

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ НЕПРЕРЫВНОСТИ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ПОДГОТОВКИ

Глущенко А.Г.¹, Глущенко Е.П.¹, Калемалькина А.А.¹, Смоляр А.Н.¹

¹ФГБОУ ВО «Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики», Самара, e-mail: gag646@yandex.ru

Современной проблемой фундаментального образования, в том числе и технического, является отсутствие мотивации изучения, особенно базовых и общетехнических дисциплин как не применяющихся на практике. Отчасти это связано с высоким темпом преобразований, наблюдающихся в настоящее время в обществе и технике. Молодые люди стремятся как можно быстрее получить специальность и полноправно войти в общество. Поэтому переход на методы образования с повышением эффективности обучения и одновременным уменьшением времени на обучение является одним из наиболее востребованных направлений развития образования. Рассмотрена методика существенного повышения качества и скорости обучения студентов путем использования приемов комплексного изучения взаимосвязанных учебных вопросов сразу нескольких дисциплин, изучаемых по традиционным рабочим программам независимо друг от друга. Учащимся предлагаются комплексные задачи, для решения которых необходимо использование разделов дисциплин, изучаемых обычно в разное учебное время независимо друг от друга. Приведены примеры новых типов заданий по расчету неоднородных элементов электрических схем, используемых при изучении раздела «Электромагнетизм» в курсе физики. Для выполнения этих заданий требуется использование разделов интегрального исчисления и разделов программирования, которые изучаются существенно позже как самостоятельные разделы, почти не связанные с конкретными задачами техники, мотивация изучения которых отсутствует. Изменение условий задач позволяет связать использование нескольких дисциплин в одной задаче, имеющей практическую направленность, и реализовать программу непрерывности междисциплинарной подготовки. Проведено сравнение результатов обучения по традиционной методике и по комплексным заданиям. При некотором росте сложности заданий по изучаемым вопросам существенно возрастает мотивация обучения, поскольку этот метод сразу подводит учащихся к реальным задачам современной техники. Получаемый учащимися при выполнении индивидуальных заданий уровень заданий выходит за рамки традиционных учебных задач, но позволяет учащимся сразу войти в студенческую научно-исследовательскую работу.

Ключевые слова: непрерывность образования, междисциплинарная подготовка, комплексные задания, мотивация обучения.

IMPLEMENTATION OF A CONTINUOUS INTERDISCIPLINARY TRAINING PROGRAM

Glushchenko A.G.¹, Glushchenko E.P.¹, Kalemalkina A.A.¹, Smolyar A.N.¹

¹Volga State University of Telecommunications and Informatics, Samara, e-mail: gag646@yandex.ru

A modern problem of fundamental education, including technical education, is the lack of motivation to study, especially basic and general technical disciplines, as not being applied in practice. This is partly due to the high pace of transformation currently observed in society and technology. Young people strive to get a specialty as soon as possible and fully enter society. Therefore, the transition to educational methods with an increase in the effectiveness of training and a simultaneous decrease in the time for training is one of the most popular areas for the development of education. The method of significantly improving the quality and speed of students' learning by using the methods of complex study of interrelated educational issues of several disciplines at once, studied according to traditional work programs independently of each other, is considered. Students are offered complex tasks, for the solution of which it is necessary to use sections of disciplines that are usually studied at different academic times independently of each other. Examples of new types of tasks for the calculation of inhomogeneous elements of electrical circuits used in the study of the section «Electromagnetism» in the course of physics are given. To complete these tasks, it is necessary to use sections of integral calculus and sections of programming, which are studied much later as independent sections, almost not related to specific tasks of technology, and there is no motivation to study them. Changing the conditions of tasks makes it possible to link the use of several disciplines in one task that has a practical orientation, and to implement a program of continuity of interdisciplinary training. Comparison of learning outcomes according to the traditional method and according to complex tasks was carried out. With a certain increase in the complexity of tasks on the issues under study, the motivation for learning increases significantly, since this method immediately brings students to the real problems

of modern technology. The level of assignments received by students when completing individual tasks goes beyond the traditional learning tasks, but allows students to immediately enter student research work.

Keywords: lifelong learning, interdisciplinary training, complex tasks, learning motivation.

Процесс обучения студентов в университетах является динамическим и требует постоянного совершенствования как из-за меняющегося уровня знаний в науке, так и из-за корректировки требований к уровню образования и к компетентности выпускников [1–3]. При этом постоянно меняются требования к содержанию образования, связанные с достижениями современной технологии, с цифровизацией технологий обучения [4–5] и пересмотром содержания образования – как в целом, так и отдельных дисциплин. Некоторые дисциплины утрачивают свою актуальность и исключаются из учебных программ, другие расширяются и укрупняются за счет включения новых разделов и объединения с ранее отдельными дисциплинами [6]. Существенное повышение эффективности изучения базовых дисциплин возможно с некоторой переориентацией учебного материала. Результат проверки остаточных знаний из раздела общих базовых у студентов оказывается близким к нулевому ввиду их оторванности от реальных задач. Большое число дисциплин рабочих программ при всей их общей целесообразности не взаимосвязаны из-за того, что они читаются разными кафедрами, и наличия многочисленных повторов материала. Это снижает интерес к обучению и приводит к большим потерям учебного времени [7]. Нет системы единого методического обеспечения, позволяющей убрать наблюдающийся многочисленный повтор материала на разных курсах, разными преподавателями. При этом наблюдается нехватка времени на изложение современного состояния вопроса. Выпускники вузов не знакомы с современными вопросами и достижениями своей специальности. Возникают проблемы с трудоустройством выпускников из-за их недостаточных знаний о современном состоянии техники. Эти проблемы известны учащимся, и это также снижает мотивацию обучения.

Цель исследования: разработка новых пакетов обучающих заданий для реализации программы непрерывности междисциплинарной подготовки по базовым дисциплинам.

Интенсивное развитие техники телекоммуникаций определяет необходимость постоянной корректировки программ подготовки специалистов с учетом требуемых компетенций. Рабочие функции специалистов систем связи довольно быстро и существенно изменяются, что определяет необходимость постоянной существенной корректировки содержания курсов или даже отказ от некоторых разделов и самих курсов, ранее считавшихся необходимыми. Переход на программы бакалавриата в технических вузах привел к прекращению подготовки инженерных кадров практически по всем (за некоторыми исключениями) специальностям. Это произошло путем поэтапного снижения учебных часов базовой подготовки и замены дисциплин базовой подготовки (или их существенным

сокращением в зависимости от дисциплины в 6–10 раз) и введением и расширением дисциплин менеджмента.

Материал и методы исследования

На кафедре физики разработаны рабочие программы по основному курсу физики для всех специальностей и направлений подготовки специалистов телекоммуникации в соответствии с изменившимся числом учебных часов на подготовку. Подготовлены учебные пособия по физике для студентов, которые доступны на сайте кафедры вуза. Эти пособия включают специально разработанные индивидуальные задания для студентов, являются самодостаточными и позволяют изучать курс под руководством преподавателя самостоятельно и в дистанционном режиме. Для исследования эффективности использования этих заданий по усвоению раздела «Электромагнетизм» группа студентов вуза направления «Радиотехника» (19 человек) получила индивидуальные задания по расчету неоднородных элементов электронных схем радиотехники. Для выполнения этих заданий необходимо обобщение известных из обычных учебников курса физики результатов на случай реальных конструкций. Процесс работы над этими заданиями сопоставлялся с процессом изучения этого раздела физики в двух таких же группах аналогичной специализации (направление «Инфокоммуникационные технологии») с таким же объемом учебных часов на изучение курса физики. Подготовленные задания рассчитаны на студентов, стремящихся овладеть элементами инженерной подготовки с возможностью получения фундаментальной подготовки. Выполнение задания позволяет по индивидуальной программе углубленно осваивать разделы курса физики в процессе проведения студенческой научной работы. Предполагается, что законченная работа после ее оформления как СНИРс (в соответствии с требованиями, определяемыми издательствами) обязательно представляется на вузовских и внешних студенческих конференциях, научных форумах (кафедра на нескольких студенческих конференциях и форумах имеет свои секции). Материалы представляются к публикации в студенческих журналах и сборниках. Индивидуальные задачи, выдаваемые студентам, включают все материалы, требуемые ФГОС. Это дает возможность подготовки материалов СНИРс и перспективы продолжения более глубокого исследования по этой же или близкой теме для подготовки дипломной работы бакалавра. Ниже мы приводим примеры заданий по вопросам раздела электромагнетизма, выдаваемых студентам.

1. Метод расчета емкостей конденсаторов плоских конфигураций хорошо известен [8]. Конденсаторы являются одним из основных элементов электронных схем различного назначения. Основным параметром конденсатора является его емкость, величина которой зависит от площади пластин, расстояния между пластинами и диэлектрической проницаемости среды, заполняющей внутреннюю полость конденсатора. Расчет конденсатора

с однородными параметрами и однородной средой проводится по хорошо известным соотношениям [8], и на этом по учебной программе и завершается. Вместе с тем на практике однородность структуры относительно легко обеспечить в макро- и даже микроустройствах, однако при переходе к нанодиапазону это становится проблематичным из-за особенностей технологии производства схем. Вместе с тем именно эти диапазоны являются передним краем современных технологий. Влияние неоднородностей различного типа на параметры схем представляет практический интерес. Изучение этих задач знакомит с современным состоянием технологии производства. Кроме того, неоднородность параметров в конструкции конденсатора может представлять самостоятельный интерес из-за дополнительных известных возможностей в управлении параметрами конденсатора. Предлагается рассмотреть методику расчета влияния неоднородности толщины слоя между пластинами конденсатора и неоднородности заполнения на его емкость в макроскопическом приближении для некоторых типов неоднородностей путем использования аппарата интегрирования и, как вариант, компьютерного моделирования. Показано, что для ряда конфигураций возможно аналитическое описание емкости конденсаторов с неоднородной структурой их конфигурации. Емкость конденсатора для однородных структур обычно сводится к расчету соотношения: $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$, где S – площадь перекрытия пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами. Студенты должны уметь экстраполировать результаты, доступные школьникам, на более общие неоднородные конфигурации структур, которые встречаются на практике, должны овладеть математическим аппаратом интегрирования. Поэтому формулу расчета плоского конденсатора предлагается обобщить и взять за основу исследовательской работы. Решение этой задачи дает возможности рассчитывать параметры конденсаторов с разными типами неоднородности (среды заполнения $\epsilon(dS)$, толщины $d(dS)$, меняющихся в каждом элементе площади dS). Емкость определяется путем интегрирования функции $C = \int_S dC = \epsilon_0 \int_S \epsilon(S) \frac{dS}{d(S)}$, где в области малой площади dS конденсатор можно считать плоским.

Можно показать, что для некоторых типов неоднородностей существуют аналитические решения. Например,

1.1. При линейной функции $\epsilon(x, y) = \alpha x$, $d = d_0$ имеем:

$$C = \epsilon_0 \int_0^a \int_0^b \epsilon(x, y) \frac{dx dy}{d(x, y)} = \frac{\epsilon_0 \alpha a^2 b}{d_0}.$$

1.2. При периодической форме структуры $d(x) = d + \alpha \sin x$, $\alpha < d$. В этом случае

расчет дает значение:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon a \int \frac{dx}{d + \alpha \sin x} = \frac{2\varepsilon_0 \varepsilon a}{\sqrt{d^2 - \alpha^2}} \operatorname{arctg} \frac{\operatorname{dtg}\left(\frac{x}{2}\right) + \alpha}{\sqrt{d^2 - \alpha^2}}.$$

С увеличением коэффициента нелинейности $0 \leq \alpha \leq d$ (рост неоднородности при сохранении среднего расстояния между пластинами) емкость возрастает.

1.3. В клиновидной структуре, где расстояние между пластинами меняется по закону $d(x) = d + \alpha x$, $\alpha < d$, емкость определяется соотношением:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon a \int \frac{dx}{d + \alpha x} = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon a}{\alpha} \ln \left(\frac{d + \alpha x}{d} \right)$$

Этими примерами не ограничиваются варианты неоднородностей, для которых может быть получено аналитическое решение. Можно рассматривать различные типы функций, описывающих большое число неоднородных емкостей. Это предлагается сделать студентам в качестве самостоятельной работы уже при изучении разделов интегрирования в курсе математики. Помимо аналитических расчетов, студентам предлагается составить и проверить программу численного интегрирования своего варианта неоднородного конденсатора с сопоставлением результатов аналитического и численного расчета. Тем самым расширяется уровень познания студентов в отдельных разделах физики (в данном примере это раздел «Электричество»), математики (раздел «Интегрирование»), вычислительной техники (программирование и расчет), появляются практические навыки расчета реальных емкостей. При этом естественным путем устанавливается связь различных дисциплин и формируется непрерывность междисциплинарной подготовки. Задачи, сформулированные в курсе физики, используются далее в качестве примеров при изучении задач других дисциплин.

2. Помимо расчета неоднородных емкостей, аналогичный подход применяется для расчета сопротивлений неоднородных по форме или материалу резисторов. При передаче энергии от источника в нагрузку в макросхемах используются проводники конусообразной формы или плоские интегральные схемы в объемной или интегральной форме исполнения, сопротивление которых во многих схемах обычно из-за малого значения не учитывается. Переход к схемам микро-, а тем более нанодиапазона конструктивно потребовал использования проводников переменного сечения, концы которых имеют размер 10^{-3} – 10^{-6} м. Поэтому анализ методов оптимального подключения от проводников обычных размеров к схемам микро- и нанодиапазонов представляет актуальную задачу. Сопротивление резисторов и проводников цилиндрической формы, заполненных однородным материалом с постоянным по всей длине проводника сечением, рассчитывается по формуле [8]: $R = \rho \frac{l}{S}$, где ρ – удельное сопротивление проводника (зависит от материала), S – площадь

поперечного сечения проводника, l – длина проводника. Для описания зависимости сопротивления неоднородного проводника переменного сечения необходимо использовать более общее выражение:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho(x) \frac{dx}{S(x)},$$

где x_1 и x_2 – начало и конец проводника с переменной шириной сечения.

Для токопроводящего полоска толщиной δ из однородного металла, ширина которого зависит от координаты x и описывается функцией $y(x)$, сопротивление определяется в виде:

$$R = \frac{\rho}{\delta} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{y(x)}.$$

Последнее соотношение позволяет рассчитать сопротивление для проводников самых разных форм. Для большого числа конфигураций можно получить аналитические выражения для расчета сопротивления или воспользоваться численными методами. Рассмотрим простейшие конфигурации, для которых можно получить аналитическое решение.

2.1. Конусовидная зависимость ширины полоска, описываемая функцией $y(x) = Axtg\alpha$, дает соотношение для расчета сопротивления проводника в виде:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{dx}{A\delta xtg\alpha} = \frac{\rho}{A\delta tg\alpha} \ln \frac{x_2}{x_1}.$$

Из формулы следует, что сопротивление конусообразного проводника уменьшается при увеличении угла у вершины конуса α . Использование клиновидной структуры снижает степень роста сопротивления проводника с увеличением его длины.

2.2. Проводник в виде полоска с экспоненциальной зависимостью ширины полоска, описываемой функцией $y(x) = A\exp\alpha x$, характеризуется сопротивлением:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{dx}{\delta A \exp(\alpha x)} = \frac{\rho}{A\delta \alpha} [\exp(-\alpha x_1) - \exp(-\alpha x_2)].$$

2.3. Проводник с поперечным размером, описываемым функцией $y(x) = Ath(\alpha x)$, характеризуется сопротивлением, определяемым соотношением:

$$R = \int_{x_1}^{x_2} \rho \frac{dx}{\delta Ath(\alpha x)} = \frac{\rho}{A\delta \alpha} \ln sh(\alpha x).$$

Полученные результаты показывают зависимость сопротивления проводников от формы, проявляющуюся наиболее существенно в области малых сечений. Таким образом, при малых размерах поперечного сечения необходимо учитывать форму проводника. Аналогично можно рассмотреть катушки индуктивности с неоднородными элементами. В учебных и в научных задачах можно предложить большое число неоднородных структур, расчет которых требует привлечения аппарата интегрирования (аналитического или численного).

Результаты исследования и их обсуждение

Проводилось сравнение результатов освоения учебного материала по одинаковой теме в группе с индивидуальными заданиями и в аналогичных параллельных группах, изучающих курс физики по традиционной программе, с одинаковым числом студентов, по нескольким показателям. При тестировании по обычным тестам раздела «Электромагнетизм» студенты контрольных групп, изучающие курс физики по традиционной программе, показали удовлетворительное усвоение материала в пределах от 40% до 60% и не проявили интереса к изучавшейся теме. Студенты, выполняющие индивидуальные работы, с теми же тестами, которые выдавались для контрольных групп, справились на 100% и оценили их как простые. При этом они выразили желание выполнять более сложные и интересные задания, чтобы иметь возможность повысить свою самооценку. Другим результатом исследования явилось то, что у студентов, выполнивших индивидуальные комплексные задания, на руках оказывались готовые научно-исследовательские работы. Эти работы они представляли на студенческие научные конференции разного уровня, а наиболее интересные работы после оформления публиковались в студенческих научных журналах. В аналогичных группах с традиционной методикой обучения такая возможность отсутствует. В этих группах студенческая научная работа проводится только наиболее успевающими студентами не из-за личного желания, а часто за счет некоторого давления со стороны преподавателей. У студентов экспериментальной группы резко выросли мотивация обучения и желание проведения новых исследований, которые можно было бы представлять на студенческие конкурсы разного уровня. Минусом полученных результатов является сложность работы по индивидуальным заданиям с большим числом учащихся из-за недостатка времени у преподавателей на работу с каждым студентом. Для высокой эффективности работы по предлагаемой методике необходима индивидуальная работа с каждым студентом, время на которую не предусматривается учебными планами.

Заключение

Реализация программы непрерывности междисциплинарной подготовки и повышения ее эффективности возможна только при разработке специальной рабочей программы, где изучение отдельных тем будет увязано с вопросами, входящими в предмет изучения другой дисциплины. Наибольший эффект достигается в том случае, когда ставится и решается комплексная задача, в которой используются знания разных дисциплин, которые не разделены искусственно, а используются совместно. Разработаны задачи расчета неоднородных элементов электрических схем, требующие изучения и применения разделов физики, интегрирования и программирования. Показана возможность получения аналитических решений для большого числа новых конфигураций, ранее не рассматривавшихся в литературе,

на основе которых возможно создание планарных элементов микро- и наноразмеров для различных диапазонов частот. Решение этих задач позволяет естественным путем освоить темы, относящиеся в настоящее время к разным учебным дисциплинам.

Список литературы

1. Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на 2015-2025 гг. (Распоряжение Правительства РФ от 29.05.2015 г. № 996-р. [Электронный ресурс]. URL: <http://static.government.ru/media/files/f5Z8H9tgUK5Y9qtJ0tEFnyHlBitwN4gB.pdf> (дата обращения: 25.03.2022).
2. Крушельницкая О.И., Полевая М.В., Третьякова А.Н. Мотивация к получению высшего образования и ее структура // Психолого-педагогические исследования. 2019. Т. 11. № 2. С. 43-57. DOI:10.17759/psyedu.2019110205.
3. Семенова И.Ю., Анисимова А.А. Профориентационная работа в условиях цифровой трансформации системы образования // Цифровое образование: новая реальность: материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (Чебоксары, 16 ноября 2020 г.). Чебоксары: Издательский дом «Среда», 2020. С. 59-62.
4. Нечаев М.П., Фролова С.Л. Современное осмысление проблем профориентации обучающихся // Психолого-педагогический журнал Гаудеамус. 2017. Т. 16. № 2. С. 9-16.
5. Дегтерев В.А. К вопросу о системе непрерывного профессионального образования // Успехи современного естествознания. 2014. № 9-2. С. 175-180.
6. Сергеева С.В., Воскресенко О.А., Люсева Т.П. Индивидуальный учебный план как условие реализации непрерывности профессиональной подготовки в многоуровневой образовательной организации // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 12-1. С. 197-200.
7. Глущенко А.Г., Глущенко Е.П., Жуков С.В. Повышение мотивации профессионального образования через студенческую научно-исследовательскую работу // Современные проблемы науки и образования. 2019. № 6. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29478> (дата обращения: 28.03.2022).
8. Савельев И.В. Курс общей физики. Т.2. СПб.: Лань, 2021. 500 с.