

уравнений, указывать близкие уравнения, допускающие решение в квадратурах, распространять уравнения на подходящие области комплексной плоскости. Замечательно то, что указанные уравнения не требуют для их анализа знаний сверх учебных программ по дифференциальным уравнениям (в частности, не требуется знаний специальных функций) и поэтому способны уже на младших курсах выработать исследовательские навыки будущих выпускников вузов.

Уравнение (1) указано в [1, с. 248, пример 17], остальные уравнения менее известны и могут представлять некоторый интерес также и специалистам по дифференциальным уравнениям. Специалистам могут показаться интересными и дальнейшие разработки, связанные с приведенными уравнениями (например, [2]).

Литература

1. Зайцев В. Ф., Полянин А. Д. *Справочник по линейным обыкновенным дифференциальным уравнениям*. М.: Факториал, 1997.
2. Шилин А. П. *Гиперсингулярное интегро-дифференциальное уравнение с линейными функциями в коэффициентах* // Вес. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. физ.-мат. наук. 2022. Т.58. №4. С.358-369.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КУРСА «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ» НА ФПМИ БГУ

В. В. Дайняк, Е.С. Чеб

Функциональный анализ – одна из базовых дисциплин, которую изучают студенты математических специальностей. Его методы широко используются во многих разделах теоретической и прикладной математики. Благодаря идеям функционального анализа успешно развиваются такие дисциплины как дифференциальные уравнения, методы вычислений, теория управления и др. Его изучение – это элемент серьезного математического образования.

Курс „Функциональный анализ и интегральные уравнения“ читается на факультете прикладной математики и информатики на всех специальностях на протяжении многих лет. За это время его изложение не раз менялось. Последние годы, в связи с изменением учебных планов и переходом на четырехлетнее образование значительно сократилось число часов, отводимых на изучение дисциплины. Поэтому большое внимание уделено методическому обеспечению дисциплины. Подготовлен электронно-методический комплекс (ЭУМК) [1], создан на образовательном портале edufpmi.bsu.by курс „Функциональный анализ и интегральные уравнения“ и изданы методические пособия по курсу [2–6].

Остановимся на особенностях преподавания этой дисциплины на факультете прикладной математики и информатики. Продолжительность изучения дисциплины составляет один семестр, общая трудоемкость – 3,5 зачетных единицы. Главной задачей дисциплины является изучение основных абстрактных структур функционального анализа: метрических, нормированных, банаховых, гильбертовых пространств, теории интегральных уравнений Фредгольма и исследований операторных уравнений, возникающих в прикладных задачах, на разрешимость в заданных пространствах. При изложении теоретического материала наряду с аудиторными лекционными занятиями широко используется образовательный портал. На портале выложен электронный вариант лекций, который включает также материал, выходящий за рамки лекции. Это позволяет лучше

отследить логику изложения и понять, зачем нужен каждый из разделов. Во время чтения лекций студенты на слайдах могут видеть основные моменты лекции. Слайды экономят время при формулировке основных теорем, которых в курсе достаточно много.

Для самостоятельной работы с курсом в соответствии с требованиями, предъявляемыми к ЭУМК в БГУ, разработан электронно-методический комплекс, который включает следующие разделы: введение, теоретический раздел, практический раздел, раздел контроля знаний и вспомогательный раздел, в котором изложены вопросы к экзамену и коллоквиуму со списком задач на доказательство. Именно задачи на доказательство вызывают у студентов затруднения. Поэтому их можно заранее перед экзаменом и коллоквиумом решить дома.

Как показывает опыт, изложение теоретического материала, не подкрепленного практическими занятиями, не позволяет его усвоить в должной степени. Задачи по функциональному анализу довольно специфичны. Для их решения требуется хорошая математическая подготовка по математическому анализу, линейной алгебре и дифференциальным уравнениям. Поэтому у студентов возникают большие проблемы при решении практических задач. Нами подготовлены по каждому разделу методические пособия и указания к решению задач. В каждом методическом пособии вначале кратко излагается теоретический материал, затем приводятся образцы решения задач с подробными пояснениями и в заключении есть набор задач для самостоятельного решения. В пособиях имеются задачи на доказательство. Каждое методическое пособие заканчивается материалом прикладного характера. Так, в методическом пособии [4] изложены вопросы применения метрических пространств в лингвистике, теории передачи информации, в задачах кластерного анализа, в задачах распознавания изображений.

Более 50% времени отводится на самостоятельную работу. На образовательном портале выложены материалы по изучению раздела „Принцип сжимающих отображений и его применение“. В нем излагается теоретический материал и студентам предлагается написать программный код для численного решения нелинейного уравнения, системы линейных алгебраических уравнений и интегрального уравнения методом простых итераций. Такого рода задачи студентами факультета приветствуются. Они наглядно показывают прикладную направленность курса.

Литература

1. Чеб Е. С. *Функциональный анализ и интегральные уравнения : электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 03 03 «Прикладная математика (по направлениям)», направление специальности: 1-31 03 03-01 «Прикладная математика (научно-производственная деятельность)»* БГУ, Фак. прикладной математики и информатики, Каф. компьютерных технологий и систем. - Минск : БГУ, 2020.
2. Дайняк В. В., Чеб Е.С. *Линейные ограниченные операторы. 4.1.* Мн.: БГУ, 2013.
3. Дайняк В. В., Чеб Е.С. *Линейные ограниченные операторы. 4.2.* Мн.: БГУ, 2013.
4. Дайняк В. В., Чеб Е.С. *Метрические пространства. 4.1.* Мн.: БГУ, 2020.
5. Дайняк В. В., Чеб Е.С. *Гильбертовы пространства и аппроксимация.* Мн.: БГУ, 2020.
6. Дайняк В. В., Чеб Е.С. *Банаховы пространства.* Мн.: БГУ, 2021.