

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Т. А. Чагуров

«29» мая 2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.05.02 Методы решения обратных и некорректных задач

Направление подготовки: 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Специализация: Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма обучения: очная

Квалификация: Математик. Механик. Преподаватель

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.9 МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ И НЕКОРРЕКТНЫХ ЗАДАЧ разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 01.05.01 Фундаментальные математика и механика

Программу составил:

Голуб М.В., доцент, доктор физ.-мат. наук _____

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.9 МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ОБРАТНЫХ И НЕКОРРЕКТНЫХ ЗАДАЧ утверждена на заседании кафедры теории функций
протокол № 8 «17» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой теории функций Голуб М.В. _____

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры теории функций
протокол № 8 «17» марта 2020 г.

Заведующий кафедрой теории функций Голуб М.В. _____

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук
протокол № 2 «30» апреля 2020 г.

Председатель УМК факультета Шмалько С.П. _____

Рецензенты:

Гусаков Валерий Александрович, канд. физ. – мат. наук,
директор ООО «Просвещение – Юг»

Засядко Ольга Владимировна, доцент кафедры информационных образовательных технологий, канд. физ. - мат. наук, доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины «Методы решения обратных и некорректных задач» заключается в владении аспирантами основными понятиями теории обратных и некорректно поставленных задач, методами исследования и численного решения обратных задач, а также в развитии навыков постановки, исследования и численного решения обратных и некорректно поставленных задач.

1.2 Задачи дисциплины.

1. Формирование у студентов знаний и умений, необходимых для освоения и использования методов регуляризации некорректных и обратных задач при решении теоретических и прикладных задач.

2. Формирование у студентов представлений о теории некорректных и обратных задач, как одной из современных математических дисциплин, имеющей свой предмет, задачи и методы.

3. Развитие навыков математического моделирования в естественных и инженерных науках.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Методы решения обратных и некорректных задач» относится к вариативной части профессионального цикла Блока1 "Дисциплины (модули)" учебного плана (Б1.В.ДВ). Данная дисциплина призвана расширить кругозор студентов в плане применения строгих математических методов к решению обратных и некорректных задач, часто возникающих при решении прикладных проблем.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных, профессиональных компетенций: ПК-3, ОПК-1.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	готовностью использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа, алгебры, линейной алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных, дискретной математики, теории вероятностей, математической	основные понятия теории некорректных и обратных задач, определения и свойства математических объектов в этой области, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений, в том числе в компьютерном моделировании объектов и явлений. Численные	применять методы теории некорректных и обратных задач при математическом моделировании; создавать математические модели физических, экономических и экологических явлений и исследовать их методами прикладной математики и информатики.	методами регуляризации, математическим аппаратом теории некорректных и обратных задач; общей и профессиональной культурой

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики, механики сплошной среды, теории управления и оптимизации в будущей профессиональной деятельности	методы и основы программирования		
2.	ПК-3	способностью к самостоятельному анализу поставленной задачи, выбору корректного метода ее решения, построению алгоритма и его реализации, обработке и анализу полученной информации	математические модели обратных задач физики и техники	решать задачи вычислительного и теоретического характера в области теории некорректных и обратных задач, устанавливать взаимодействие между понятиями, доказывать утверждения	методами решения некорректных и обратных задач и их программной реализацией

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ с формой контроля в 7 семестре – зачет.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часа, из них – 44,2 часа контактной работы (в том числе: лекционных 14 ч., лабораторных 28 ч.; 2 часа КСР, 0,2 ч ИКР), 27,8 часа самостоятельной работы).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)
		7
Контактная работа, в том числе:	44,2	44,2
Аудиторные занятия (всего):	42	42
Занятия лекционного типа	14	14
Лабораторные занятия	28	28
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-
Иная контактная работа:	2,2	2,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:	27,8	27,8
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	-	-
Проработка учебного материала	27,8	27,8

Контроль:		-	-
Подготовка к текущему контролю		-	-
Общая трудоемкость	час.	72	72
	в том числе контактная работа	44,2	44,2
	зач. ед	2	2

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам (темам) дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Проблема восстановления зависимостей.	6	2		2	2
2.	Обратные задачи и обработка данных косвенных экспериментов	18,8	4		6	8,8
3.	Методы регуляризации	23	4		10	9
4.	Проблемы неустойчивости	22	4		10	8
	<i>Итого по дисциплине:</i>		14		28	27,8

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа.

№ раздела	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Проблема восстановления зависимостей.	Объекты и факторы. Модель алгоритмов и метод обучения. Функционал качества. Проблема переобучения и понятие обучающей способности. Примеры прикладных задач.	Устные опросы.
2	Обратные задачи и обработка данных косвенных экспериментов	Вероятностная постановка задачи классификации. Оптимальное байесовское решающее правило. Наивный байесовский классификатор. Линейный и квадратичный дискриминантный анализ. EM-алгоритм. Смеси многомерных нормальных распределений.	Устные опросы.

3	Методы регуляризации	Метод рассуждения по прецедентам. Обобщенный метрический классификатор. Метод ближайшего соседа. Алгоритм ближайших k соседей. Метод парзеновского окна. Алгоритм STOLP для выбора эталонных объектов.	Устные опросы.
4	Проблемы неустойчивости	Линейная модель классификации. Метод стохастического градиента. Логистическая регрессия. Метод опорных векторов. Метод релевантных векторов.	Устные опросы.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия. 7 семестр

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Проблема восстановления зависимостей.	Реализация моделей Data Mining в среде R. Основные шаги построения и верификации моделей. Многомерный статистический анализ. Проецирование многомерных данных на плоскости.	Обсуждение домашних заданий.
2.	Обратные задачи и обработка данных косвенных экспериментов	Построение наивного байесовского классификатора. Классификация в линейном дискриминантном пространстве. Построение классифицирующих функций.	Обсуждение домашних заданий. Контрольная работа 1.
3.	Методы регуляризации	Метрики при решении задач классификации. Построение обобщенного метрического классификатора. Ирисы Фишера и метод k ближайших соседей. Алгоритм DBSCAN.	Обсуждение домашних заданий. Защита результатов выполнения индивидуальных заданий
4.	Проблемы неустойчивости	Бинарные классификаторы и логистическая регрессия. Модель мультиномиального логита. Ядерные функции машины опорных векторов. Метод опорных векторов. Сравнение метода релевантных векторов по сравнению с опорными. Нелинейные классификаторы в R.	Обсуждение домашнего задания. Контрольная работа 2

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов) – курсовая работа не предусмотрена

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

7 семестр

№	Наименование раздела	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проблема восстановления зависимостей.	[1]- [5] (из списка 5.1), или [1]-[4] (из списка 5.2)
2.	Обратные задачи и обработка данных косвенных экспериментов	[1]- [5] (из списка 5.1), или [1]-[4] (из списка 5.2)
3.	Методы регуляризации	[1]- [5] (из списка 5.1), или [1]-[4] (из списка 5.2)
4.	Проблемы неустойчивости	[1]- [5] (из списка 5.1), или [1]-[4] (из списка 5.2)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля. Для лиц с нарушениями слуха:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

При изучении данного курса не используются.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

Примерный перечень заданий и контрольных вопросов

1. Дайте определение эффективности оценки параметра.
2. Какие из нижеперечисленных факторов приводят к смещенности МНК-оценок:
 - гетероскедастичность;
 - мультиколлинеарность;
 - пропущенные существенные переменные;
 - включенные несущественные переменные.
3. Перечислите условия Гаусса-Маркова для линейной парной регрессии.
4. Если коэффициент уравнения регрессии β статистически значим, то
 - a) $\beta \neq 0$;
 - b) $\beta > 0$;
 - c) $0 < \beta < 1$;
 - d) $\beta > 0$;
 - e) $|\beta| > 1$.
5. Для модели парной регрессии $y_t = \alpha + \beta x_t + \varepsilon_t$ обозначим через a, b МНК-оценки параметров α, β . Пусть c – положительная константа. Обозначим $y_{1t} = c y_t$. Пусть a_1, b_1 – МНК-оценки параметров α_1, β_1 в модели $y_{1t} = \alpha_1 + \beta_1 x_t + \varepsilon_{1t}$. Выразите a_1, b_1 через a, b и c .
6. Дана оценка регрессии $\ln \hat{y}_t = 1.45 + 0.27x_{1t} + 1.68 \ln x_{2t}$, где y – цена за квартиру, x_{1t} – лифт, x_{2t} – площадь квартиры. Дайте интерпретацию коэффициентов.
7. Оцененная зависимость расходов на жилищное строительство в США в 1977–2000 годах (в млрд. долл.) от времени $t = 1$ в 1977 г., $t = 2$ в 1978 г. и т.д. с учетом сезонных факторов ($d_i = 1$, если наблюдение относится к i -му кварталу, иначе 0), имеет вид: $y_t = 14 + 3d_2 + 4d_3 + 3d_4 - 0.5t$. Оцените жилищные расходы в первом и втором квартале 1980 г.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Вопросы к зачету

1. Общая формула байесовского классификатора.
2. Три подхода к восстановлению плотности распределения по выборке.
3. Что такое наивный байесовский классификатор?
4. Многомерное нормальное распределение. Вывести формулу квадратичного дискриминанта. При каком условии он становится линейным?
5. На каких предположениях основан линейный дискриминант Фишера?
6. Последовательное добавление компонент в EM-алгоритме, основная идея алгоритма.
7. Приведите пример метрического алгоритма классификации, который одновременно является байесовским классификатором.
8. Приведите пример метрического алгоритма классификации, который одновременно является линейным классификатором.
9. Зачем нужен отбор опорных объектов в метрических алгоритмах классификации?
10. Обоснование логистической регрессии.
11. Две мотивации и постановка задачи метода опорных векторов.
12. Какое ядро порождает полиномиальные разделяющие поверхности?
13. Постановка задачи многомерной линейной регрессии. Матричная запись.
14. «Проблема мультиколлинеарности» в задачах многомерной линейной регрессии.
15. Сравнить гребневую регрессию и лассо.
16. Сведение задачи многомерной нелинейной регрессии к последовательности линейных задач.
17. Метод обратного распространения ошибок. Основная идея.
18. Как выбирать число слоёв в градиентных методах настройки нейронных сетей?
19. В чём заключается метод оптимального прореживания нейронной сети?

20. Основные типы кластерных структур.

21. Какие существуют функционалы качества кластеризации и для чего они применяются?

22. Основные отличия алгоритма k-средних и EM-алгоритма.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа. Для лиц с нарушениями слуха:
- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

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

5.1 Основная литература:

1. Юрко В.А. Введение в теорию обратных спектральных задач, Издательство "Физматлит" <https://e.lanbook.com/book/59443>

2. Ватульян А.О. Обратные задачи в механике деформируемого твердого тела, Издательство "Физматлит", 2007 <https://e.lanbook.com/book/59478>

3. Тербиж В.Ю. Введение в статистическую теорию обратных задач, Издательство "Физматлит", 2005. <https://e.lanbook.com/book/59386>

5.2 Дополнительная литература:

1. Ягола А.Г., Ван Янфей, Степанова И.Э., Титаренко В.Н. Обратные задачи и методы их решения. Приложения к геофизике. Издательство "Лаборатория знаний", 2017. <https://e.lanbook.com/book/94121>

2. Ватульян А. О., Беляк О. А., Сухов Д. Ю., Явруян О. В. Обратные и некорректные задачи. Ростов-н/Д: Издательство Южного федерального университета, 2011.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=241078> Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в

электронном виде в электронно-библиотечных системах
«Лань» и «Юрайт».

6. Перечень ресурсов информационно телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

github.com

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Самостоятельная работа студента является необходимой и крайне важной при изучении любого теоретического или практического учебного курса и должна быть правильно организована. Прежде всего, необходимо, чтобы эта работа была систематической и регулярной. Самостоятельная работа делится между теоретической частью курса и практической, но это деление не носит формального характера, поскольку решение практических задач предусматривает знание основных теоретических понятий и методов, а теоретические знания в свою очередь не могут усваиваться без практической работы с теоретическими конструкциями.

При подготовке к практическому занятию студенту целесообразно познакомиться сначала с теоретическими понятиями, относящимися к данному разделу, чтобы уяснить для себя смысловую часть работы. Для этого рекомендуется прочитать лекции или учебники, в которых освещаются соответствующие вопросы. Естественно, студенту необязательно использовать лишь литературу, указанную в библиографии, но на начальных стадиях изучения материала это делать желательно. Со временем расширение использования литературных источников можно лишь приветствовать. Перед решением домашних задач студенту целесообразно познакомиться сначала с содержанием предыдущего занятия, уяснить для себя методы решения задач рассматриваемого типа. При этом у студента естественно возникают затруднения и вопросы, которые он может задать преподавателю на следующем практическом занятии. Любое практическое занятие начинается с разборов вопросов и затруднений по домашнему заданию. Форма практических занятий, особенно занятий лабораторных, предусматривает диалог между студентами и преподавателем. Практика показывает, что студенты охотно прибегают к прямому диалогу с преподавателем и умеют извлечь для себя пользу из соответствующего диалога. Каждая большая тема заканчивается итоговой контрольной работой с выставлением оценки. Студент должен получить по каждой контрольной работе хотя бы удовлетворительную оценку, иначе он получает дополнительное задание с обязательным условием отработки неудовлетворительной оценки по соответствующей контрольной работе. Эти отработки принимаются преподавателем, ведущим практические занятия в течение всего семестра.

На зачете студенту предлагается билет с двумя теоретическими вопросами. По получении билета студент имеет возможность в течение 15 минут почитать конспект своих лекций, после чего в течение тридцати минут он должен письменно изложить теоретический материал по билету. Практика показывает, что студент, не изучавший материал, не может действительно воспользоваться лекциями при подготовке к письменному ответу. Наоборот, даже сильному студенту трудно изложить теоретический материал без предварительного просмотра материала в течение 15 минут перед письменным ответом.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

8.1 Перечень информационных технологий.

1. Мультимедиа и коммуникационные технологии.
2. Элементы дистанционных технологий.

3. Мировые информационные образовательные ресурсы.
4. Аудиовизуальные и интерактивные средства обучения.
5. Мобильное обучение.
6. Облачные технологии.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Microsoft Windows 8, 10 "№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510"
2. Microsoft Office Professional Plus "№73–АЭФ/223-ФЗ/2018 Соглашение Microsoft ESS 72569510"
3. Matlab Mathworks.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – тематические коллекции (<http://e.lanbook.com>)
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – базовая коллекция (www.biblioclub.ru)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета