Собственные вектора корреляционной матрицы векторной случайной величины – естественные ортогональные компоненты. Регрессионный анализ.	1	1	6	1, 4
Случайные поля и их интерполяция. Корреляционные функции, их свойства и их оценка. Применение корреляционных функций в задаче прогноза погоды для подготовки начальных условий (оптимальная интерполяция). Как выбирать узлы (влияющие станции).	2	2	10	1, 4
Экзамен	2	2	10	1-4
Итого	20	20	74	

4. Формы контроля знаний студентов

Тип контроля	Форма контроля	модуль		Параметры **
			4	
Текущий	Контрольная работа		1	Письменная работа 40 минут



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

	Домашнее задание		1	
Завершающий	Экзамен			Письменный экзамен по теории - 80 мин. + беседа по написанному + решение задачи на компьютере 80 мин.

Во время письменного экзамена и беседы никакие письменные и электронные источники не разрешены. Во время его компьютерной части разрешается пользование любыми письменными источниками. Не разрешается использование электронных источников и выход в интернет.

5. Критерии оценки знаний, навыков

При текущем контроле (ДЗ) студент должен продемонстрировать знание пройденного материала + умение самостоятельно решать связанные с ним математические и вычислительные задачи, в том числе с использованием компьютера. Имеется возможность задать общие неконкретные вопросы по пройденному материалу по e-почте.

На контрольной студент должен продемонстрировать знание пройденного материала + умение самостоятельно решать связанные с ним математические и вычислительные задачи. На экзамене студент должен продемонстрировать знание всего пройденного материала + умение самостоятельно решать связанные с ним математические и вычислительные задачи, в том числе с использованием компьютера.

Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале.



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

6. Содержание дисциплины

Представлено выше в таблице

7. Образовательные технологии

Стандартная технология: лекционно-семинарская

8. Методические указания студентам

Стандартные. Следует делать простые упражнения, которые даются на занятиях, повторять пройденный материал, задавать вопросы преподавателю, работать с рекомендованной литературой и с рассылаемыми материалами.

9. Оценочные средства для текущего контроля и аттестации студента

Примеры заданий текущей и промежуточной аттестации

Дана периодическая функция. Построить несколько отрезков ряда Фурье и оценить погрешность этой аппроксимации в нормах C и L^2 в каждом случае. Как зависит скорость убывания погрешности и скорость убывания коэффициентов Фурье от гладкости исходной функции?

Даны массивы числовой информации о значениях предиктора и предиктанта. Вычислить средние значения, дисперсии, коэффициент корреляции. На плоскости показать точками пары значений. Предложить различные варианты описания нелинейной связи между предиктором и предиктантом.

10. Порядок формирования оценок по дисциплине

См. Приложение 1



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

На занятиях будут использоваться слайды, которые в формате pdf будут рассылаться студентам.

10.1 Базовый учебник

Указан выше

10.2 Основная литература

Указана выше

10.3 Дополнительная литература

Указана выше

10.4 Справочники, словари, энциклопедии

Не используются

10.5 Программные средства

Для успешного освоения дисциплины, студент/слушатель использует следующие программные средства:
МАТЛАБ имеется в компьютерных классах – его и предполагается использовать

10.6 Дистанционная поддержка дисциплины

Предполагается возможность студентам задавать мне вопросы по курсу с помощью e-почты

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в компьютерном классе. Будет использоваться проектор.

Расчет результирующей оценки за дисциплину



Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»
Программа дисциплины Компьютерная обработка числовой информации

для направления/ специальности
[код направления подготовки и «Название направления подготовки»] подготовки бакалавра/
магистра/ специалиста/аспиранта

Результатирующая оценка за дисциплину рассчитывается следующим образом:

Накопленная оценка за текущий контроль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{\text{накопленная}} = O_{\text{текущий}}$$

где $O_{\text{текущий}}$ рассчитывается как взвешенная сумма всех форм текущего контроля, предусмотренных в РПУД; $O_{\text{сам. работа}}$ – накопленная оценка за самостоятельную работу студента

$$O_{\text{текущий}} = 0,5 \cdot O_{\text{к/р}} + 0,5 \cdot O_{\text{дз}} ;$$

[Оставьте те формы текущего контроля, которые предусмотрены в РПУД. сумма удельных весов должна быть равна единице: $\sum p_i = 1$] Способ округления накопленной оценки текущего контроля: арифметический.

1. Если дисциплина преподается один модуль:

$$O_{\text{результ}} = 0,6 * O_{\text{накопл}} + 0,4 * O_{\text{экз}}$$

Способ округления накопленной оценки промежуточного (завершающего) контроля в форме зачета: в пользу студента.

На экзамене студент может получить дополнительный вопрос (дополнительную практическую задачу, решить к передаче домашнее задание), ответ на который оценивается в 1 балл.