

# ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

## РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ КАК ФОРМА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ «ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»

А.Ю. Александрина, В.Ф. Каблов, О.Ф. Абрамова

Кафедра химической технологии полимеров и промышленной экологии  
Волжский политехнический институт (филиал) Волгоградского  
государственного технического университета  
*ул. Энгельса, 42а, Волжский, Волгоградская область, Россия, 404121*

В работе описан практический опыт организации научно-исследовательской работы студентов (НИРС) направления «Химическая технология». Показано, что разработка информационных продуктов, в том числе программных, в рамках НИРС способствует развитию навыков использования математического аппарата и уникальных возможностей современного программирования в своей предметной области; завершает формирование ряда общепрофессиональных и профессиональных компетенций; обеспечивает индивидуализацию образовательной траектории, что, в свою очередь, способствует быстрому освоению выпускником новых областей деятельности и решению неформальных задач, что востребовано в современных условиях высокотехнологичных производств.

**Ключевые слова:** научно-исследовательская работа студентов, информационные продукты, программные продукты, индивидуализация образовательной траектория, химическая технология

В современной системе высшего образования России актуализируется проблема проектирования и обеспечения индивидуальных образовательных траекторий (ИОТ), что продиктовано требованиями информационного общества к качеству профессионального образования, компетентности специалистов, их готовности к освоению и/или созданию инновационных продуктов. Обеспечение индивидуальной образовательной траектории, под которой понимается индивидуальный путь в образовании, выстраиваемый и реализуемый субъектом образовательного процесса самостоятельно при педагогической поддержке его самоопределения и самореализации, позволяет заложить основы индивидуально-творческого и профессионального развития личности студента.

В то же время индивидуализация обучения в условиях массовой подготовки бакалавров и магистров входит в явное противоречие с реальными социально-экономическими условиями существования современной высшей школы [7. С. 68].

Очевидно, действенной и устраняющей указанное противоречие технологией, обеспечивающей индивидуально ориентированную организацию образовательного процесса, является научно-исследовательская работа студентов (НИРС), как встроенная в учебный процесс, так и внеучебная; как фундаментальная, так и прикладная.

В рамках прикладных НИРС решаются конкретные научные и технологические проблемы, и результатом являются новые продукты, в том числе информационные. Особую актуальность подобная форма организации НИРС приобретает в свете специфики инженерных задач, выходящих за пределы возможностей одной предметной области. Так, Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» (уровень магистратуры) указывает, что выпускник программы магистратуры должен обладать готовностью к использованию методов математического моделирования материалов и технологических процессов [6]. Аналогичные требования содержатся в проекте стандарта по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» (уровень бакалавриата): выпускник программы бакалавриата должен уметь составлять математические модели типовых профессиональных задач, находить способы их решений и интерпретировать профессиональный (физический) смысл полученного математического результата; применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств деловой сферы деятельности; использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей предметной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования.

Таким образом, системное формирование профессиональных компетенций в современных условиях невозможно без математического моделирования объектов предметной области — «в нем гармонично сочетаются неформальный язык изучаемой области науки, формальный язык математики и уникальные возможности современного программирования» [6. С. 19]. Ключевым этапом математического моделирования оказывается первый — составление математического описания. Математическая и техническая сторона моделирования (прикладная математика, программирование, готовые пакеты для расчетов, вычислительная техника) развиваются столь интенсивно и уже настолько разработаны, что химик-технолог, в полной мере способный учесть нюансы технологического процесса в математическом описании (что затруднительно для математиков, отвечающих только за математическую основу, и программистов, отвечающих только за реализацию решения математического описания), может успешно провести моделирование и, более того, разработать программно-информационное обеспечение технологических процессов.

Практика привлечения студентов к разработке программных продуктов хорошо зарекомендовала себя как форма организации внеучебной НИРС при подготовке по направлению «Химическая технология» уровня бакалавриата и магистратуры и с точки зрения формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций, и с позиции индивидуализации образовательной траектории. Результативность таких НИРС подтверждена свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ [2–4], публикациями и дипломами победителей конференций молодых исследователей.

Организация НИРС в рассматриваемой форме предусматривает индивидуализацию маршрута в соответствии с уровнем подготовки и интересами студента (рис. 1).



Рис. 1. Альтернативные маршруты и результаты научно-исследовательской работы студента

Перспективным информационным продуктом НИРС студентов-младшекурсников является инфографика — графическое отображение логики процесса или взаимосвязей в объекте предметной области, сопровождающееся, в отличие от графических моделей, текстовыми уточнениями и пояснениями. Инфографика и как промежуточный и как конечный продукт НИРС представляет особую ценность с точки зрения формирования способности к систематизации и обобщению информации, анализу материалов и технологических процессов как объектов управления (рис. 2). Кроме того, совершенствуются навыки работы с информацией в глобальных компьютерных сетях и с компьютером как средством управления информацией.

Приобретение студентами направления подготовки 18.03.01 «Химическая технология» навыков разработки алгоритмов и реализация их в стандартных математических пакетах происходит в процессе изучения дисциплины «Информатика» [1. С. 125].

Прикладная направленность предлагаемых к решению задач, во-первых, позволяет установить междисциплинарные связи и ознакомить на пропедевтическом уровне со спецификой профессиональной деятельности, во-вторых, обеспечивает базу будущих успешных НИРС. На рисунке 3 приведена реализация в среде MathCAD алгоритма расчета концентраций исходных веществ и продуктов реакции  $A + B \xrightarrow{k} C$  на основе метода Эйлера. Комплексный подход к изучению кинетики процессов синтеза низкомолекулярных соединений — изучение кинетики

тического механизма, составление математического описания кинетики, выбор численного метода решения системы дифференциальных уравнений, разработка алгоритма решения, его реализация в стандартном математическом пакете и визуализация процесса в виде кинетических кривых — способствует формированию целого ряда общепрофессиональных и профессиональных компетенций.

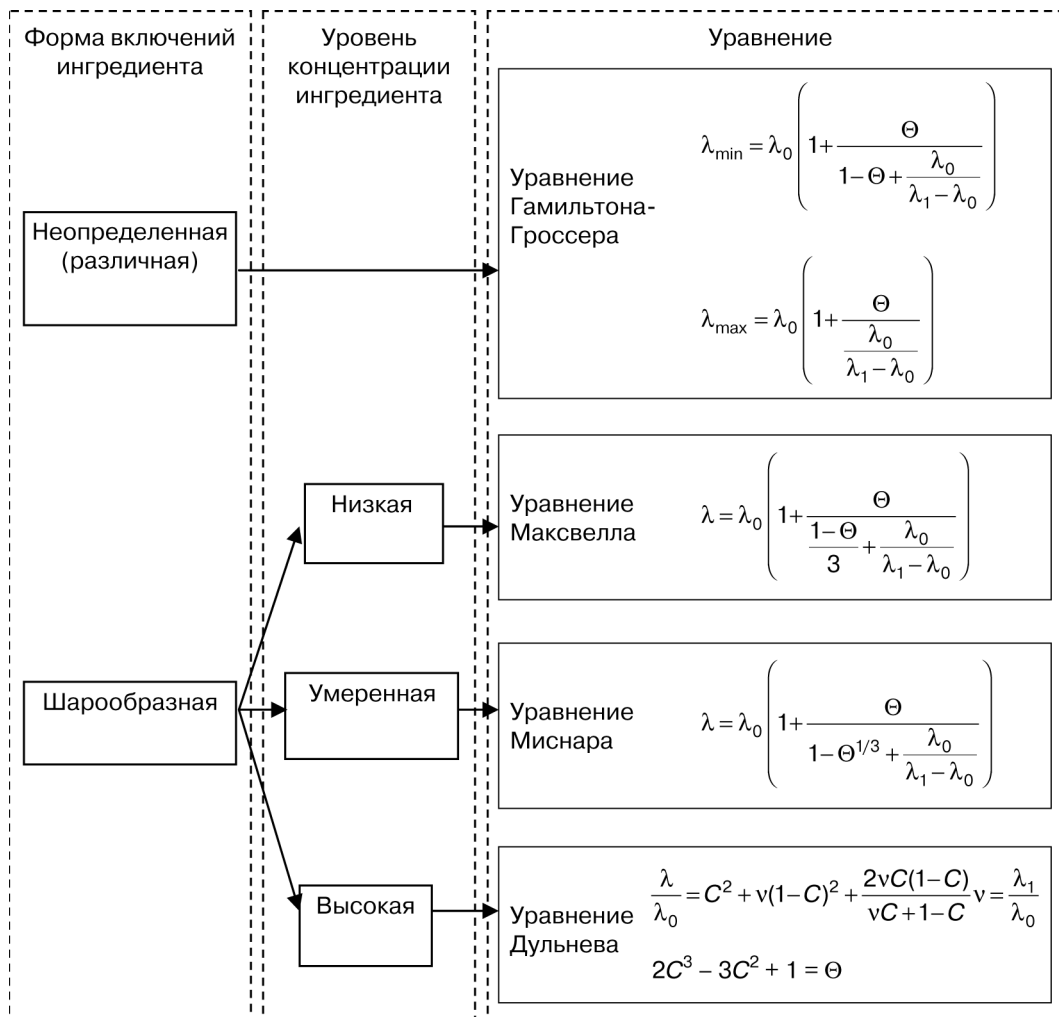


Рис. 2. Фрагмент инфографической модели расчета коэффициента теплопроводности бинарной системы «каучук-наполнитель»

Созданные в рамках НИРС в соответствии с профилем подготовки программные продукты ориентированы, как правило, на программно-информационное обеспечение технологических разработок резин. Функциональным назначением разработанного программно-информационного обеспечения является предоставление пользователю возможности расчета параметров резин и работы с базами данных ингредиентов резиновых композиций и рецептур резин. На рисунке 4 показано главное окно приложения для прогнозирования теплофизических характеристик эластомерных композиций; приложение разработано средствами

языка C++ с использованием инструментальной среды Builder C++, входящей в состав интегрированной среды разработки приложений Embarcadero RAD Studio. Выбор данной среды обусловлен наличием удобных средств визуального проектирования форм.

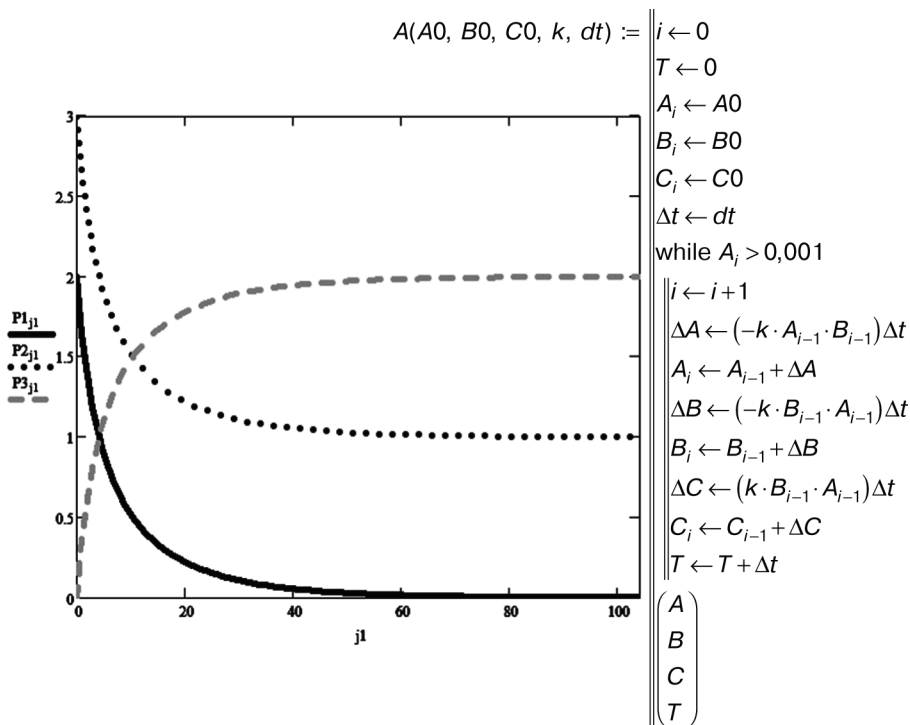


Рис. 3. Реализация алгоритма кинетической модели  $A + B \xrightarrow{k} C$  в среде MathCAD

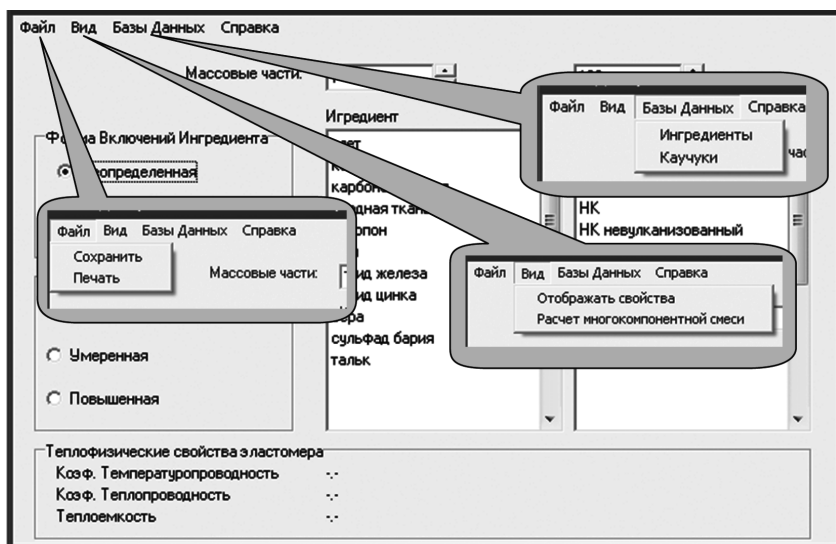


Рис. 4. Главное окно приложения для прогнозирования термофизических характеристик эластомерных композиций

Для реализации расчетов необходимо указать состав полимерного материала и содержание каждого ингредиента. Выбор ингредиента осуществляется следующим образом: с помощью клавиш со стрелками выбрать нужный ингредиент; ввести (или выбрать из списка) массовую часть (на 100 масс. част. основного каучука); нажать кнопку «Добавить». Аналогично производится выбор остальных ингредиентов. Удалить часть или все записи из окна формирования рецепта можно с помощью кнопок «Clear» и «Delete».

Для выбора алгоритма прогноза теплофизических свойств необходимо также при добавлении каждого ингредиента выбирать уровень концентрации компонента и форму его включения, поскольку для определения коэффициента теплопроводности бинарной системы применены теоретические уравнения, выведенные различными авторами исходя из представлений о распределении одного компонента в другом. Варьирование уровней таких факторов, как форма включения и уровень концентрации ингредиента, обеспечивает выбор необходимого уравнения для расчета коэффициента теплопроводности.

После формирования рецепта и указания параметров отбора алгоритма прогноза рассчитывается теплоемкость, коэффициенты тепло- и температуропроводности и плотность композиции, состоящей из указанных ингредиентов и каучуков. Значение теплофизических характеристик выбирается автоматически из информационных файлов.

Подводя итог, можно отметить, что такая форма организации НИРС по направлению подготовки «Химическая технология» (уровень бакалавра, уровень магистра) как разработка информационных, в том числе программных, продуктов способствует развитию системного мышления и навыков использования математического аппарата и уникальных возможностей современного программирования в своей предметной области; завершает формирование ряда общепрофессиональных и профессиональных компетенций; индивидуализирует образовательную траекторию, что, в свою очередь, способствует быстрому освоению выпускником новых областей деятельности и решению неформальных задач, что востребовано в современных условиях высокотехнологичных производств.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Белова С.В., Абрамова О.Ф. Применение математического пакета MathCAD для обучения программированию студентов по дисциплине «Информатика» // Международный журнал экспериментального образования. 2012. № 7. С. 125–126.
- [2] Каблов В.Ф., Александрина А.Ю., Чернявский А.Ю., Данилов М.В., Шевченко Е.А. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2010612283 от 26 марта 2010 г. РФ, МПК (нет). Прогнозирование теплофизических характеристик эластомерных композиций. Волгоград: ВолгГТУ, 2010.
- [3] Каблов В.Ф., Александрина А.Ю., Чернявский А.Ю., Данилов М.В. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2010612284 от 26 марта 2010 г. РФ, МПК (нет). Прогнозирование усадки эластомерных композиций после вулканизации. Волгоград: ВолгГТУ, 2010.
- [4] Каблов В.Ф., Василькова Л.А., Бондаренко С.Н. Свид. о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2011618333 от 21 октября 2011 г. РФ, МПК (нет). Программа для расчета пределов изменения теплофизических характеристик огнетеплозащитного вспучивающегося покрытия. Волгоград: ВолгГТУ, 2011.

- [5] *Каблов, В.Ф., Голубь А.В., Александрина А.Ю.* Разработка электронного банка рецептов для шин и резинотехнических изделий // Проблемы шин и резинокордных композитов: материалы 21-го симпозиума. М.: Науч.-техн. центр «НИИШП», 2010. Т. 1. С. 42–47.
- [6] *Перминов Е.А.* Об актуальности и методологических аспектах обучения будущих педагогов математическому моделированию // Образование и наука. 2014. № 2 (11). С. 17–33.
- [7] *Петрунева Р.М.* Индивидуально-ориентированная организация учебного процесса: иллюзии и реальность // Высшее образование в России. 2011. № 5. С. 65–70.
- [8] Приказ Минобрнауки России от 21.11.2014 № 1494 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры)». URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/180401\\_Himtech.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/180401_Himtech.pdf).
- [9] *Шевченко Е.А., Александрина А.Ю.* Имитационная нейросетевая модель прогнозирования свойств химических соединений // Материалы XIII региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. Волгоград: ВолгГТУ, 2009. С. 226–229.

## **DEVELOPMENT OF SPECIALIZED SOFTWARE PRODUCTS AS A FORM OF RESEARCH WORK OF STUDENTS OF A DIRECTION “CHEMICAL TECHNOLOGY”**

**A.YU. Aleksandrina, V.F. Kablov, O.F. Abramova**

Chair of chemical technology of polymers and industrial ecology  
Volga polytechnical institute (branch) Volgograd  
state technical university  
*Engels str., 42a, Volzhsky, Volgograd region, Russia, 404121*

The paper describes a practical experience of the organization of research work of students enrolled in direction “Chemical technology”. It is shown that the creation of software promotes the development of skills in using mathematical apparatus and in using the unique capabilities of modern programming in their subject area; completes the formation of the series of general and professional competences; provides individualization of the educational trajectory, resulting in a graduate quickly developing new areas and solve the problem of informal — such are the demands of modern high-tech industries. Effectiveness of research work of students enrolled in direction “Chemical technology” is confirmed by the certificate of state registration of computer programs, publications and diplomas of winners of conferences of young researchers.

**Key words:** scientific-research work of students, information products, software products, the individualization of the educational trajectory, chemical technology

### **REFERENCES**

- [1] *Belova S.V., Abramova O.F.* Primenenie matematicheskogo paketa MathCAD dlja obuchenija programirovaniyu studentov po discipline «Informatika» [Application of a mathematical MathCAD package for training in programming of students on discipline of “Information scientist”]. *Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija [International magazine of experimental education]*. 2012. no 7. pp. 125–126.

- [2] *Kablov V.F., Aleksandrina A.Ju., Chernjavskij A.Ju., Danilov M.V., Shevchenko E.A.* Svid. o gos. registracii programmy dlja JeVM № 2010612283 ot 26 marta 2010 g. RF, MPK (net). Prognozirovanie teplofizicheskikh harakteristik jelastomernyh kompozicij [The certificate on the state registration of the computer program No. 2010612283 of March 26, 2010 of the Russian Federation, MPK isn't present). Forecasting of heatphysical characteristics of elastomeric compositions]. Volgograd: VolgGTU, 2010.
- [3] *Kablov V.F., Aleksandrina A.Ju., Chernjavskij A.Ju., Danilov M.V.* Svid. o gos. registracii programmy dlja JeVM № 2010612284 ot 26 marta 2010 g. RF, MPK (net). Prognozirovanie usadki jelastomernyh kompozicij posle vulkanizacii [The certificate on the state registration of the computer program No. 2010612284 of March 26, 2010 of the Russian Federation, MPK isn't present). Forecasting of shrinkage of elastomeric compositions after curing]. Volgograd: VolgGTU, 2010.
- [4] *Kablov V.F., Vasil'kova L.A., Bondarenko S.N.* Svid. o gos. registracii programmy dlja JeVM № 2011618333 ot 21 oktjabrja 2011 g. RF, MPK (net). Programma dlja raschjota predelov izmenenija teplofizicheskikh harakteristik ogneteplozashhitnogo vspuchivajushhegosja pokrytija [The certificate on the state registration of the computer program No. 2011618333 of October 21, 2011 of the Russian Federation, MPK isn't present). Program for calculation of limits of change of heatphysical characteristics of ogneteplozashchitny vspuchivajushhego coverings.]. Volgograd: VolgGTU, 2011.
- [5] *Kablov, V.F., Golub' A.V., Aleksandrina A.Ju.* Razrabotka jelektronnogo banka receptur dlja shin i rezinotekhnicheskikh izdelij [Development of electronic bank of compoundings for tires and rubber products]. *Problemy shin i rezinokordnykh kompozitov: materialy 21-go simpoziuma [Problems of tires and resinokordnykh of composites: materials of the 21st symposium.]*. M.: Nauch.-tehn. centr «NIIShP», 2010. no.1. pp. 42–47.
- [6] *Perminov E.A.* Ob aktual'nosti i metodologicheskikh aspektah obuchenija budushhih pedagogov matematicheskomu modelirovaniju [About relevance and methodological aspects of training of future teachers in mathematical modeling]. *Obrazovanie i nauka [science and education]*. 2014. no 2 (11). pp. 17–33.
- [7] *Petruneva R.M.* Individual'no-orientirovannaja organizacija uchebnogo processa: illjuzii i real'nost' [Individual-based organization of educational process: illusions and reality]. *Vysshee obrazovanie v Rossii [The higher education in Russia]*. 2011. no 5. pp. 65–70.
- [8] Prikaz Minobrnauki Rossii ot 21.11.2014 № 1494 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovanija po napravleniju podgotovki 18.04.01 Himicheskaja tehnologija (uroven' magistratury)» [The order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of 21.11.2014 N 1494 "About the approval of the federal state educational standard of the higher education in the direction of preparation 18.04.01 Chemical technology (magistracy level)"]. URL: [http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/180401\\_Himtech.pdf](http://fgosvo.ru/uploadfiles/fgosvom/180401_Himtech.pdf).
- [9] *Shevchenko E.A., Aleksandrina A.Ju.* Imitacionnaja nejrosetevaja model' prognozirovanija svojstv himicheskikh soedinenij [Imitating neural network model of forecasting of properties of chemical compounds]. *Materialy XIII regional'noj konferencii molodyh issledovatelej Volgogradskoj oblasti [Materials XIII of regional conference of young researchers of the Volgograd region]*. Volgograd: VolgGTU, 2009. pp. 226–229.