

## Опыт разработки и использования в ТГАСУ учебных компьютерных программ при преподавании дисциплин «Сопротивление материалов» и «Строительная механика»

Б.А. Тухфатуллин<sup>1</sup>, Л.Е. Путеева<sup>1</sup>, Ф.А. Красина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Томский государственный архитектурно-строительный университет, Томск, Россия

<sup>2</sup>Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Томск, Россия

Получено 15.12.2016 / Отредактировано 12.06.2017 / Опубликовано 31.12.2017

### Аннотация

В статье представлены результаты работы по внедрению в учебный процесс кафедры «Строительная механика» ТГАСУ компьютерных программ, предназначенных для решения задач по дисциплинам «Сопротивление материалов» и «Строительная механика». Программы позволяют проверить правильность результатов ручного расчета, быстро найти и устранить допущенные ошибки, избежать большого объема однотипных вычислений. Разработанные компьютерные программы обладают развитым интерфейсом, исходные данные и результаты расчета представлены в привычном для студента виде; программы распространяются свободно.

**Ключевые слова:** сопротивление материалов, строительная механика, учебные компьютерные программы, тестирование знаний студентов, генератор задач по теме «Изгиб».

**Key words:** strength of materials, structural mechanics, educational computer programs, testing students' knowledge, gene-operator tasks on «Bending» theme.

Современный процесс обучения студентов вузов невозможно представить без использования возможностей вычислительной техники. Преподавание дисциплин прочностного цикла в вузе строительного профиля существенно выигрывает, если параллельно с ручным решением задач выполнять расчет в программных продуктах инженерно-строительного назначения, например, ЛИРА-САПР, SCAD [1, 2]. К сожалению, на освоение указанных и других аналогичных комплексов требуется время, не предусмотренное учебным планом дисциплины; кроме того, программные комплексы по подготовленным пользовате-

лем исходным данным выдают готовые результаты расчета, что не позволяют осуществлять поэтапную проверку знаний студентов. В связи с этими обстоятельствами в ряде вузов разрабатывается собственное программное обеспечение для решения задач по дисциплинам «Сопротивление материалов» и «Строительная механика» [3–6]. Как правило, пользоваться созданными программами могут только студенты, обучающиеся в данном вузе. Использование в качестве решателя пакетов Mathcad, Microsoft Excel и др. позволяет решать только те задачи, для которых предварительно был создан шаблон [7, 8].

На кафедре строительной механики ТГАСУ, начиная с 1995 года, разрабатываются свободно распространяемые учебные компьютерные программы для решения задач расчетно-графических работ (РГР) [9–12, 14–18]. Программы ориентированы на решение задач по определенным разделам дисциплины, поэтому на обучение студентов работе с ними требуется небольшое количество времени; как правило, для этого преподавателю достаточно продемонстрировать подготовку исходных данных и выполнение расчета на примере одной типовой задачи. Вся вводимая информация отображается графически в виде расчетных схем с указанием размеров, типов и мест расположения опорных связей, действующих нагрузок и не отличается от общепринятой в изучаемой дисциплине.

Существенным преимуществом программ служит то обстоятельство, что контроль правильности решения производится поэтапно. Программы позволяют быстро найти и исправить ошибку в сложных задачах, например, при расчете статически неопределимых систем методом сил или методом перемещений. В ряде задач, например, при построении изогнутой оси балки, расчете трехшарнирной арки, решении плоской задачи теории упругости, студенту приходится выполнять большой объем «рутинных» вычислений вручную. При использовании разработанных программ в случае правильного вычисления небольшого числа контрольных величин, студенту в качестве бонуса выдаются результаты расчетов в виде эпюр внутренних усилий, прогибов, углов поворота и т.д., которые он может использовать при оформлении РГР. Все программы составлены на языке Object Pascal в среде визуального программирования Borland Delphi 7 [13].

Программа «GeomW» [10, с. 3–20, 14, 18] предназначена для расчета геометрических характеристик плоских поперечных сечений (рис. 1). Для подготовки исходных данных все сечение разбивается на простые фигуры: прямоугольник,

треугольник правый (левый), круг, полукруг, четверть круга, двутавр, швеллер, равнополочный уголок, неравнополочный уголок правый (левый). Для каждой фигуры вводятся характерные размеры, координаты точки привязки и угол поворота относительно базового положения. Прокатные профили выбираются из заданного в программу сортамента. Геометрические характеристики всего сечения являются контрольными величинами и скрыты от пользователя, неправильно рассчитанные значения выделяются цветом. В этом случае студент может найти ошибку в расчете, проверяя величины геометрических характеристик по отдельным фигурам. В качестве справочной информации приводятся формулы для простых фигур, выборка из сортаментов прокатных профилей.

Программа «BeamW» [10, с. 21–29, 18] строит эпюры изгибающих моментов, поперечных сил, прогибов и углов поворота в статически определимой балке (рис. 2). Для расчета используется метод начальных параметров. Исходные данные для программы: длина балки; координаты опорных сечений; данные о действующих на балку нагрузках. Контрольными величинами являются опорные реакции; изгибающие моменты и поперечные силы в двух выбранных сечениях; прогиб и угол поворота в одном сечении. Результаты расчета будут выведены в окне программы, если соответствующие контрольные величины найдены правильно. При необходимости можно проверить правильность определения начальных параметров – прогиба и угла поворота в начале координат.

Учебные программы «AstraWMs» и «AstraWMr» [15, 18] используются студентами при выполнении РГР по темам «Расчет статически неопределимых систем методом сил» и «Расчет статически неопределимых систем методом перемещений». Студенту предоставляется возможность проверить правильность ручного расчета в части построения единичных и грузовой эпюр изгибающих моментов;



Б.А. Тухфатуллин



Л.Е. Путеева



Ф.А. Красина

Рис. 1. Окна программы для вычисления геометрических характеристик плоских поперечных сечений

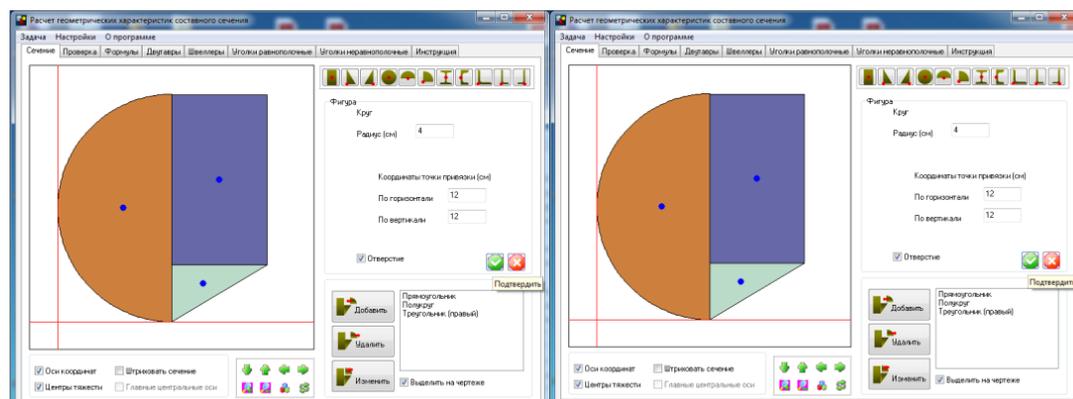
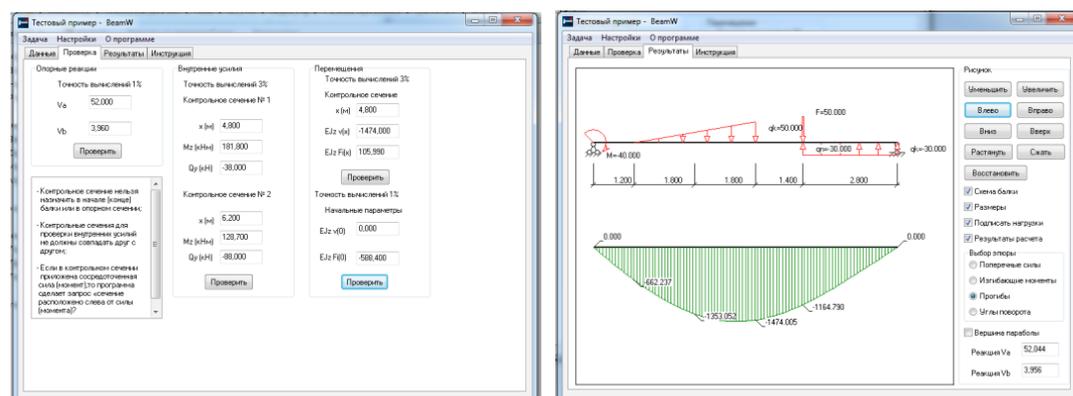


Рис. 2. Окна программы для расчета балки на изгиб



вычисления коэффициентов канонических уравнений; вычисления значений неизвестных; построения окончательных эпюр внутренних усилий. Программа снабжена развитой системой фильтров, возможностью масштабирования изображения, вывода эпюр усилий по элементам и т.д. В основу расчета заложен метод конечных элементов (МКЭ), являющийся в настоящее время стандартом для анализа инженерных конструкций [19].

Программа «ArkaW» [10, с. 30–38, 18] позволяет определять внутренние усилия и опорные реакции в трехшарнирной арке (рис. 3). Студентом вручную в одном контрольном сечении арки вычисляются изгибающий момент, поперечная и про-

дольная сила; при правильных результатах на экран выводится полная информация для всех сечений (таблица значений, эпюры внутренних усилий).

Неотъемлемой частью организации современного образовательного процесса является тестирование знаний студентов (входное, текущее, итоговое и остаточное). Программа TestW [16] предназначена для тестирования знаний студентов по дисциплинам прочностного цикла и работает в двух режимах (рис. 4). Первый режим предусматривает разработку и составление вопросов и предлагаемых для выбора ответов. Для создания теста необходимо: указать название дисциплины; указать названия темы (раздела),

Рис. 3. Окна программы для расчета трехшарнирной арки

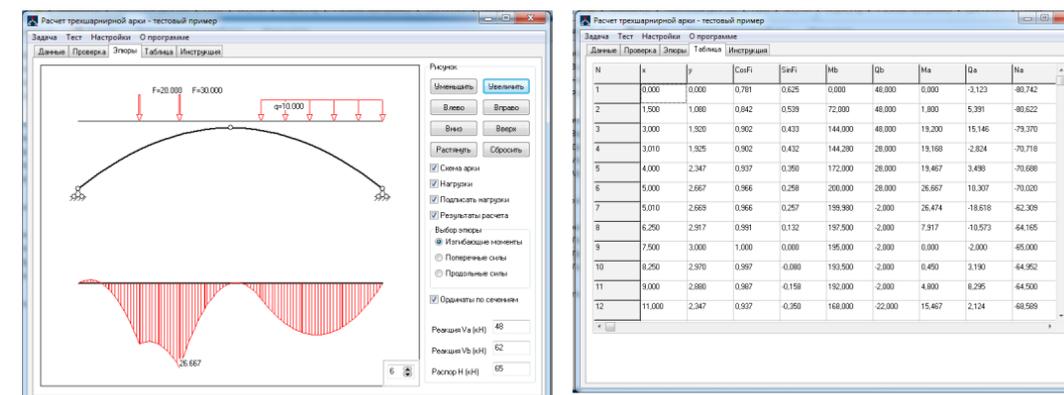
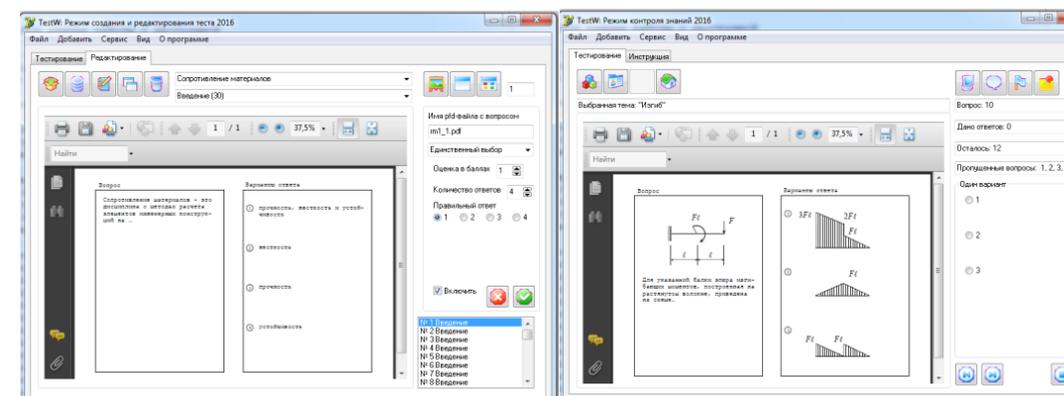


Рис. 4. Окна программы для создания тестов и проведения тестирования знаний студентов



затем для выбранного раздела последовательно загрузить очередной вопрос – предварительно подготовленный файл формата PDF. В зависимости от типа вопроса выбирается вид ответа (единственный выбор, множественный выбор, правильное число, вещественное число, слово). Программа позволяет редактировать вопрос с изменением его типа; начислять определенное количество баллов за правильный ответ; включать вопрос в базу (исключать из базы). Режим тестирования предусматривает как тестирование по одной выбранной теме (разделу), так и по всем разделам дисциплины (в этом случае

из общей базы по всем вопросам дисциплины случайным образом выбирается заданное количество вопросов). На сегодняшний день на кафедре строительной механики ТГАСУ разработаны тесты по дисциплинам: «Техническая механика», «Сопротивление материалов», «Теория упругости», «Численные методы расчета строительных конструкций» и «Нелинейные задачи строительной механики».

Программа «Балки\_рамы» [17, 18] позволяет проверять правильность вычисления опорных реакций и внутренних усилий в статически определимых балках и рамах (рис. 5). Расчетный алгоритм

программы построен на основе МКЭ. Изгибающие моменты, поперечные и продольные силы проверяются в начале и в конце каждого участка. При правильном решении задачи на экран выводятся эпюры внутренних усилий с указанием характерных ординат. Программа обладает возможностью создания расчетных схем в двух вариантах: произвольно заданных пользователем и согласно вариантам РГР, выполняемых на кафедре «Строительная механика» ТГАСУ. На отдельной вкладке программы помещен генератор задач различной степени сложности. Исходные данные в виде размеров участков, мест приложения нагрузок и их величины выбираются случайным образом. Генератор рекомендуется использовать при самостоятельной подготовке студентов к итоговой аттестации.

Все программы зарегистрированы в Реестре программ для ЭВМ и находятся

в свободном доступе в виде исполняемых exe-файлов [18]. Также на сайте [18] помещены инструкции к программам, авторские тексты лекций, презентации, справочные и другие учебные материалы.

Многолетний опыт использования разработанных компьютерных программ показал следующее:

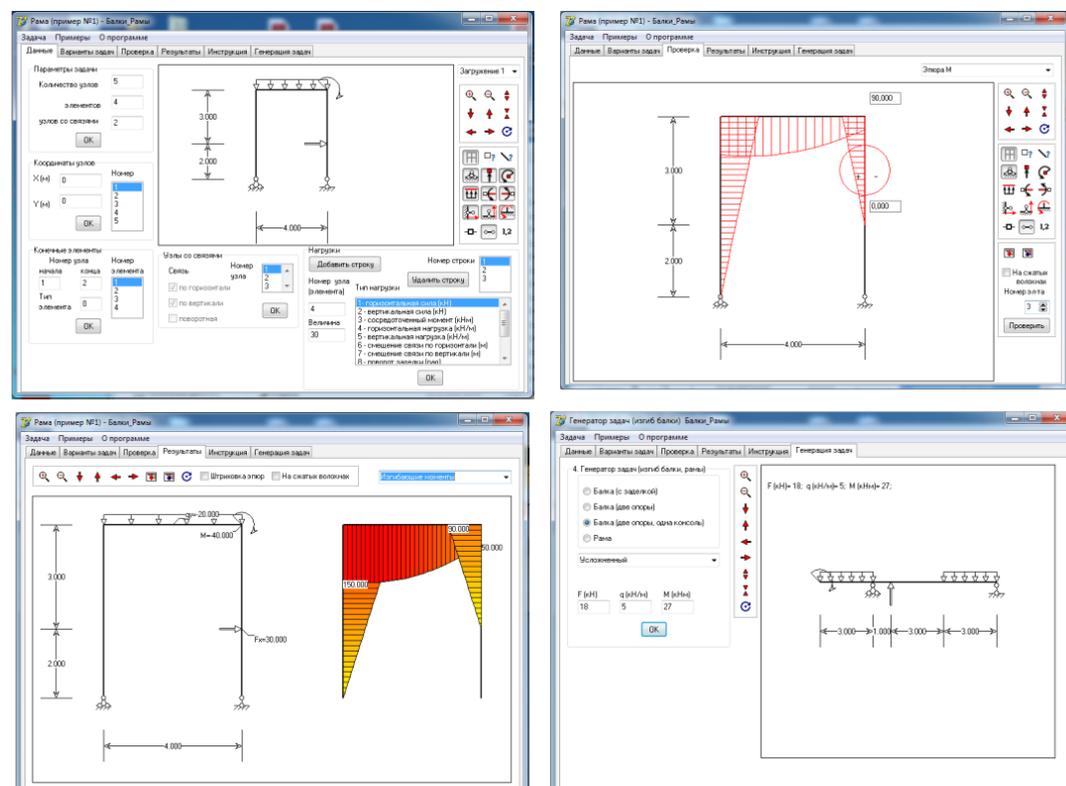
- резко сокращается время на поиск и исправление ошибок, допущенных в ручном расчете, что положительно влияет на процесс обучения;
- выполнение РГР с использованием компьютерных программ существенно повышает интерес студентов к изучаемой дисциплине, и, в конечном счете, способствует лучшему закреплению теоретических знаний и практических умений;
- особенно полезно использовать разработанные программы для дистанционной формы обучения как

эффективное средство организации самостоятельной работы;

- студенты приобретают навыки (по созданию расчетных схем, подготовке исходных данных с последующим обязательным контролем, анализу

полученных результатов, поиску и исправлению ошибок), необходимые в дальнейшей работе с программными комплексами по расчету строительных конструкций в ходе курсового и дипломного проектирования.

Рис. 5. Окна программы для решения задач по определению внутренних усилий при изгибе



## ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий, А.С. Компьютерное моделирование в задачах строительной механики / А.С. Городецкий, М.С. Барабаш, В.Н. Сидоров. – М.: Изд-во АСВ, 2016. – 338 с.
2. Константинов, И.А. Строительная механика: учеб. / И.А. Константинов, В.В. Лалин, И.И. Лалина. – М.: Проспект, КНОРУС, 2010. – 432 с.
3. Мкртычев, О.В. Сопротивление материалов. Обучающий программный комплекс на CD-ROM: учеб. пособие / О.В. Мкртычев. – М.: Изд-во АСВ, 2005. – 102 с.
4. Игнатъев, В.А. Обучающие программы. Комплекс программ EDMARCO [Электронный ресурс] / В.А. Игнатъев Т.И. Апраксина, Ю.Н. Бахтин // Ин-т архитектуры и стр-ва ВолгГТУ: офиц. сайт. – Волгоград, [2003–2017]. – URL: <http://vgasu.ru/education/sc-programms>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
5. Программы для ЭВМ по строительной механике [Электронный ресурс] // С.-Петерб. гос. политехн. ун-т, каф. «Строительная механика и строительные конструкции: сайт. – СПб., 2013–2017. – URL: <http://smsk.spb.ru/programmy-dlya-evm-po-stroitelnoy-m>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
6. Игнатюк, В.И. О разработке учебных компьютерных программ для решения задач строительной механики [Электронный ресурс] // Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 1. – Минск: БНТУ, 2013. – С. 88–95. – URL: <http://rep.bntu.by/handle/data/10700>, свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
7. Макаров, Е.Г. Сопротивление материалов на базе Mathcad: учеб. пособие / Е.Г. Макаров. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
8. Коргин, А.В. Сопротивление материалов с примерами решения задач в системе Microsoft Excel: учеб. пособие / А.В. Коргин; под ред. В.И. Андреева. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 389 с.
9. Тухфатуллин, Б.А. Решение задач сопротивления материалов, строительной механики и теории упругости на персональном компьютере: учеб. пособие / Б.А. Тухфатуллин. – Томск: Офсет. лаб. ТГАСА, 1997. – 29 с.

10. Тухфатуллин, Б.А. Программы для решения задач по дисциплинам «Теория упругости», «Строительная механика», «Соппротивление материалов». Ч. 1. Методические указания / Б.А. Тухфатуллин. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2012. – 42 с.
11. Тухфатуллин, Б.А. Опыт разработки и использования в ТГАСУ учебных компьютерных программ при преподавании дисциплины «Оптимальное проектирование конструкций» // Проблемы оптимального проектирования сооружений: сб. докл. 3 Всерос. конф. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2014. – С. 417–423.
12. Тухфатуллин, Б.А. Программа ContW для расчета геометрических характеристик сечения, образованного несколькими контурами / Б.А. Тухфатуллин, Л.Е. Путеева, Ф.А. Красина // Информационно-вычислительные технологии и их приложения: сб. XIX Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза: Изд-во ПГСА, 2015. – С. 58–63.
13. Архангельский, А.Я. Программирование в Delphi 7 / А.Я. Архангельский. – М.: ООО Бином-Пресс, 2003. – 1152 с.
14. Путеева, Л.Е. Программа для расчета геометрических характеристик «GeomW» и ее использование в учебном процессе кафедры строительной механики / Л.Е. Путеева, Б.А. Тухфатуллин // Проблемы инженерного образования: материалы регион. науч.-метод. конф. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2010. – С. 112–114.
15. Тухфатуллин, Б.А. Учебные программы для расчета статически неопределимых систем методом сил и перемещений // Строительная индустрия: вчера, сегодня, завтра: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. / МНИЦ ПГСХА. – Пенза: РИО ПГМХА, 2012. – С. 89–93.
16. Тухфатуллин, Б.А. Программа для тестирования знаний студентов по дисциплинам прочностного цикла / Б.А. Тухфатуллин, Ф.А. Красина, Л.Е. Путеева // Тестирование в сфере образования: проблемы и перспективы развития: материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2014. – С. 109–116.
17. Балки\_рамы: свидетельство об офици. регистрации программы для ЭВМ № 2016660522 Рос. Федерация / Б.А. Тухфатуллин, Л.Е. Путеева; правообладатель федер. гос. бюджет. образоват. учрежд. высш. образования «Томский государственный архитектурно-строительный университет» (ТГАСУ). – № 2016617871; заявл. 19.07.2016; зарегистрировано в реестре программ для ЭВМ 16.09.2016; опублик. 20.10.2016; Бюл. № 10. – [1] с.
18. Балки\_рамы [Электронный ресурс] // Строительная механика: сайт. – Томск, сор. 2017. – URL: [https://stroymeh.tom.ru/programmy/balki\\_ramy](https://stroymeh.tom.ru/programmy/balki_ramy), свободный. – Загл. с экрана (дата обращения: 12.12.2016).
19. Трушин, С.И. Метод конечных элементов. Теория и задачи: учеб. пособие / С.И. Трушин. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 256 с.

УДК 378.147

## Применение обучающих компьютерных программ в процессе профессионально-иноязычной подготовки будущих инженеров

С.Е. Цветкова<sup>1</sup>, И.А. Малинина<sup>2</sup><sup>1</sup>Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, Россия<sup>2</sup>Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Нижний Новгород, Россия

Получено 28.02.2017 / Отредактировано 04.12.2017 / Опубликовано 31.12.2017

### Аннотация

В статье рассмотрен вопрос о педагогической целесообразности применения обучающих компьютерных программ и предложена технология по их использованию в процессе профессионально-иноязычной подготовки будущего инженера. В основной части рассмотрены особенности применения обучающего курса мультимедиа на первом этапе иноязычной подготовки, а также контролирующих программ на этапе ее профессионализации.

**Ключевые слова:** обучающая компьютерная программа, профессионально-иноязычная подготовка, контролирующая программа, иноязычная речевая деятельность; мультимедиа.

**Key words:** computer-based learning program; professional foreign language training; computer-based checking program; foreign language activities; multimedia.

### Введение

Происходящий сегодня процесс реформирования высшего профессионального образования нацелен на создание системы, отвечающей требованиям информационного общества, что предполагает активное и эффективное внедрение в учебный процесс средств информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

В Статье 15 Закона РФ «Об образовании» под электронным обучением понимается реализация образовательных программ частично или в полном объеме с использованием информационных систем и информационно-телекоммуникационных сетей, в том числе интернета. При этом вузы смогут применять такую форму обучения во всех реализуемых ими образовательных программах,

используя электронное обучение, в том числе дистанционные образовательные технологии.

Целью данной статьи является рассмотрение педагогической целесообразности и технологии применения обучающих компьютерных программ в процессе профессионально-иноязычной подготовки, а именно: обучающих программ мультимедиа и тестов образовательной среды E-learning на первом этапе обучения (1 курс); контролирующих программ (на базе программно-инструментальных средств/E-learning) – на этапе профессионализации обучения (2 курс) в техническом вузе.

### Теоретические основы

Одним из очевидных положительных аспектов применения ИКТ в обучении является формирование информаци-



С.Е. Цветкова



И.А. Малинина