УДК 372.851

«МАТЕМАТИКА +» В ИНТЕГРАТИВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ «ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ – ПРЕДПРИЯТИЕ – ЗАКАЗЧИК»

DOI: 10.24888/2500-1957-2023-2-35-48

Розанова Светлана Алексеевна
д.п.н., профессор кафедры высшей математики
srozanova@mail.ru
г. Москва
ФГБОУ ВО «Московский технологический университет (МИРЭА)»

Исмагилова Елена Ивановна
eismagilova@mail.ru
г. Москва
ФГБОУ ВО «Московский технологический университет (МИРЭА)»

Аннотация. Современная стратегия развития высшей технической школы в России ориентирована на необходимость формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций при сотрудничестве вузовских кафедр с предприятиями-заказчиками. Качественное выполнение этой важнейшей задачи возможно при реализации принципов системности, преемственности и непрерывности, которые нередко нарушаются. Это и определяет актуальность данного исследования. Проблема исследования: формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов с помощью модели «математика и её методов в интегративной образовательной системе «Технический университет – предприятие – заказчик». Цель исследования: предложить и реализовать концепцию формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов технического университета с использованием интеграции методов математики, информатики, компьютерных и информационных технологий при соблюдении принципов системности, преемственности и непрерывности. В работе предложены: концепция; пилотный проект реализации некоторых положений концепции. Проведена их оценка предприятием-заказчиком на примере интегрированных лабораторных работ кафедр математики и информатики с реальной тематикой предприятия. Оценка подтвердила гипотезу исследования: разработка и реализация концепции формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов технического университета с использованием интеграции методов математики, информатики, компьютерных и информационных технологий при соблюдении принципов системности, преемственности и непрерывности будет способствовать повышению качественного уровня выпускников технического университета. Пока, в основном, такую работу проводят преподаватели–энтузиасты. Реализация разработанной концепции в модернизированную программу подготовки инженерных кадров будет способствовать качественному решению проблемы исследования.

Ключевые слова: интеграция, математика, информатика, концепция, компетенции, предприятие-заказчик

Введение

1. Актуальность исследования

Современная стратегия развития высшей школы в России ориентирована на необходимость формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций в

рамках сотрудничества вузовских кафедр с предприятиями-заказчиками. Тесные связи технического университета с предприятиями реального сектора экономики и производства являются основой серьёзной практической подготовки выпускников. В своих исследованиях авторы руководствовались нормативными и программными документами, регламентирующими основные цели и требования к подготовке студентов в вузе: (Национальный проект «Образование», Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования ФГОС ВО 3++, Постановление Правительства Российской Федерации от 13 октября 2020 г. № 1681). Кроме этих документов в "МИРЭА – Российский технологический университет" и его филиале реализуется целевое обучение, механизмы которого регулируются Положением о целевом обучении в МИРЭА по образовательным программам высшего образования. Эта наработанная и апробированная ещё в советский период форма взаимодействия «Технический университет – базовое предприятие» остаётся востребованной на сегодняшний день, так как остро стоит вопрос о соответствии профессионального обучения производственным задачам. Интегративная обучающая среда – «Технический университет – предприятие – заказчик» создаёт благоприятные условия для формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся, но одновременно требует постоянной исследовательской работы, направленной на преодоление разрыва между содержанием образовательных программ и инженерной практикой. Это определило *актуальность* данного исследования Большой потенциал по формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций, кроме специальных дисциплин, существует и на кафедрах фундаментальных дисциплин (математика, информатика, физика) и других кафедрах. Повышение качества профессиональной подготовки будущих инженеров требует введения профессиональной составляющей в учебные курсы, что приводит к понятию *профессионально-содержательного компонента учебных дисциплин*.

Профессионально-содержательный компонент учебных дисциплин – это общая вариативная часть содержания учебных дисциплин, выделенная на основе общих для этих дисциплин профессиональных и общепрофессиональных компетенций, индикаторы достижения которых определены на основании требований предприятия-заказчика и профильных кафедр университета, и ориентированная на непрерывное формирование этих компетенций при переходе от одной дисциплины к другой. Введение профессионально-содержательного компонента в учебные дисциплины возможно только при соблюдении и реализации принципов системности, преемственности и непрерывности, которые нередко не соблюдаются. *«Математика +»* – это курс математики в интегративной образовательной системе «Технический университет – предприятие – заказчик» с введённым в него профессионально – содержательным компонентом учебных дисциплин. В этом исследовании рассматривается математика в интеграции с информатикой и специальными дисциплинами.

2. Обзор литературы

Вопросам инновационных изменений в современном инженерном образовании, посвящены работы широкого круга исследователей. В статье (Das, 2010) отмечается, что реализация дуальной модели обучения требует: определения целевой аудитории; выявления набора необходимых компетенций; определения результатов обучения; разработки полного учебно-методического и программного обеспечения для каждого курса. Для реформирования инженерного образования широко применяют проблемно-проектное обучение (PBL) и модель «концепция – проектирование – внедрение – эксплуатация» (CDIO). В исследовании (Edström, 2014) эти две модели сравниваются и делается вывод о необходимости их объединения.

Инициатива CDIO представляет собой комплексную методологию по реформированию существующих программ высшего технического образования и созданию новых программ. В рамках инициативы было принято 12 стандартов образовательных программ по инженерно-техническим направлениям (CDIO Syllabus), в которых нашли отражение компетенции, соответствующие современному контексту инженерной деятельности (Crawley, 2014; Campbell, 2010; Chuchalin, 2020; Feskova, 2021). В соответствии

с инициативой CDIO математика является фундаментальной основой всего спектра интегрированных учебных планов подготовки инженерных кадров. О наличии трудностей в области математики у обучающихся и выпускников инженерных специальностей сообщается в исследованиях (Goold, 2014; Harris, 2014; Saiman, 2017). В качестве решения этой проблемы предлагается усиление практической направленность курса математики.

Введение математического моделирования в курсы естественных наук в виде модулей увеличило понимание студентами теоретического материала (Schuchardt, 2016), позволило изучить как сам процесс вычислительного моделирования, так и информацию, относящуюся к конкретной дисциплине (Magana, 2012; Brophy, 2013; Trost, 2019). Наиболее эффективно эти мероприятия по моделированию могут быть реализованы в форме «спиральной учебной программы», где деятельность и проекты по математическому моделированию внедряются в лабораторные работы и курсовые работы, охватывающие всю программу получения степени студента (Magana, 2017). В исследовании (Стронгина, 2021) предлагается внедрять в учебный процесс практико-ориентированные задачи комплексно при помощи сквозного математического лабораторного практикума, направленного на поэтапное освоение математических и профильных дисциплин. На основе анализа структуры математической подготовки студентов-химиков, в работе приводится пример отбора модельных задач и построения разделов практикума.

Выбор математических методов исследования, применяемых в выпускных квалификационных и научно-исследовательских работах в техническом университете, зависит от того, какие задачи и цели были в ней поставлены. В работе (Драгилева, 2021) показано использование математических методов дифференциальных уравнений, математического анализа (обобщённые ряды Фурье) в выпускных квалификационных работах бакалавров и в научно-исследовательских работах студентов специалитета соответственно. Вопросам преподавания математики в технических вузах в ракурсе интеграционной модели учебного процесса посвящено исследование (Родионов, 2018). По мнению авторов, математика должна быть интегрирована в систему инженерного образования уже на уровне методики обучения, поэтому на начальном этапе разработки требуется специальный вид методической деятельности, направленный на согласование методологии математики с методологией инженерной деятельности и технических наук. Интегрирование математики с гуманитарными науками рассмотрено в работе (Дворяткина, 2017).

3. Постановка проблемы, цели, гипотезы и задач исследования

Проведённый анализ международной педагогической литературы и многолетний опыт преподавания высшей математики в техническом университете авторов данной статьи позволяют отметить следующее.

Нерешённые вопросы:

– не акцентируется внимание на необходимости поиска концепции, целесообразной для введения профессионально-содержательного компонента в рабочие программы учебных фундаментальных дисциплин (математика, информатика и физика) технического университета с учётом требований специальных дисциплин и предприятий-заказчиков;

– в учебных программах нередко отсутствует соблюдение принципов системности, преемственности и непрерывности, что приводит к сбою качественной работы по формированию общепрофессиональных и профессиональных компетенций;

– недостаточное сотрудничество между кафедрами с предприятиями – заказчиками – участниками этого процесса, стало причиной того, что математические модели и методы частично используются или вообще не используются при выполнении некоторых выпускных квалификационных и дипломных работ и не согласуются их темы;

Все это даёт возможность сформулировать проблему, цель, гипотезу и задачи исследования. *Проблема исследования*: формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов с помощью модели «математика и её методы в интегративной образовательной системе технический университет – предприятие – заказчик».

Цель исследования: предложить и реализовать концепцию формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов технического университета с использованием интеграции методов математики, информатики, компьютерных и информационных технологий при соблюдении принципов системности, преемственности и непрерывности.

Для достижения поставленной цели и решения проблемы исследования поставлены *задачи исследования*:

1. Разработка концепции формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов технического университета с использованием интеграции методов математики, информатики, компьютерных и информационных технологий при соблюдении принципов системности, преемственности и непрерывности;

2. С учётом взаимодействия кафедр университета с предприятием–заказчиком создание и реализация комплекса единого учебного материала по математике, информатике, профильным дисциплинам, обеспечивающего системность, непрерывность, преемственность профессионально-содержательного компонента, включённого в общую логику развёртывания комплекса в целом.

3. Постановка эксперимента на примере выполнения интегрированных лабораторных работ (пилотный проект), реализующего первые две задачи, и оценка результатов эксперимента представителями предприятия-заказчика.

Гипотеза исследования: разработка и реализация концепции формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов технического университета с использованием интеграции методов математики, информатики, компьютерных и информационных технологий при соблюдении принципов системности, преемственности и непрерывности будет способствовать повышению качественного уровня выпускников технического университета.

Методология исследования и методы

1. Теоретико-методологические основы исследования

Концепция включает следующий ряд положений:

1. *Концептуальные идеи*:

– Сохранение и реализация в системе интегрированного образования «Технический университет – предприятие – заказчик» принципа оптимального сочетания фундаментальности и прикладной направленности в учебном процессе по математике.

– Формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов технического университета при интеграции математики с другими фундаментальными, общенаучными, специальными дисциплинами с использованием компьютерных и информационных технологий, оборудования предприятия-заказчика и соблюдением принципов системности, преемственности, непрерывности.

– Создание и реализация комплекса интегрированного учебного материала по математике при учёте требований и согласованности тем и задач с выпускающими кафедрами и предприятиями-заказчиками к компетенциям студентов.

2. *Педагогические условия и среда для реализации концепции*

Для реализации этой концепции по конкретному направлению подготовки студентов необходимо предусмотреть следующее:

– ввести лабораторные и курсовые работы с профессиональной и прикладной направленностью на кафедрах высшей математики в сетку часов рабочих программ математических дисциплин там, где их нет;

– выбрать и составить банк тем и задач с профессионально-содержательным компонентом для типовых расчётов, лабораторных, научно-исследовательских работ, факультативов по математике в соответствии с их дальнейшим применением в выпускных квалификационных работах бакалавров и магистров, дипломных работах студентов специалитета;

– полученный банк тем и задач структурировать с усложнением по учебным семестрам и согласовать с кафедрами университета и предприятиями-заказчиками;

– разработать пилотный проект реализации концепции с оценкой его выполнения специальными кафедрами и предприятиями-заказчиками;

– по результатам промежуточных оценок, если необходимо, разработать совместно с представителями предприятия-заказчика корректирующие мероприятия.

2. Методология

Исследовательская база

Исследовательская база рассматривается в данной статье на примере корректировки элементов учебного процесса по математике кафедр высшей математики МИРЭА – Российский технологический университет и общенаучных дисциплин его филиала с учетом требований предприятия-заказчика. В МИРЭА и его филиале используется система MOODLE (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – «динамическая обучающая среда», где по всем разделам математики для обучающихся размещается учебный материал. По теме исследования в системе MOODLE для студентов находятся в доступе: авторские разработки в электронном виде по курсам «Математический анализ» (все четыре семестра), «Математическая логика и теория алгоритмов», «Дискретная математика», «Теория автоматов»; материалы лекций и практических занятий по основному курсу и факультативу; учебные пособия, в том числе, по лабораторным практикумам; программы курсов, списки рекомендуемой литературы, в которые входят авторские монографии и учебные пособия; вопросы к экзаменам; типовые расчёты.

Характеристика участников исследования

В эксперименте приняли участие преподаватели кафедр высшей математики МИРЭА – Российского технологического университета и общенаучных дисциплин его филиала (в количестве двух человек), преподаватели специальных кафедр (в таком же количестве), студенты, представители предприятия-заказчика. Из студентов были образованы следующие группы. Кафедрой высшей математики были образованы две экспериментальные группы -18 и -19 из студентов специалитета по определённому направлению подготовки в количестве 27 и 25 соответственно. Этот выбор был сделан на добровольной основе, так как лабораторные работы по математике не включены в учебные программы этого направления. Кафедрой общенаучных дисциплин филиала для эксперимента были выбраны две группы студентов бакалавриата. по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника». В экспериментальную группу-18 вошли 25 студентов (3-й семестр), поступившие в филиал в 2018 году, а в группу-19 были взяты 32 студента (3-й семестр), поступившие в 2019 году. Интегрированные лабораторные работы выполнялись во время проектно-технологической практики на предприятии-заказчике в течение 5 семестра. Оценки результатов эксперимента проводились представителями подразделений предприятия-работодателя. В 2020 году для группы-18 их было 26, а в 2021 году для группы-19–31.

3. Проведение эксперимента

Для проведения эксперимента был разработан пилотный проект, который предусматривает проверку основных положений концепции в ограниченной форме: формирование общепрофессиональных компетенций; интеграция математики с информатикой; из всей цепи педагогических условий, учебных форм, и организационных мероприятий рассматриваются звенья «интегрированные лабораторные работы бакалавров – предприятие-заказчик» и «интегрированные лабораторные работы – научно-исследовательские работы студентов специалитета – научно-практические конференции». В рамках этого пилотного проекта был проведён эксперимент.

По разделу «Обобщённые ряды Фурье» курса математического анализа (3 семестр) не запланированы часы для лабораторных работ, поэтому темы лабораторных работ и их усложнённая модификация в виде научно-исследовательских работ с введённым профессионально-содержательным компонентом предлагались потоку студентов специалитета 2-го курса на добровольной основе. Из откликнувшихся заинтересованных студентов формировались группы. Наиболее сильные студенты выбрали темы научно-исследовательских работ. Оценкой результатов эксперимента считались выступления

студентов на поточных лекциях, научно-практических конференциях, в том числе международных, с дальнейшей публикацией работ в зависимости от их качества. Примеры лучших научно-исследовательских работ приведены в работе (Драгилева, 2021).

Проиллюстрируем реализацию предложенного концептуального подхода на примере разработки и внедрения интегративных лабораторных практикумов по дисциплинам «Математическая логика и теория алгоритмов», «Теория автоматов» для бакалавров по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника» в филиале МИРЭА. Филиал университета организует учебный процесс в тесном содружестве с предприятием-заказчиком, которое для филиала является базовым. Поэтому все виды практики обучающиеся филиала по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника» проходят на производстве. Анализ требований предприятия-заказчика показал, что обучающихся по данному направлению подготовки уже на 2-м курсе необходимо познакомить с проектированием цифровых устройств на базе программируемых логических интегральных схем. Было решено: - выбрать дисциплины «Математическая логика и теория алгоритмов» (3 семестр), «Теория автоматов» (4 семестр) основанием для интегрированных лабораторных работ, так как для этих дисциплин в рамках сложившейся структуры учебных планов предусмотрены лабораторные работы, и дальнейшее изучение профильных дисциплин опирается на математический аппарат, освоенный в этих математических курсах; - результаты обучения представить общепрофессиональной компетенцией для уровня бакалавриата как способность использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности. Учитывая потребности профильных дисциплин и предприятия-заказчика, для этой общепрофессиональной компетенции определили индикаторы достижения.

На следующем этапе исследования в ходе совместной работы с преподавателями профильных дисциплин: были установлены уровни интеграции знаний по математической логике, теории автоматов, схемотехнике, интерфейсам и периферийным устройствам ЭВМ; для лабораторных работ по математическим и профильным дисциплинам выбраны общая техническая база, программные средства и технологии. Появилась возможность связать строгое изложение математических методов и информатики с решением конкретных инженерных задач, целенаправленно и в полной мере осуществить руководство по формированию общепрофессиональной компетенции.

```
1   module registr(inData, outData, EW, ER);
2   input wire [7:0] inData;    // Входная информация
3   output reg [7:0] outData; // Выходная информация
4   reg [7:0] temp;           // Временная переменная для хранения информации
5   input wire EW, ER;       // Управляющие сигналы на запись/чтение
6
7   always @ (EW or ER) // Ожидание поступления любого сигнала
8      begin
9         if (EW) // Если поступил управляющий сигнал на запись,
10        begin  // то информация записывается во внутреннюю память
11           temp = inData;
12        end
13
14        if (ER) // Если поступил управляющий сигнал на чтение,
15        begin  // то информация выводится из внутренней памяти
16           outData <= temp;
17        end
18     end
19
20  endmodule
```

Рис.2. Код модуля регистра с комментариями

По интегрированному лабораторному практикуму для курса «Математическая логика и теория алгоритмов» разработано и имеется в доступе авторское электронное учебное пособие. В интегрированном лабораторном практикуме, рассчитанном на 16 академических часов, даётся общее представление о типичных этапах проектирования программируемых логических интегральных схем в системе автоматизированного проектирования Quartus II, приводятся выбранные для этого практикума темы. Полученные знания, умения и навыки по проектированию программируемых логических интегральных схем далее расширяются и закрепляются в интегрированном лабораторном практикуме по курсу «Теория автоматов», рассчитанном на 16 академических часов. Выполняя лабораторные работы из этого практикума, студенты на базе программируемых логических интегральных схем проводят экспериментальные исследования основных электронных узлов комбинационного типа, учатся, применяя процедуру структурного синтеза, проектировать триггеры, счётчики, автоматы Мура, Мили. Полученные при изучении математических дисциплин, знания, умения и навыки по проектированию цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах, дальше продолжают расширяться и закрепляться в курсах «Схемотехника ЭВМ» (5-й семестр), «Интерфейсы и периферийные устройства ЭВМ» (6-й семестр), при прохождении технологической практики на производстве.

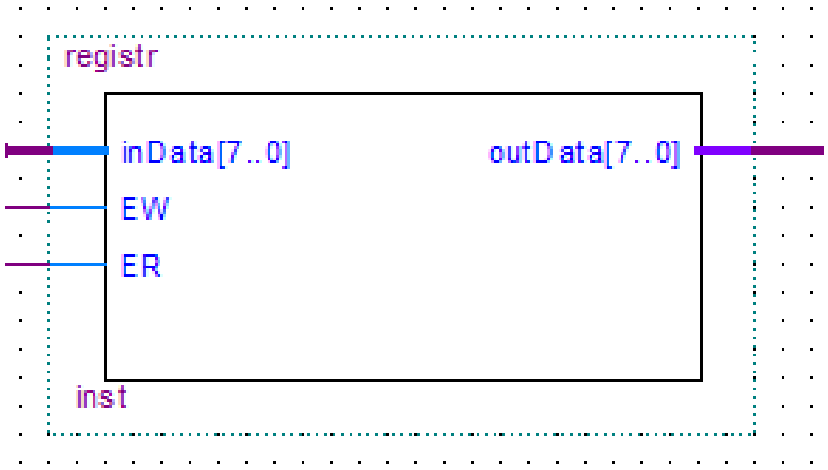

Рис. 3.Схема регистра, сгенерированная на основании кода

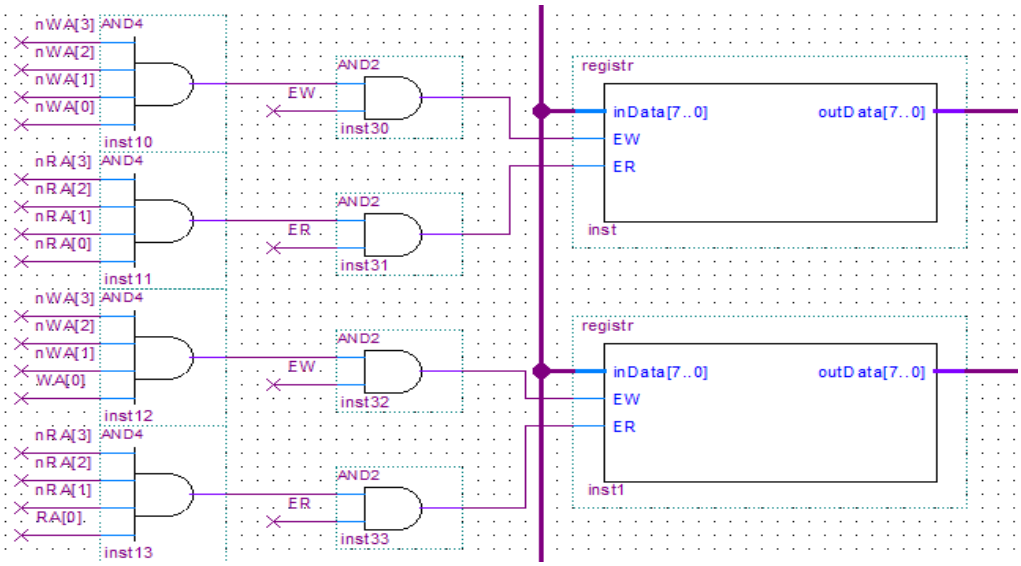

Рисунок 4. Пример подключения регистров в модуле памяти

В качестве примера применения знаний, полученных по проектированию ПЛИС в математических курсах, рассмотрим раздел отчёта по технологической практике (5-й семестр, руководитель Николаев И.В., студент-бакалавр 3-го курса Климкин Д.Д.). В нем для проектирования модуля памяти, состоящего из 10-ти 8-ми битых регистров, применяется два подхода к синтезированию логических и принципиальных схем цифровых устройств в ПЛИС: первый – в виде кодового описания схемы на специальных языках программирования HDL (Hardware Description Language), второй – с помощью графического редактора Quartus II. Вначале на языке программирования Verilog HDL пишется код модуля регистра (рис.1), на основании которого генерируется схема в среде Quartus II (рис. 2),

Затем при помощи графического редактора Quartus II реализуется выборка синтезированных регистров на запись/чтение информации в модуле памяти при помощи логических элементов «И». Здесь не приводится полностью принципиальная схема блока памяти, а показан только пример подключения регистров в этом блоке (рис. 3).

Таким образом, поэтапное введение проектирования цифровых устройств на базе ПЛИС в структуре интегрированных лабораторных практикумов по математическим дисциплинам, позволило реализовать первые две задачи исследования в рамках пилотного проекта.

Оценка результатов эксперимента предприятием-заказчиком

После выполнения на предприятии цикла интегрированных лабораторных работ по курсам «Математическая логика и теория алгоритмов», «Теория автоматов» был проведён опрос, касающийся удовлетворённости работодателя качеством подготовки студентов 3-го курса, проходящих в 5 семестре проектно-технологическую практику на предприятии. Опрос проводился путём рассылки анкет по адресам электронной почты сотрудникам подразделений предприятия. Анкета содержала следующие разделы: 1. Основные данные представителя подразделения предприятия-работодателя, участвовавшего в анкетировании. 2. Осведомлённость сотрудника о направлениях подготовки студентов в филиале МИРЭА-Российский технологический университет. 3. Знание студентами, в соответствии с направлением подготовки, программных комплексов и оборудования, применяемых в подразделении.4. Мнение представителя подразделения об уровне подготовки студентов филиала, проходящих практику и работающих в подразделении. 5. Факторы, влияющие на эффективную деятельность студентов филиала в подразделении.

Для четвёртого раздела анкеты был разработан оценочный лист, содержащий умения и навыки (индикаторы), необходимые для проектирования цифровых устройств на базе программируемых логических интегральных схем на начальном этапе: 1) уметь конфигурировать цифровые устройства на программируемых логических интегральных схемах и проверять их работоспособность; 2) уметь исследовать возможности среды Quartus II для создания схем цифровых устройств; 3) уметь применять методику синтеза логических и принципиальных схем цифровых устройства в среде Quartus II; 4) владеть практическими навыками работы с программируемыми логическими интегральными схемами; 5) владеть навыками исследования программной среды для разработок на программируемых логических интегральных схемах; 6) владеть практическими навыками работы с библиотеками стандартных компонентов проектов среды Quartus II при проектировании схем цифровых устройств.

Для оценки предложенных индикаторов применялась методика статистического шкалирования по уровням: высокий; средний; удовлетворительный; неудовлетворительный. При анализе данных этого раздела использовалось также вычисление средневзвешенного значения, где оценкам были присвоены следующие цифровые соответствия: высокий – 5; средний – 4; удовлетворительный – 3; неудовлетворительный – 2.

Анкету заполнили в 2020 году 26 представителей подразделений предприятия-работодателя, а в 2021 году – 31 человек. Средневзвешенные значения оценок индикаторов, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Средневзвешенные значения оценок индикаторов за два года

Виды деятельности	2020 г.	2021 г.	Среднее значение
Индикатор 1	4.31	4.47	4.39
Индикатор 2	4.23	4.33	4.28
Индикатор 3	4.62	4.67	4.64
Индикатор 4	4.23	4.40	4.32
Индикатор 5	3.77	3.80	3.78
Индикатор 6	4.23	4.40	4.32

Как показывает таблица 1, в целом результаты анкетирования за 2021 год соответствуют данным 2020 года. Представители подразделений предприятия, участвовавшие в опросе, на достаточно хорошем уровне оценили навыки обучающихся по индикаторам 1, 2, 3, 4, 6. Невысокая оценка по индикатору 5 свидетельствует о недостаточном владении студентами навыками исследования программной среды для разработок на базе программируемых логических интегральных схем.

Результаты и обсуждения

1. Результаты

1) Разработанная концепция была экспериментально реализована в рамках пилотного проекта. Пилотный проект предусматривает два параллельных эксперимента, проводимых в экспериментальных группах студентов специалитета и бакалавриата.

2) К результатам эксперимента, проводимого на добровольной основе в группах -18, -19 специалитета, кафедрой высшей математики совместно со специальной кафедрой, относятся следующие:

– из общего количества студентов в потоках -18 и -19, которым были предложены темы лабораторных и научно-исследовательских работ по обобщённым рядам Фурье, только 18% и 16% соответственно приняли участие в эксперименте;

– анкетирование студентов, не принявших участие в эксперименте, показало, что основной причиной этого явилась трудность значительное количество времени решения задачи типового расчёта о приближении функции (сигнала) тригонометрическим рядом Фурье, поэтому не стали браться за более сложную задачу;

– студенты, принявшие участие в эксперименте, в своих анкетах отметили, что это исследование повысило у них интерес к изучению математики, применению е` методов при решении профессиональной задачи и к научно-исследовательской работе: лучшие работы этих студентов были рекомендованы к докладам на научно-практических конференциях с дальнейшей публикацией в печати.

3) В эксперименте, проведённом в филиале МИРЭА для бакалавров на базе предприятия – заказчика с учётом оценки представителей этого предприятия, получены следующие результаты:

– промежуточные результаты подготовки студентов 3-го курса к инженерной деятельности по проектированию цифровых устройств на базе программируемых логических интегральных схем в течение двух лет стабильно хорошие;

– основные знания, умения и навыки по математике и информатике активно применяются на этапах проектирования цифровых устройств. Это подтверждает их сформированность на достаточно хорошем уровне: однако, есть необходимость дальнейшего совершенствования знаний, умений и навыков по проектированию цифровых устройств на базе программируемых логических интегральных схем;

– лучшие результаты лабораторных работ были использованы в практической работе предприятия;

– тематика выпускных квалификационных работ студентов того же направления подготовки представляет более усложнённые задачи лабораторных практикумов и ориентирована на решение проблем, связанных с автоматизацией. В получении программного продукта – результата такой работы, представляет большой интерес для предприятия.

2. Обсуждение результатов

Проведённый в рамках пилотного проекта эксперимент показал:

– важность и целесообразность разработки концепции формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов технического университета с использованием интеграции методов математики, информатики, компьютерных и информационных технологий с соблюдением принципов системности, преемственности и непрерывности;

– интеграция математики и информатики и их методов позволила целенаправленно сформировать профессиональные умения и навыки студентов, необходимые для выполнения лабораторных работ на базовом предприятии;

– без хороших знаний, умений и навыков по математике (дискретная математика, математическая логика, теория автоматов) и информатике (структуры компьютера и его частей, технологии работы на персональном компьютере, методики поиска, сбора и обработки информации; метода системного анализа) студент не в состоянии выполнить лабораторную работу на качественном уровне;

– важную роль в эксперименте сыграла актуальность и согласованность тем лабораторных работ преподавателями кафедр математики, информатики, специальных дисциплин, - участниками эксперимента, с представителями предприятия -заказчика;

– хорошая оценка предприятием умений и навыков студентов экспериментальных групп - 18, - 19 (индикаторы 1, 2, 3, 4, 6) разрабатывать схемы, необходимые предприятию, оказалась устойчивой два года подряд, что соответствует основным требованиям предприятия к поступающим к ним кадрам;

– однако невысокая оценка по индикатору 5 свидетельствует о недостаточном владении студентами навыками исследования программной среды для разработок на базе программируемых логических интегральных схем, следовательно, необходимо совершенствовать этот навык;

– лабораторные и курсовые работы по рядам Фурье (математический анализ 3 семестр), в темы которых была введена профессионально-содержательная компонента, оценивающиеся баллами за активность и соответственно докладами для потока, на научно-практических конференциях и лучшие – публикацией результатов, показали целесообразность их введения;

– вывод, вытекающий из эксперимента, о возможности формирования профессиональных и общепрофессиональных компетенций студентов технического университета интеграцией методов математики, информатики и специальных дисциплин на основе разработанной концепции, согласуется с результатами работ (Crawley, 2014; Campbell, 2010; Edström, 2014; Chuchalin, 2020; Феськова, 2021). В этих работах показано: *математика* является фундаментальной основой всего спектра интегрированных учебных планов подготовки инженерных кадров.

Заключение

Теоретические и практические исследования, проведённые в данной статье, приводят к следующим выводам:

1. Формирование общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов в системе «Технический университет – предприятие – заказчик» представляет собой сложную цепь, состоящую из отдельных звеньев, функционирование которой нередко нарушается из-за невыполнения принципов системности, преемственности и непрерывности. Эта реальность вызывает необходимость создания и реализации единой концепции, учитывающей указанный недостаток. Такая концепция разработана.

2.Реализация этой концепции в рамках пилотного проекта подтвердила целесообразность её разработки: это важнейшая теоретическая основа по формированию общепрофессиональных умений и навыков студентов – участников эксперимента, на хорошем качественном уровне.

3. Практические исследования с постановкой эксперимента в рамках пилотного проекта и оценка его результатов представителями предприятия-заказчика позволяют отметить, что для сложного звена «математика + информатика с новейшими компьютерными и информационными технологиями +лабораторные работы + предприятие-заказчик»: достигнута цель исследования; решены проблема и задачи исследования; подтверждена гипотеза исследования.

4. В перспективе эксперимент целесообразно продолжить с большим охватом звеньев всей цепи, предусмотренной в концепции. Реализация концепции в полном объёме далека от совершенства. Это объясняется тем, что подбор и согласование тем и задач с профессионально-содержательным компонентом для типовых расчётов, лабораторной, научно-исследовательской, выпускной квалификационной и дипломной работ осуществляется преподавателями-исследователями-энтузиастами. Это требует много их сил и времени.

5. Реализация разработанной концепции в модернизированную программу подготовки инженерных кадров будет способствовать качественному решению проблемы исследования - формирования общепрофессиональных и профессиональных компетенций студентов с помощью «Математики+» и её методов в интегративной образовательной системе «Технический университет – предприятие – заказчик».

Список литературы

Дворянкина С.Н., Дякина А.А., Розанова С.А. Синергия гуманитарных и математических знаний как педагогическое условие решения междисциплинарных проблем // Интеграция образования. 2017. Т. 21. № 1. С. 8–18. DOI: 10.15507/1991-9468.086.021.201701.008-018.

Драгилева И.П., Потепалова А.Ю., Розанова С.А. Необходимость использования потенциала раскрытия "проблемных зон" для улучшения качества математического образования в технических вузах в условиях цифровизации высшей школы // Континуум. Математика. Информатика. Образование. 2021. № 4. С. 109–124. DOI: https://doi.org/10.24888/2500-1957-2021-4-109-124.

Родионов М.А., Федосеев В.М., Дедовец Ж., Шабанов Г.И., Акимова И.В. Особенности проектирования технологического компонента интегрированной методической системы математической подготовки будущих инженеров // Интеграция образования. 2018. 2 (22). С. 383–400. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.383-400

Стронгина Н.Р. О комплексном подходе к изучению фундаментальных математических и профильных дисциплин на основе модельных задач // Наукосфера. 2021. 3-2. С. 100–108. DOI: 10.5281/zenodo.4655397

Феськова Е.В., Бутакова С.М. Формирование у студентов осознанности интегрированного образовательного результата в процессе освоения дисциплин естественнонаучного модуля // Инженерное образование. 2021. № 29. С. 53–63. DOI 10.54835/18102883_2021_29_5

Brophy S.P., A.J. Magana and A. Strachan. Lectures and simulation laboratories to improve learners' conceptual understanding, Adv. Eng. Educ. 2013. 3(3). P. 1–27.

Campbell D., Beck H. Toward Internationalized Engineering Curriculum and Student Mobility CDIO Knowledge Library. Cambridge, MA; Worldwide CDIO Initiative. Available. 2010. at: http://www.cdio.org/files/document/file/T2A_Paper_3.pdf

Chuchalin A. Evolution of the CDIO Approach: BEng, MSc, and PhD Level. European Journal of Engineering Education. 2020. Vol. 45, issue 1, P. 103-112.

Crawley E., Malmqvist J., Ostlund S., Brodeur D., Edström K. Rethinking Engineering Education, the CDIO Approach. 2nd ed. Springer. 201). 286 p. (Russian translation: Moscow: HSE Publ., 2015, 504 p.)

Das S., Hanifin L.E., Newell S. A New Responsive Model for Educational Programs for Industry: The University of Detroit Mercy Advanced Electric Vehicle Graduate Certificate Program. SAE International Journal of Passenger Cars – Electronic and Electrical Systems. 2010. Vol. 3, issue 2, P. 10-18. DOI: https://doi:10.4271/2010-01-2303

Edström K., Kolmos A. PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development // European Journal of Engineering Education. 2014. Vol. 39(5). P. 539-555. DOI: 10.1080/03043797.2014.895703

Goold E Putting mathematics "into a form that a non-engineer will understand". SEFI Annual Conference. 2014.

Hudgins D. Teaching synergistic integration of economics and mathematics - ProQuest. Journal of Economics and Economic Ed-ucational Research. 2010. Vol. 11. 1. P. 43-52.

Magana A.J. and G. Silva Coutinho. Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce, Comput. Appl. Eng. Educ. 2017. 25(1). P. 62-78.

Magana A.J., Brophy S.P. and Bodner G.M. Student views of engineering professors technological pedagogical content knowledge for integrating computational simulation tools in nanoscale, Int. J. Enginnering Educ. 2012. 28(5). P. 1033-1045.

Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? / D.Harris [et al.]. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 2014. Vol. 46, issue 3. P. 321-336. DOI: 10.1080/0020739X.2014.979893

Saiman, Puji Wahyuningsih, Hamdani. Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra. International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application. 2017. P. 1-10. DOI: 10.1088/1742-6596/855/1/012041

Schuchardt A.M. and Schunn C. D. Modeling Scientific Processes with Mathematics Equations Enhances Student Qualitative Conceptual Understanding and Quantitative Problem Solving, Sci. Educ. 2016. 100(2), P. 290-320.

Trost A. and Zemva A. Web-Based Tool for Learning Digital Circuit High-Level Modeling, Int. J. Eng. Educ. 2019. 35(4). P. 1224-1237.

"MATHEMATICS +" IN THE INTEGRATIVE EDUCATIONAL SYSTEM "TECHNICAL UNIVERSITY – CUSTOMER ENTERPRISE"

Rozanova S. A.
Dr. Sci. (Pedagogy), professor
srozanova@mail.ru
Moscow
Moscow Technological University (MIREA)

Ismagilova E. I.
eismagilova@mail.ru
Moscow
Moscow Technological University (MIREA)

Abstract. The modern development strategy of the higher technical school in Russia is focused on the need for the formation of general professional and professional competencies in cooperation of university departments with customer enterprises. The qualitative fulfillment of this most important task is possible with the implementation of the principles of system, continuity and continuity, which are often violated. This determines the relevance of this study. Research problem: formation of general professional and professional competencies of students using the model "mathematics

and its methods in the integrative educational system of a technical university – a customer enterprise". The purpose of the study: to propose and implement the concept of the formation of general professional and professional competencies of technical university students using the integration of methods of mathematics, computer science, computer and information technologies while observing the principles of consistency, continuity and continuity. The paper proposes: the concept of; a pilot project for the implementation of some provisions of the concept. Their evaluation was carried out by the customer enterprise on the example of integrated laboratory work of the departments of mathematics and computer science with the real subject of the enterprise. The evaluation confirmed the hypothesis of the study: the development and implementation of the concept of formation of general professional and professional competencies of students of a technical university using the integration of methods of mathematics, computer science, computer and information technologies while observing the principles of consistency, continuity and continuity will contribute to improving the quality level of graduates of a technical university. So far, such work is mainly carried out by enthusiastic teachers. The implementation of the developed concept in the modernised engineering training program will contribute to the qualitative solution of the research problem.

Keywords: integration, mathematics, computer science, concept, competencies, customer company.

References

Brophy, S. P., Magana, A. J. & Strachan, A. (2013). Lectures and simulation laboratories to improve learners' conceptual understanding. *Adv. Eng. Educ*., 3(3), 1-27.

Campbell, D., Beck, H. (2010). *Toward Internationalized Engineering Curriculum and Student Mobility CDIO Knowledge Library*. Cambridge, MA; Worldwide CDIO Initiative. Available at: http://www.cdio.org/files/document/file/T2A_Paper_3.pdf

Chuchalin, A. (2020). Evolution of the CDIO Approach: BEng, MSc, and PhD Level. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 45, issue 1, 103-112.

Crawley, E., Malmqvist, J., Ostlund, S., Brodeur, D., Edström, K. (2014). *Rethinking Engineering Education, the CDIO Approach*. 2-nd ed. Springer.

Das, S., Hanifin, L.E., Newell, S. (2010). A New Responsive Model for Educational Programs for Industry: The University of Detroit Mercy Advanced Electric Vehicle Graduate Certificate Program. *SAE International Journal of Passenger Cars – Electronic and Electrical Systems*, 3(2), 10-18. DOI: https://doi:10.4271/2010-01-2303

Dragileva, I. P., Potepalova, A. Yu., Rozanova, S. A. (2021). The need to use the potential of revealing "Problem areas" to improve the quality of mathematical education in technical universities in the context of digitalization of higher education. *Continuum. Math. Computer science. Education*, 4, 109-124. DOI: https://doi.org/10.24888/2500-1957-2021-4-109-124. (In Russ., abstract in Eng.)

Dvoryatkina, S. N., Dyakina, A. A., Rozanova, S. A. (2017). Synergy of humanitarian and mathematical knowledge as a pedagogical state of solving interdiscipli-nary problems. *Education Integration*, 1(21), 8-18. DOI: 10.15507/1991-9468.086.021.201701.008-018. (In Russ., abstract in Eng.)

Edström, K., Kolmos, A. (2014). PBL and CDIO: Complementary models for engineering education development. *European Journal of Engineering Education*, 39(5), 539-555. DOI: 10.1080/03043797.2014.895703 (In Russ., abstract in Eng.)

Feskova, E. V., Butakova, S. M. (2021). Formation of students' awareness of an integrated educational result in the process of mastering the disciplines of the natural science module. *Engineering education*, 29, 53-63. DOI 10.54835/18102883_2021_29_5

Goold, E. (2014). Putting mathematics "into a form that a non-engineer will understand". *SEFI Annual Conference*.

Hudgins, D. (2010). Teaching synergistic integration of economics and mathematics - ProQuest. *Journal of Economics and Economic Ed-ucational Research*, 11(1), 43-52.

Magana, A. J. and Silva Coutinho G. (2017). Modeling and simulation practices for a computational thinking-enabled engineering workforce. *Comput. Appl. Eng. Educ*., 25(1), 62-78.

Magana, A. J., Brophy, S. P. & Bodner, G. M. (2012). Student views of engineering professors technological pedagogical content knowledge for integrating computational simulation tools in nanoscale. *Int. J. Enginnering Educ*., 28(5), 1033-1045.

Mathematics and its value for engineering students: what are the implications for teaching? (2014). *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 46(3), 321-336. DOI: 10.1080/0020739X.2014.979893

Rodionov, M. A., Fedoseev, V. M., Dedovets, Zh., Shabanov, G. I., Akimova, I. V. (2018). In particular, the design of the technological component of the integrated methodological system of mathematical training of future engineers. *Integration of education*, 22(2), 383-400. DOI: 10.15507/1991-9468.091.022.201802.383-400 (In Russ., abstract in Eng.)

Saiman, Puji Wahyuningsih, Hamdani. (2017). Conceptual or procedural mathematics for engineering students at University of Samudra. *International Conference on Mathematics: Education, Theory and Application*, 1-10. DOI: 10.1088/1742-6596/855/1/012041

Schuchardt, A. M., Schunn, C. D. (2016). Modeling Scientific Processes With Mathematics Equations Enhances Student Qualitative Conceptual Understanding and Quantitative Problem Solving. *Sci. Educ*., 100(2), 290-320.

Strongina, N. R. (2021). on the complex approach to study fundamental mathematical and professional courses on the basis of the model problems. *Naukosphere*, 3(2), 100-108. DOI: 10.5281/zenodo.4655397 (In Russ., abstract in Eng.)

Trost, A., Zemva, A. (2019). Web-Based Tool for Learning Digital Circuit High-Level Modeling. *Int. J. Eng. Educ*., 35(4), 1224-1237.