

КОЛЛОКВИУМЫ ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ ДИСЦИПЛИНАМ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА

В.И. Зеленков

Те разделы математики, которые студенты физического факультета изучают на первом и втором курсах, вряд ли существенно изменились за последние пятьдесят лет. Тем не менее, повсеместное внедрение информационных технологий позволяет по-новому решать задачи, которые еще недавно решать было практически невозможно. Преподавание математических дисциплин в современных условиях должно принимать это во внимание.

Кроме того, студенты физфака должны понимать, как математические приемы могут быть использованы в физических задачах.

Рассмотрим в качестве примера проведение коллоквиумов открытого типа на первом и втором курсах физического факультета БГУ. Коллоквиумы проводятся дистанционно с использованием образовательного портала БГУ, разработанного на базе платформы Moodle. Теоретические материалы и задания загружаются на портал и там же студенты отправляют свои работы преподавателю. При этом предполагается, что в работе используется среда Wolfram Mathematica (далее WM; необходимая справочная информация предоставляется).

Первый курс, дисциплина «Теория функций комплексной переменной».
Тема коллоквиума: *Понятие о комплексном гидродинамическом потенциале.*

Известно, что теория аналитических функций широко применяется для решения задач гидродинамики. Каждой аналитической функции можно сопоставить комплексный гидродинамический потенциал и, напротив, каждому комплексному потенциалу соответствует аналитическая функция. Зная потенциал, можно получить различные характеристики движения жидкости. Об этом предварительно рассказано на лекции, детальная информация с иллюстрациями содержится в загруженном на портал руководстве к выполнению заданий коллоквиума.

Студентам предлагаются программа-минимум, программа-медиум и программа-максимум. Выполнение программы-минимум дает, как правило, оценку 4–6 баллов, минимум+медиум — 7–8 баллов, минимум+медиум+максимум — 9–10 баллов.

Программа-минимум. Заданы три функции: аналитическая $f(z)$ и гармонические $\varphi(x, y)$ и $\psi(x, y)$. Требуется найти:

1. Потенциальную функцию $\varphi(x, y)$ и функцию тока $\psi(x, y)$ потока жидкости, если задан комплексный потенциал $f(z)$.
2. Комплексный потенциал $f(z)$, если задана потенциальная функция $\varphi(x, y)$.
3. Комплексный потенциал $f(z)$ если задана функция тока $\psi(x, y)$.

В каждом случае необходимо записать уравнения для потенциальных линий, линий тока, проекции вектора скорости V_{Ox} и V_{Oy} на оси координат, абсолютного значения и направления вектора скорости, а также построить графики потенциальных линий и линий тока (функция WM ContourPlot и векторное поле скоростей (функции VectorPlot или StreamPlot, рис. 1).

Эта задача с математической точки зрения сравнительно простая, так как все необходимые формулы известны, трудности могут возникнуть разве что при построении графиков.

Программа-медиум. В руководстве, которое предоставляется студентам перед выполнением работы, описаны простейшие течения: источники, стоки, вихри, вихреисточники, диполи и др. В задании предлагается рассмотреть различные комбинации двух и более

точечных источников, исследовать зависимость характера потенциальных линий и линий тока от характеристик объектов (обильность источника, интенсивность вихря, момент диполя), а также от расстояния между ними. Здесь предполагается использование функции **WM Manipulate**, позволяющей в интерактивном режиме отслеживать зависимость течения жидкости от параметров.

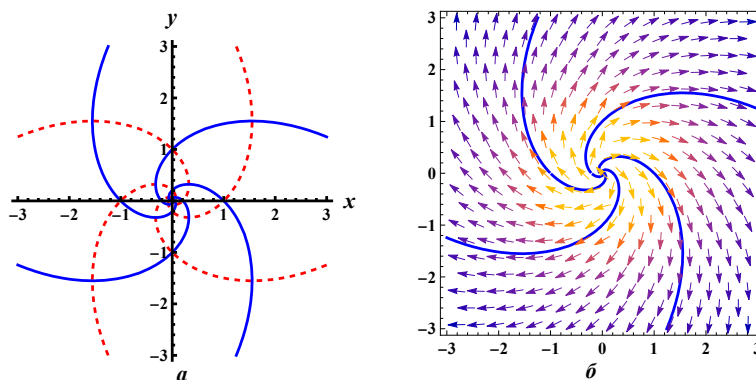


Рис. 1. а) Линии уровня (штриховые) и линии тока (сплошные) для точечного вихреисточника.

б) Направления течения жидкости вблизи точечного вихреисточника

Программа-максимум. Определить тип (окружность, парабола, гипербола, эллипс, спираль, прямая и т. п.) эквипотенциальных линий и линий тока для простейших течений.

Здесь же предусмотрено творческое «суперзадание». В руководстве в качестве примера подробно рассмотрено решение задачи о течении идеальной жидкости, обтекающей пластинку, перпендикулярную горизонтальному дну. Для этого нужно построить конформное отображение области течения (верхняя полуплоскость с разрезом $[0; ih]$) на верхнюю полуплоскость с учетом того, что в **WM** главное значение аргумента лежит в пределах $(-\pi; \pi)$. Студентам предлагается решить аналогичную задачу, используя, например, конформные отображения на верхнюю полуплоскость, полученные на практических занятиях.

Второй курс, дисциплина «Основы функционального анализа и теории функций». Тема коллоквиума: *Применение преобразования Лапласа к расчету электрических цепей.*

В работе рассматривается цепь, содержащая источник, активное сопротивление, катушку индуктивности и конденсатор (элементов одного типа может быть и несколько). Применяя методы операционного исчисления, следует найти распределение токов и исследовать зависимость токов от параметров цепи.

Задание и в этом случае имеет три уровня.

Программа-минимум. Получив схему цепи, соответствующую номеру варианта, рассчитать общую силу тока. Изменяя ЭДС источника (внутренним сопротивлением пока можно пренебречь), внешние сопротивления, индуктивности и емкости функцией **Manipulate**, исследовать зависимость тока от параметров цепи, получить апериодический процесс, затухающие колебания и, если возможно, незатухающие колебания.

Программа-медиум. Рассчитать также силу тока в отдельных участках цепи, построить графики. Учесть внутреннее сопротивление источника.

Программа-максимум. Добавить новые элементы цепи. Исследовать цепь с переменной ЭДС, которая может задаваться формулами $U(t) = U_0(1 + e^{-at})$, $U(t) = U_0 \cos \omega t$ (в этом случае оценить возможность резонанса) и т. п.

В качестве дополнительной опции предлагается пояснительный текст готовить в среде $\text{\LaTeX}$. Это задание не является обязательным, но знание основ $\text{\LaTeX}$ необходимо для набора формул на портале Moodle и уже хотя бы поэтому полезно.

На решение задач каждого коллоквиума отводится продолжительный срок — три-четыре недели. Вопросы (как чисто математического плана, так и по $\text{\LaTeX}$ и $\text{\LaTeX}$) рекомендуется задавать на форуме, размещенном на портале — только в этом случае в диалоге можно использовать формулы, рисунки и фрагменты файлов.

Опыт показывает, что задания обоих коллоквиумов и их графическое воплощение вызывают у студентов интерес. В будущем предполагается сделать подобную работу и по теме «Специальные функции».

ОБ УЧЕБНОМ ПОСОБИИ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ ФУНКЦИЙ ОДНОЙ ПЕРЕМЕННОЙ. ТЕОРИЯ И ТЕСТЫ»

Н.И. Ильинкова, И.И. Рушнова, Т.А. Чехменок

Одним из важнейших направлений модернизации методики преподавания высшей математики в высшей школе является поиск новых форм организации и стимулирования самостоятельной работы студентов. С целью совершенствования самостоятельного обучения студентов коллективом авторов кафедры высшей математики и математической физики физического факультета на основе многолетнего опыта преподавания математического анализа студентам физического факультета и факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета было подготовлено учебное пособие «Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной. Теория и тесты».

Дисциплина «Математический анализ» является базовым теоретическим и практическим основанием для всех последующих математических и физических дисциплин в структуре образовательной программы физического факультета и факультета радиофизики и компьютерных технологий Белорусского государственного университета [1-3]. Математический анализ является фундаментом для успешного овладения теорией дифференциальных и интегральных уравнений, методами математической физики. Аппарат математического анализа широко используется в курсах общей и теоретической физики. Отметим, что данное пособие является дополнением к ранее изданному авторами учебному пособию «Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной» [4], основу которого составил курс лекций «Математический анализ», читаемый на факультете радиофизики и компьютерных технологий. В пособии [4] приведены доказательства теорем, большое количество примеров и подробно разобранных задач, иллюстрирующих различные способы решения. Назначение пособия «Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной. Теория и тесты», содержащего порядка 700 тестовых заданий, дать возможность каждому студенту, слушающему лекции, самостоятельно проконтролировать глубину усвоения пройденного материала.

Учебное пособие «Дифференциальное и интегральное исчисление функций одной переменной. Теория и тесты» состоит из шести глав: «Введение», «Числовые последовательности и ряды», «Предел функции. Непрерывность», «Дифференциальное исчисление. Формула Тейлора», «Интегральное исчисление», «Несобственные интегралы». Для облегчения выполнения тестовых заданий каждая глава начинается с необходимого теоретического минимума: формулируются важнейшие определения, даются базовые понятия, теоремы и формулы. В конце каждой главы приводится составляющий наиболее