

Аннотация

к рабочей программе дисциплины курса «Обратные задачи: теория и практика»

Направление: 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Общая и фундаментальная физика

Программа курса «Обратные задачи: теория и практика» составлена в соответствии с требованиями СУОС к уровню магистратуры по направлению подготовки **03.04.02 Физика, направленность «Общая и фундаментальная физика»**, а также задачами, стоящими перед Новосибирским государственным университетом по реализации Программы развития НГУ. Дисциплина реализуется на физическом факультете Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет» (НГУ) кафедрой биомедицинской физики в качестве дисциплины по выбору. Дисциплина изучается магистрантами физического факультета в весеннем семестре.

Дисциплина «Обратные задачи: теория и практика» имеет своей целью знакомство обучающихся с современным состоянием дел в области решения параметрических и функциональных обратных задач и применение этих знаний на практике.

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

ПК-1 - способность самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего российского и зарубежного опыта;

ПК-2 - способность свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- **Знать:** основные предположения и формулы, используемые для решения задач линейной и нелинейной регрессии, а именно для нахождения наилучших параметров модели и оценки погрешностей этих значений; общие методы решения интегральных уравнений, лежащие в основе вычислительной томографии и других практических приложений.
- **Уметь:** на основе конкретного эксперимента или исходных экспериментальных данных правильно поставить задачу линейной или нелинейной регрессии и определить наиболее подходящий метод её решения, включая построение доверительных интервалов на модельные параметры; проверить исходные предположения о свойствах экспериментальных погрешностей и применимости методов оценки погрешностей на основе линеаризации модельной функции; при необходимости использовать более общие методы оценки погрешностей, основанные на контурах правдоподобия и Байесовском подходе, а также обобщённый метод наименьших квадратов; численно оптимизировать функции одной или нескольких переменных с использованием метода Левенберга-Марквардта; уметь использовать хотя бы один из распространённых математических программных пакетов для решения задач регрессии и численной оптимизации, вычисления квантилей стандартных распределений вероятности и построения простейших графиков. Также обучающийся должен уметь применять полученные знания для практических задач, в том числе в собственной научной работе.
- **Владеть** представлениями о корректности и некорректности обратных задач и их общей классификации; линейной и нелинейной регрессии, а также о правильной постановке этих задач в терминах математической статистики, включая статистическую обработку эксперимента; о стандартных предположениях, используемых в задачах регрессии и способах их проверки; о стандартных распределениях вероятности, включая распределения хи-квадрат, Стюдента и Фишера; о сведении обратной задачи к методу наименьших

квадратов. Также обучающийся должен иметь представление о прямом решении задачи минимизации в случае линейной регрессии и оценке погрешностей определяемых параметров; о различных усложнениях линейной регрессии, включая регрессию при наличии погрешности в переменных (регрессия Деминга); о классификации различных алгоритмов локальной и глобальной численной оптимизации, включая методы Нельдера-Мида, сопряжённых градиентов, (квази) Ньютоновские, Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno, методы мультастрата, DiRect, многоточечные методы; об упрощении задачи минимизации в случае разделяемых параметров. Кроме того, обучающийся должен иметь представление об использовании информации о поверхности целевой функции, полученной в ходе минимизации, или метода Монте-Карло для надёжного определения доверительных интервалов на модельные параметры; о вычислении матрицы ковариаций экспериментального шума по множественным измерениям; о методах определения выпадающих точек; о методах статистически-достоверного учёта повторных измерений и об одновременной регрессии нескольких наборов данных при одинаковых значениях части параметров; об использовании предварительно насчитанной таблицы значений целевой функции для ускорения решения многих однотипных задач; об автоматических методах обучения, включая нейронные сети. Также обучающийся должен иметь представление о регуляризации Тихонова, сингулярном разложении и обобщённом сингулярном разложении, и о методах выбора параметра регуляризации; об функциональных обратных задачах и общих методах решения линейных интегральных уравнений; о физических основах и основных видах томографии, а также об используемых в томографии численных методах и аналитических формулах обращения, включая обратные преобразования Абеля и Радона; об оптических принципах и методах построения изображения в оптической когерентной томографии, и её возможных применениях; об обратной задаче рассеяния и основных методах её решения, включая приближение Борна, восстановления поля внутри частицы, и качественные методы определения формы объекта (метод линейных проб).

Курс рассчитан на один семестр. Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, консультации, самостоятельная работа студента и её контроль преподавателями с помощью заданий, экзамен.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- Текущий контроль: опрос в начале каждой лекции по материалам предыдущей лекции.
- Промежуточная аттестация: экзамен.
- Общая трудоемкость дисциплины составляет **2** зачетных единицы, **72** академических часа.

