

5. Kitaeva, I.V. (2017). *Formirovanie stohasticheskoy kompetencii uchashchihhsya pri izuchenii matematiki s ispol'zovaniem interaktivnykh metodov i sredstv obucheniya* [Formation of stochastic competence of students in the study of mathematics using interactive methods and teaching aids]. [Candidate Dissertation]. Elec. (In Russ.)
6. Linevich, L.A. (2011). *Razvitie kompleksnykh umenij studentov na osnove primeneniya interaktivnoy kontroliruyushchej programmy: na primere informacionnykh i matematicheskikh special'nostej* [Development of complex skills of students based on the use of an interactive control program: on the example of information and mathematical specialties]. [Candidate Dissertation]. Barnaul. (In Russ.)
7. Maslou, A.H. (2001). *Motivaciya i Lichnost'* [Motivation and Personality]. Saint Petersburg: Evraziya. (In Russ.)
8. Ryzhkov, A.I. (2006). *Tekhnologiya razrabotki interaktivnykh sredstv obucheniya i metodika ih ispol'zovaniya v kurse geometrii pedvuzov* [The technology for the development of interactive teaching aids and the methodology for their use in the geometry course of teacher training universities]. [Candidate Dissertation]. Novosibirsk. (In Russ.)
9. Sanina, E.I., Karauylbayev, S.K. (2014). *Teoriya i praktika sozdaniya i primeneniya komp'yuternykh uchebno-delovykh igr v obuchenii bakalavrov* [Theory and practice of creation and application of computer educational and business games in teaching bachelors] Tula. (In Russ.)
10. Sanina, E.I., Zenkova, L.A., Popova, T.S. (2020). *Vospitanie motivatsionno-tsennostnogo otnosheniya k izucheniyu matematiki obuchayushchikhsya osnovnoy shkoly* [Education of motivational and value attitude to the study of mathematics of students in the main school]. *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya* [Problems of modern pedagogical education], 66(3), pp. 261-264. (In Russ., abstract in Eng.)

DOI: 10.24888/2500-1957-2021-1-22-28

УДК
378.147

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЗАДАЧНИК-ТРАНСФОРМЕР КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ СОДЕРЖАТЕЛЬНО- МЕТОДИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ПРИМЕРЕ СБОРНИКА ЗАДАЧ ПО КОМПЛЕКСНОМУ АНАЛИЗУ

Асланов Рамиз Муталим
д.п.н., профессор
r_aslanov@list.ru
г. Баку, Азербайджан

Сушков Владислав Викторович
к.ф.-м.н., доцент
vvsu@mail.ru
г. Сыктывкар

Институт математики и механики НАН
Азербайджана

Сыктывкарский государственный
университет им. Питирима Сорокина

Аннотация. Статья посвящена актуализировавшейся проблеме формирования базы качественных электронных средств поддержки процесса обучения с целью формирования компетенций обучающихся в условиях экстренных мер начала 2020 года. Решение проблемы авторы видят в применении в учебном процессе «электронных учебников-трансформеров», которые проектируются путем создания многовариантного представления его содержания, соответствующего замыслам преподавателя и научным предпочтениям обучающегося. Рассматривается вопрос о принципах построения электронного сборника задач по теории функций комплексного переменного. Приведены

примеры различных содержательно-методических линий курса. Предложен вариант построения электронного ресурса, основанный на организации учебного процесса в соответствии с конкретной содержательно-методической линией. Идея «трансформера» состоит в возможности изменения уровня изучения конкретного раздела дисциплины, скрывая «лишний» в рамках избранной содержательно-методической линии учебный материал и акцентируя внимание обучающегося на необходимых аспектах теории и практики. Реализация предложенного авторами подхода обеспечит установление междисциплинарных связей через решение вопросов приложения теории аналитических функций в более глубоких задачах комплексного анализа, математической физики, гидро- и аэродинамики. Разработанные электронные средства показали высокую результативность при их использовании в реальном учебном процессе в самообразовательной деятельности обучаемых. Материалы статьи представляют практическую ценность для разработчиков электронных средств обучения, а также преподавателей, предпочитающих использовать инновационные методы обучения.

Ключевые слова: средства информатизации образования, электронное обучение, учебник-трансформер, теория функций комплексного переменного, содержательно-методические линии.

Введение

Образовательный процесс в высшей школе в последние годы непрерывно трансформируется не только содержательно, но и технологически. В условиях экстренных мер начала 2020 года внимание образовательного сообщества было лишним раз акцентировано на и так очевидной проблеме формирования базы качественных электронных средств поддержки обучения, обеспечивающих максимально широкое сопровождение учебного процесса для формирования необходимых компетенций обучающихся. При этом подготовка электронных средств для организации учебного процесса по конкретной дисциплине (модулю) образовательной программы представляется, безусловно, избыточным решением – и более того, их формирование должно происходить с пониманием принципов взаимодействия с новым поколением обучающихся [6; 7].

Одним из вариантов решения проблемы видится в использовании в учебном процессе так называемых «электронных учебников-трансформеров», которые проектируются путем создания многовариантного представления его содержания, соответствующего замыслам преподавателя и предпочтениям обучающегося [8]. При этом могут рассматриваться различные направления вариативности содержания: по психотипу восприятия информации; по когнитивным стилям мышления; по методам обучения и др. [2]. В высшей школе одним из наиболее эффективной является вариативность содержания по содержательно-методическим линиям дисциплины [9]. В то же время подготовка таких электронных ресурсов требует проведения значительной предварительной переработки материала, предлагаемого обучающемуся. Кроме того, само понятие «электронного учебника-трансформера», сформировавшееся по аналогии со школьными электронными средствами поддержки обучения, необходимо расширить, рассмотрев сборники задач, пособия и иные учебные издания подобного вида.

Методология исследования / теоретические основы

Рассмотрим пример реализации содержательно-методических линий дисциплины с помощью электронного учебника-трансформера на примере сборника задач по теории функций комплексного переменного (далее будем называть его электронный задачник-

трансформер). Курс теории функций комплексного переменного (ТФКП) представляет собой один из наиболее сложных идеологически и в то же время один из наиболее важных математических курсов. Идеиная взаимосвязь с другими отраслями математики (алгебра, аналитическая геометрия, вещественный анализ, теория чисел) в большой степени определяет вариативность содержания дисциплины.

Одним из способов мотивации студента является осознание практической значимости материала – и, действительно, связи курса ТФКП с физическими, техническими и другими дисциплинами невероятно обширны. В то же время демонстрация приложений аппарата комплексного анализа к решению, например, задач электротехники, теории упругости, гидро- и аэродинамики требует не только большой степени проникновения студента в материал ТФКП, но и значительных специальных знаний по перечисленным отраслям. Это затрудняет понимание студентами органической связи между абстрактными математическими объектами и реальными физическими явлениями, однако это же дает преподавателю возможность выстраивать изложение дисциплины с акцентом на те или иные разделы, практическая применимость которых может оказаться наиболее понятной студентам в соответствии с их направлением подготовки.

Таким образом, курс ТФКП представляет собой многослойную дисциплину с огромным количеством внутренних и внешних связей, выбор акцентов при изучении которой определяется преподавателем или обучающимся в зависимости от глубины изучения связанных дисциплин и практической значимости конкретного материала ТФКП для студента в будущем.

Важнейшим положительным аспектом при этом оказывается то, что курс теории функций комплексного переменного обладает уникальным потенциалом по представлению логически завершенных и внутренне целостных содержательно-методических линий. Преподавателю нет необходимости пытаться охватить в равной степени подробно все разделы комплексного анализа – и все его приложения. В зависимости от задач, стоящих перед лектором, ведущей может быть определена числовая методическая линия, ядром которой является рассмотрение поля комплексных чисел как алгебраического замыкания, линия конформных отображений в комплексной плоскости, линия аналитических функций, понимаемых в том числе как сумма степенного ряда, линия интегральных представлений и вычетов – и различные их комбинации. Выделение конкретной содержательно-методической линии и изложение материала с акцентом на неё не нарушит математической строгости изложения и не исказит результатов обучения.

Одним из примеров удачной реализации методического обеспечения конкретной содержательно-методической линии может служить пара взаимосвязанных учебных пособий А.В. Латышева и Г.Л. Луканкина, первое из которых [4] посвящено изложению общего курса ТФКП с акцентом на теорию аналитических функций и интегральное счисление и теорию вычетов, в то время как второе [5] посвящено непосредственному приложению изложенного материала в теории краевых функций комплексного анализа – и далее в базовых задачах математической физики.

С практической точки зрения это означает, что при подготовке электронного средства обучения мы можем использовать идею «трансформера», допуская возможность изменения уровня изучения материала конкретного раздела ТФКП, скрывая лишний в рамках избранной содержательно-методической линии материал и акцентируя внимание обучающегося на необходимых аспектах теории и практики. Классические лекционные курсы, изложенные в учебниках [4; 5], изначально подразумевают такую возможность. Однако изучение теоретического материала должно быть поддержано соответствующим сопровождением практических занятий (см., например, [8]).

Результаты и их обсуждение

Подготовка эффективного «задачника-трансформера» по дисциплине предполагает предварительное структурирование задачного и теоретического материала. Именно так

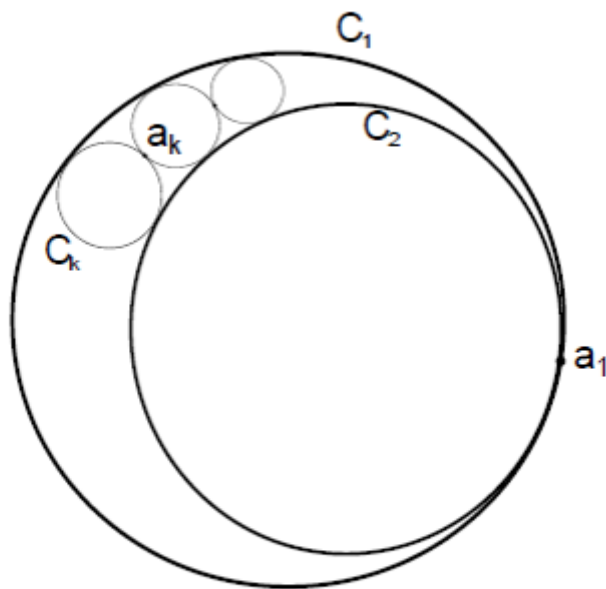
сформирован «Сборник задач по теории функций комплексного переменного», подготовленный к изданию Аслановым Р.М., Гориным Е.А. и Сушковым В.В., посвященный памяти доктора физико-математических наук, профессора Московского педагогического государственного университета Горина Е.А., выдающегося математика и педагога, не только непрекаемого авторитета в московской математической научной школе, но и значительную фигуру в российском математическом образовании в целом.

Задачник написан авторами на основе многолетнего опыта преподавания теории функции комплексного переменного в Московском педагогическом государственном университете (Р.М. Асланов [1], Е.А. Горин [3]) и Сыктывкарском государственном университете им. Питирима Сорокина (В.В. Сушков).

Сборник задач представляет собой набор из шести относительно независимых глав-модулей («Плоскость комплексных чисел. Числовые последовательности и ряды», «Функции комплексного переменного. Функциональные последовательности и ряды», «Аналитические функции», «Элементарные функции и конформные отображения», «Комплексный интеграл», «Представление функций рядами. Особые точки. Вычеты»), глубина изучения материала которых может варьироваться в зависимости от избранной методической линии без вреда для качества освоения глав, не относящихся к центральным, «стержневым». Для этого каждая глава содержит полноценный набор разноуровневых задач, позволяющих погрузить студента в конкретный материал в необходимой степени. Выделено три уровня задач:

1. задачи базового уровня;
2. задачи углубленного уровня или более интересные, нестандартные задачи;
3. исследовательские задачи, задачи повышенной сложности (рис. 1).

Задачи разного уровня графически разделены. Дополнительно в издании приведены приложения развитого аппарата комплексного анализа в теории дифференциальных уравнений и операционном исчислении (глава 7) и приложениями, содержащими справочные и методические материалы по курсу ТФКП.



Пусть две окружности касаются друг друга в точке a_1 , окружности C_k касаются двух исходных и друг друга в точках a_k . Докажите, что все точки a_k лежат на одной окружности.

Рис. 1. Пример задачи повышенной сложности

Предложенная авторами структуризация позволяет как организовывать учебный процесс в соответствии с конкретной содержательно-методической линией с использованием подготовленного задачника в традиционной форме, так и подготовить электронный задачник-

трансформер, позволяющий вариативно осуществлять подготовку обучающихся по дисциплине ТФКП в зависимости от образовательной программы, формируемых компетенций и научных интересов студента.

Например, если учебным планом образовательной программы предусмотрено изучение приложений комплексного анализа в решении граничных задач теории упругости, теории газов, астрофизики, тогда логичным было бы определение акцентов на последовательности «стержневых» тем: комплексные числа – функции комплексного переменного и степенные ряды – аналитические функции – интегрирование функций комплексного переменного – интегралы Коши, особые точки, вычеты – и далее, выходя за пределы стандартного курса ТФКП: интегралы типа Коши – формулы Сохоцкого-Племели – краевые задачи Римана – задачи математической физики.

В иных случаях преподавателем может быть выдержан акцент на линиях: комплексные числа – функции комплексного переменного – целые функции – ряды и бесконечные произведения – дзета-функция Римана, теория чисел или же: функции и отображения – конформные отображения – конформность отображений, заданных элементарными функциями – метод конформных отображений в электростатике, картографии и др.

Приведем пример реализации учебного курса в свете содержательно-методической линии аналитических функций. Для формирования у студента достаточной компетентности в требуемой области преподавателю достаточно выбрать материал и задачи базового уровня в главах «Плоскость комплексных чисел. Числовые последовательности и ряды», «Функции комплексного переменного. Функциональные последовательности и ряды», «Элементарные функции и конформные отображения». Задачи более высокого уровня могут предлагаться обучающимся для повышения познавательного интереса или при наличии личной заинтересованности обучающихся. Материал глав «Аналитические функции», «Комплексный интеграл», «Представление функций рядами. Особые точки. Вычеты» должен быть проработан более подробно, с детальным разбором задач всех уровней. При реализации подобного подхода по окончании курса студент будет полностью готов к рассмотрению вопросов приложения теории аналитических функций в более глубоких задачах – как комплексного анализа, так и математической физики, гидро- и аэродинамики и пр.

Таким образом, при формировании электронного задачника-трансформера для студентов университетов по дисциплине ТФКП наиболее перспективной является организация вариативности его содержания по содержательно-методическим линиям дисциплины, чему необходимо должно предшествовать структурирование предлагаемого материала по уровням глубины погружения.

Список литературы

1. Асланов Р.М., Муханова А.А., Муханов С.А., Нижников А.И. Высшая математика. Книга из пяти частей. Часть 4. Калуга: Изд-во «ЭЙДОС», 2015.
2. Баженова И.В., Пак Н.И. Разработка электронного учебника-трансформера при обучении программированию на основе самопознавательной деятельности студента // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Информатика и информатизация образования». 2019. Т 47. № 1. С. 20-28.
3. Горин Е.А. Введение в теорию аналитических функций. Учебное пособие. М.: Изд-во МПГУ, 2005. 163 с.
4. Латышев А.В., Луканкин Г.Л. Введение в теорию функций комплексного переменного. М: Изд-во МГОУ, 2002.
5. Латышев А.В., Луканкин Г.Л. Краевые задачи теории функций комплексного переменного. М: Изд-во МГОУ, 2003.
6. Мирошкина М.Р., Евладова Е.Б., Куракин А.В. Цифровое поколение в образовании: интерпретация результатов исследования // Социальная педагогика в России. 2017. № 6. С. 12-17.

7. Носков М.В., Дьячук П.П., Добронев Б.С., Вайнштейн Ю.В., Кытманов А.А., Лапчик М.П., Рагулина М.И., Хеннер Е.К., Захарова И.Г., Пак Н.И., Степанова Т.А., Михеев С.А., Скибицкий Э.Г. Эволюция образования в условиях информатизации. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2019. 212 с.
8. Пак Н.И., Потупчик Е.Г., Хегай Л.Б. Концепция трансформационных и перевернутых электронных учебников // Вестник РУДН. Серия: Информатизация образования. 2020. Т. 17. № 2. С. 123-168.
9. Aslanov R.M., Sushkov V.V. About implementation of complex analysis informative and methodical lines in the problem book of the complex variable theory. International Conference "Modern Problems of Mathematics and Mechanics" devoted to the 60th anniversary of the Institute of Mathematics and Mechanics (23-25 October, 2019, Baku, Azerbaijan). 2019. Pp. 138-139.

ELECTRONIC PROBLEM BOOK-TRANSFORMER AS TOOL FOR FORMATION OF CONTENT-METHODICAL LINES USING EXAMPLE OF PROBLEM BOOK OF COMPLEX ANALYSIS

<p style="text-align: center;">R.M. Aslanov Dr. Sci. (Pedagogy), professor r_aslanov@list.ru Baki</p>	<p>Institute of mathematics and mechanics of NAN of Azerbaijan</p>
<p style="text-align: center;">V.V. Sushkov Cand. Sci. (Phys.-Math.), associate professor vvsu@mail.ru Syktyvkar</p>	<p>Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin</p>

Abstract. The article is devoted to the actualized problem of forming a base of high-quality electronic means of supporting the learning process in order to form the competencies of students in the context of emergency measures at the beginning of 2020. The authors see the solution to the problem in the use of "electronic textbooks-transformers" in the educational process, which are designed by creating a multivariate presentation of its content, corresponding to the teacher's intentions and the student's scientific preferences. The question of the principles of constructing an electronic collection of problems on the theory of functions of a complex variable is considered. Examples of various content-methodological lines of the course are considered. A variant of building an electronic resource based on the organization of the educational process in accordance with a specific content and methodological line is proposed. The idea of the "transformer" is the possibility of changing the level of study of a specific section of the discipline, hiding the "unnecessary" educational material within the chosen content and methodological line and focusing the student's attention on the necessary aspects of theory and practice. The implementation of the approach proposed by the authors will ensure the establishment of interdisciplinary connections through the solution of the application of the theory of analytical functions in deeper problems of complex analysis, mathematical physics, hydro- and aerodynamics. The developed electronic means have shown high efficiency when used in a real educational process during self-educational activities of students. The materials of the article are of practical value for developers of electronic learning tools, as well as teachers who prefer to use innovative teaching methods.

Keywords: means of informatization, e-learning, textbook-transformer, theory of functions of complex variable, informative and methodical lines.

References

1. Aslanov, R.M., Muhanova, A.A., Muhanov, S.A., Nizhnikov, A.I. (2015). *Vysshaya matematika* [Higher mathematics]. Kaluga: EJDOS. (In Russ)
2. Bazhenova, I.V., Pak, N.I. (2019). Razrabotka elektronnoy uchebnika-transformera pri obuchenii programmirovaniyu na osnove samopoznavatel'noj deyatel'nosti studenta [Development of Electronic Textbook-Transformer in Teaching Programming on the Basis of the Student's Self-Cognitive Activity]. *Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta* [Vestnik of Moscow City University], 47(1), 20-28. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Gorin, E.A. (2005). *Vvedenie v teoriyu analiticheskikh funktsiy* [Introduction to the theory of analytic functions]. Moscow: MPGU, 163 p. (In Russ)
4. Latyshev, A.V., Lukankin, G.L. (2003). *Vvedenie v teoriyu funktsiy kompleksnogo peremennogo* [Introduction to the theory of functions of a complex variable]. Moscow: MGOU. (In Russ)
5. Latyshev, A.V., Lukankin, G.L. (2003). *Kraevye zadachi teorii funktsiy kompleksnogo peremennogo* [Boundary value problems of the theory of functions of a complex variable]. Moscow: MGOU. (In Russ)
6. Miroshekina, M.R., Evladova, E.B., Kurakin, A.V. (2017). Cifrovoye pokoleniye v obrazovanii: interpretatsiya rezul'tatov issledovaniya [Digital generation in education: interpretation of results of a research]. *Sotsial'naya pedagogika v Rossii* [Social pedagogy in Russia], 6, 12-17. (In Russ., abstract in Eng.)
7. Noskov, M.V., D'yachuk, P.P., Dobronec, B.S., Vajnshtejn, YU.V., Kytmanov, A.A., Lapchik, M.P., Ragulina, M.I., Henner, E.K., Zaharova, I.G., Pak, N.I., Stepanova, T.A., Miheev, S.A., Skibickij, E.G. (2019). *Evolyuciya obrazovaniya v usloviyah informatizatsii* [Evolution of education in the context of informatization]. Krasnoyarsk: Sibirskiy federal'nyy universitet, 212 p. (In Russ)
8. Pak, N.I., Potupchik, E.G., Hegaj, L.B. (2020). Konceptsiya transformatsionnykh i perevernutyykh elektronnykh uchebnikov [The concept of transformation and inverted electronic textbooks]. *Vestnik RUDN* [RUDN Journal of Informatization in Education], 17(2), 123-168. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Aslanov, R.M., Sushkov, V.V. (2019). About implementation of complex analysis informative and methodical lines in the problem book of the complex variable theory. In: *International Conference "Modern Problems of Mathematics and Mechanics" devoted to the 60th anniversary of the Institute of Mathematics and Mechanics*, Baku, Azerbaijan, 23-25 October, 2019, 138-139.