

Бодряков Владимир Юрьевич,

доктор физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики, Институт математики, информатики и информационных технологий, Уральский государственный педагогический университет; 620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 9; e-mail: Bodryakov_VYu@e1.ru.

Ушакова Люция Рашитовна,

студентка 3 курса, Институт математики, информатики и информационных технологий, Уральский государственный педагогический университет; 620075, г. Екатеринбург, ул. К. Либкнехта, 9; e-mail: angelo4egg@mail.ru.

**ПРАКТИЧЕСКИЙ ОПЫТ ФОРМИРОВАНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ КОМПЕТЕНЦИЙ
СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «01.03.02 – ПРИКЛАДНАЯ
МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА»**

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: исследовательские компетенции; НИР и НИРС; тьюторинг; ФГОС ВО; формирование компетенций.

АННОТАЦИЯ. В работе описан авторский опыт практической работы по отработке индивидуализированного технологического подхода к целевому формированию регламентируемых профильным ФГОС ВО научно-исследовательских компетенций учащихся на примере студентов УрГПУ, обучающихся по направлению «01.03.02 – Прикладная математика и информатика». В работе снимается определенное противоречие между традиционным представлением о научно-исследовательской деятельности как об элитарном процессе, доступном к освоению немногими, и требованиями ФГОС ВО, которые регламентируют формирование устойчивых исследовательских компетенций обучающихся без каких-либо исключений. Для достижения заявленной цели в работе решаются задачи ее документальной актуализации, выбора технологии формирования исследовательских компетенций студентов-прикладников, организации и контролируемого индивидуального осуществления студентами собственно научно-исследовательской работы на всех ее этапах: от сбора и статистической обработки первичной информации до подготовки и представления рукописи статьи с результатами исследований к опубликованию в рецензируемом научном журнале. Показано, что подход, даже с учетом низкого исходного уровня мотивации студентов, позволяет технологично формировать требуемые профессиональные компетенции (информационные и ИКТ, коммуникативные, языковые, аналитические и др.) и высокие личностные качества (настойчивость, аналитичность и гибкость мышления, объективность и др.). Предлагаются пути дальнейшего развития подхода, к числу которых можно отнести возможность распространения подхода на большое число участников (масштабируемость подхода) и возможность привлечения к описанной деятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья (толерантность подхода).

Bodryakov Vladimir Yur'evich,

Doctor of Physics and Mathematics, Associate Professor, Head of Department of Higher Mathematics, Institute of Mathematics, Informatics and Information Technologies, Ural State Pedagogical University; Ekaterinburg.

Ushakova Lyutsiya Rashitovna,

3rd Year Student of Institute of Mathematics, Informatics and Information Technologies, Ural State Pedagogical University; Ekaterinburg.

**PRACTICAL EXPERIENCE OF FORMING RESEARCH COMPETENCES OF STUDENTS
IN THE FIELD "01.03.02 – APPLIED MATHEMATICS AND INFORMATICS"**

KEY WORDS: research competence; scientific research work (SRW) and scientific research work of students (SRWS); tutoring; federal state educational standard of higher education (FSES HE); formation of competences.

ABSTRACT. The paper describes the author's practical experience in working out the individualized technological approach to the formation of regulated by the profile FSES HE scientific-research competences of students by the example of USPU students of the subject field "01.03.02 - Applied Mathematics and Informatics". The paper overcomes a certain contradiction between the traditional conception of research activity as an elite process for the chosen few, and the requirements of the FSES HE, regulating the formation of stable research competences of all students without exceptions. In order to achieve the stated purpose, the article solves the tasks of documentary actualization, choice of technology of formation of research skills of the students, organization and implementation of supervised individual students real research at all stages – from collection and processing of primary statistical information to preparation and submission of the manuscript with research results for publication in a peer-reviewed journal. It is shown that the approach, even with low initial level of motivation of students, allows to technologically generate the required professional competences (information and ICT, communication, language, analysis, etc.), alongside with high personal qualities (perseverance, flexibility and analytic thinking, objectivity, etc.). The article outlines the ways of further development of the approach, which include the possibility of extending the approach to a large number of participants (scalable approach) and the possibility of involving into such activity persons with special educational needs (tolerance approach).

Введение

Недавно утвержденная Постановлением Правительства РФ федеральная целевая Программа (ФЦП) развития образования в России на 2016–2020 годы [22] ставит целью «...создание условий для эффективного развития российского образования, направленного на обеспечение доступности качественного образования, отвечающего требованиям современного инновационного социально ориентированного развития Российской Федерации». В ФЦП отмечено, что «... указанная цель будет достигнута в процессе решения следующих задач: (1) "Создание и распространение структурных и технологических инноваций в среднем профессиональном и высшем образовании"; (2) "Развитие современных механизмов и технологий общего образования"; (3) "Реализация мер по развитию научно-образовательной и творческой среды в образовательных организациях, развитие эффективной системы дополнительного образования детей"; (4) "Создание инфраструктуры, обеспечивающей условия подготовки кадров для современной экономики"; (5) "Формирование востребованной системы оценки качества образования и образовательных результатов"». ФЦП развития образования [22] по цели и решаемым задачам тесно коррелирует со Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [20], которая ставит стратегической целью обеспечение глобальной конкурентоспособности Российской Федерации, в том числе по приоритетным направлениям развития науки и образования.

Из сказанного прямо вытекает фундаментальная значимость научно-исследовательской работы (НИР), осуществляемой в образовательных учреждениях, в том числе с привлечением к исследованиям студентов (НИРС), с точки зрения обеспечения конкурентного качества профессионального образования и всех его институтов [9].

Важная роль НИР и НИРС в формировании профессиональных компетенций студентов, отражена в Федеральных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО) по многим направлениям подготовки; в некоторых ФГОС ВО научно-исследовательские (или просто исследовательские) компетенции являются определяющими при реализации образовательной программы. Так, в недавно утвержденном ФГОС ВО по направлению подготовки «01.03.02 – Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата)» [23] прямо указано, что одним (первым по списку) из видов профессиональной деятельности, к которым готовится выпускник, явля-

ется научно-исследовательская деятельность. Под последней в ФГОС ВО [23] понимается «изучение новых научных результатов, научной литературы или научно-исследовательских проектов в соответствии с профилем объекта профессиональной деятельности; изучение информационных систем методами математического прогнозирования и системного анализа; изучение больших систем современными методами высокопроизводительных вычислительных технологий, применение суперкомпьютеров в проводимых исследованиях; исследование и разработка математических моделей, алгоритмов, методов, программного обеспечения, инструментальных средств по тематике проводимых научно-исследовательских проектов; составление научных обзоров, рефератов и библиографии по тематике проводимых исследований; участие в работе научных семинаров, научно-тематических конференций, симпозиумов; подготовка научных и научно-технических публикаций; применение наукоемких технологий и пакетов программ для решения прикладных задач в области физики, химии, биологии, экономики, медицины, экологии».

ФГОС ВО [23] регламентирует, что в результате освоения программы бакалавриата у выпускника должны быть сформированы общекультурные (ОК), общепрофессиональные (ОПК) и профессиональные (ПК) компетенции. В контексте настоящей работы выделим (с некоторыми сокращениями) наиболее существенные из них: «... способность к коммуникации в устной и письменной формах ... (ОК-5); способность работать в команде ... (ОК-6); способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой (ОПК-1); способность приобретать новые научные и профессиональные знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2); способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности (ОПК-4); способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (ПК-1); способность понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат (ПК-2); способность работать в составе научно-

исследовательского и производственного коллектива и решать задачи профессиональной деятельности (ПК-4); способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно – телекоммуникационной сети «Интернет» ... и в других источниках (ПК-5); способность к разработке и применению алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программного обеспечения (ПК-7)», и др.

Закономерно, что высокие компетентностные требования к уровню подготовки выпускников ФГОС ВО дополняет не менее высокими требованиями к вузу, реализующему образовательную программу по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика». Стандартом обобщенно регламентированы уровень инфраструктурного, кадрового, материально-технического, информационно-коммуникационного, и пр., обеспечения учебного процесса [23].

Нельзя не указать на специфические особенности регионального педагогического университета, реализующего указанное направление подготовки: общая выраженная гуманитарная направленность образовательного процесса в вузе; недостаточная исходная естественнонаучная и математическая подготовка абитуриентов, поступающих в вуз; слабая мотивация студентов к углубленному изучению естественнонаучных и математических дисциплин на вузовском уровне; недостаточный уровень развития материально-технической и информационно-коммуникационной базы учебного процесса; общая перегруженность учебной аудиторной и методической работой и выраженная демотивированность определенной части педагогических работников вуза к ведению собственной систематической продуктивной научно-исследовательской работы (НИР), особенно с широким привлечением к ней студентов (НИРС). Специфической региональной особенностью промышленно насыщенного Уральского региона является также приоритетная необходимость в технологичной массовой подготовке профессиональных и конкурентоспособных инженерных кадров. Эта проблема, до сих пор не нашедшая решения, явилась основанием разработки и начала реализации проекта «Уральская инженерная школа» [15]. Важнейшей составляющей инженерной подготовки является формирование у студентов устойчивых навыков исследовательской деятельности с учетом материальных реалий окружающего мира.

Общей специфической особенностью затронутой проблемы является и опреде-

ленное противоречие между традиционными представлениями о научно-исследовательской деятельности высокого уровня как о некотором элитарном явлении, требующим высокого уровня подготовленности участников и доступного лишь сравнительно узкому кругу приобщенных профессионалов, и не предусматривающими никаких исключений требованиями ФГОС ВО по массовой технологической подготовке будущих молодых специалистов и формировании их профессиональных компетенций, в том числе и в области научных исследований.

Добавим к сказанному, что проблема эффективной организации НИР и НИРС в вузе (в различных ее аспектах) не нова и широко обсуждается как отечественными [9, 12–14, 16–19, 21, 24–27], так и зарубежными авторами [31, 33–35, 38, 40–43, 45]. Однако, как показал наш анализ, явно недостаточно работ, авторы которых описывали и анализировали бы опыт практической реализации собственных идей, высказанных ими на страницах своих статей и монографий.

Целью настоящей работы является обобщение опыта авторов по поиску и практической реализации на базе кафедры высшей математики УрГПУ технологического и при этом индивидуализированного подхода к формированию и развитию исследовательских компетенций студентов УрГПУ, обучающихся по направлению «01.03.02 – Прикладная математика и информатика»; обсуждение достижений и возникших затруднений, предложение путей дальнейшего совершенствования подхода.

Результаты и обсуждение

Для решения проблемы формирования устойчивых навыков научно-исследовательской работы и соответствующих профессиональных компетенций у студентов-прикладников кафедра высшей математики УрГПУ выбрала собственное, в определенной степени уникальное, научное направление, связанное со статистической обработкой и корреляционным анализом данных по ключевым термодинамическим свойствам твердых тел. А именно – данных по теплоемкости и коэффициенту теплового расширения галогенидов (солей) щелочных металлов. Эти минералы, с одной стороны, рассматриваются как удобные модельные объекты для изучения свойств твердых тел, и с другой, – имеют широкие технологические применения.

Описываемые ниже результаты были получены в ходе обучения бакалавров-прикладников 3-го курса ИМИиИТ УрГПУ в рамках ведения в оснащенных компьютерных классах со стандартным программным

обеспечением аудиторных курсов по выбору, в частности «Математические методы обработки статистических данных» и др., а также в ходе учебной и производственной практик. Студенты (8 чел.) очной формы обучения – недавние выпускники школ, преимущественно, Свердловской области. Уровень математической подготовленности и уровень владения основными офисными пакетами (MS Word, MS Excel) в целом приемлемый, уровень естественнонаучной подготовленности студентов – невысокий, уровень мотивации на освоение новых для студентов исследовательских компетенций – невысокий, уровень мотивации на пополнение своих портфолио значимыми материальными результатами собственных интеллектуальных усилий (статьи в рецензируемых журналах, тезисы докладов на конференциях различного формата, участие в студенческих конкурсах НИРС) – невысокий.

Координатором (тьютором) описываемого далее подхода был один из авторов настоящей работы (Б. В. Ю.), перед которым стояла не решавшаяся ранее кафедрой высшей математики задача по приведению во взаимное соответствие требований ФГОС ВО в части массового технологичного формирования и развития исследовательских компетенций бакалавров и имеющегося невысокого уровня их подготовленности и мотивации. Существенна также необходимость объективного количественного подтверждения фактической реализации требований ФГОС в части формирования профессиональных компетенций каждого обучающегося.

С учетом специфики проводимых исследований (параллельный информационный поиск по двум свойствам выбранного вещества) студенты самостоятельно распределились на пары так, что каждая парная бригада могла работать независимо от других бригад. До определенной стадии независимо друг от друга могли действовать и члены одной парной бригады. Однако, с учетом конечной цели работы – проведение

корреляционного анализа температурных зависимостей теплоемкости и КТР, наступал этап, когда данные должны были быть объединены в общую таблицу так, чтобы в соответствующих температурных точках имелись данные и по теплоемкости, и по КТР. Если один из членов бригады недоработал, общий результат не мог быть получен. Таким образом, можно было одновременно развивать как компетенции, подразумевающие независимость и самостоятельность в осуществлении исследований, так и компетенции, формирующие взаимную ответственность и умение работать в команде. Добавим, что в процессе реальной работы не только не ограничивалось, но и поощрялось взаимное online общение разных бригад, так что студенты могли поделиться друг с другом приемами эффективного поиска информации или, что очень приветствовалось, обнаруженными первоисточниками со свойствами сразу нескольких изучаемых объектов, а также уже достигнутыми результатами. Возникающие при работе элементы конкурентной борьбы моделировали возможные ситуации «взрослого» мира и стимулировали отступающих к повышению качества и результативности своего труда.

Не вдаваясь в излишние здесь конкретные детали по свойствам конкретных веществ, подробно обсуждавшиеся ранее (см., например, работы [2–8, 30] и др., а также рис. 1, 2), отметим, что существующие данные по теплоемкости и коэффициенту теплового расширения (КТР) даже простых, казалось бы, хорошо изученных твердых тел, подчас весьма противоречивы и немногочисленны, так что затруднительно точно ответить на самый простой вопрос, например: «Какова величина КТР корунда при 300 К»? Таким образом, перед студентами сразу возникает конкретная, фактически инженерная, задача оценки величины указанного свойства и ее достоверности для указанных условий.

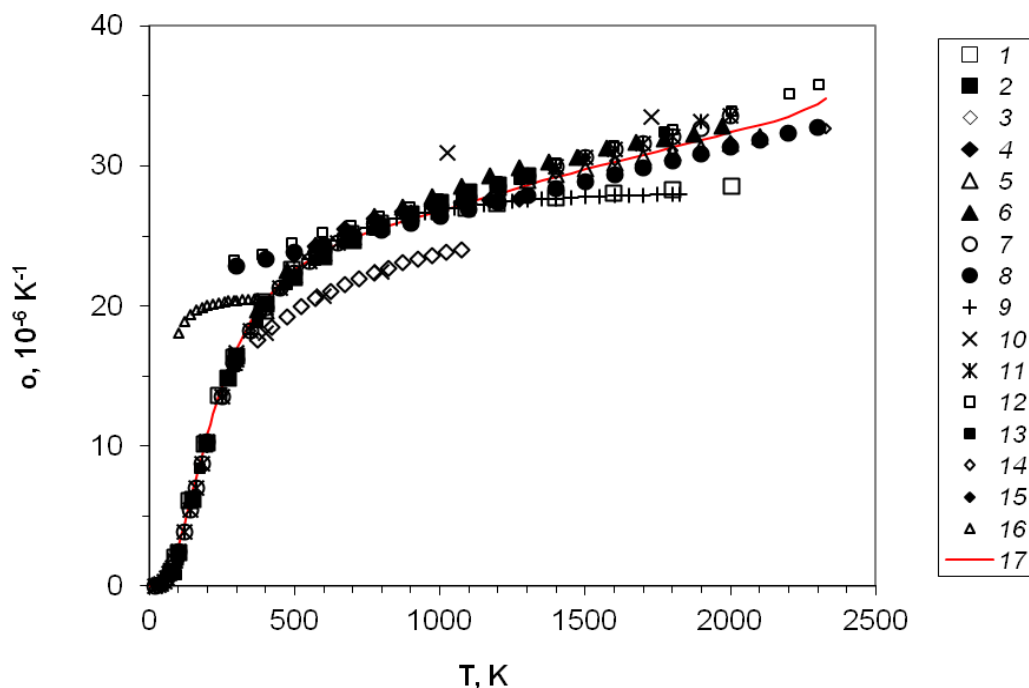


Рис. 1. Температурная зависимость объемного коэффициента теплового расширения $\alpha(T)$ корунда. Символы – табличные данные разных авторов; сплошная линия – тренд [8].

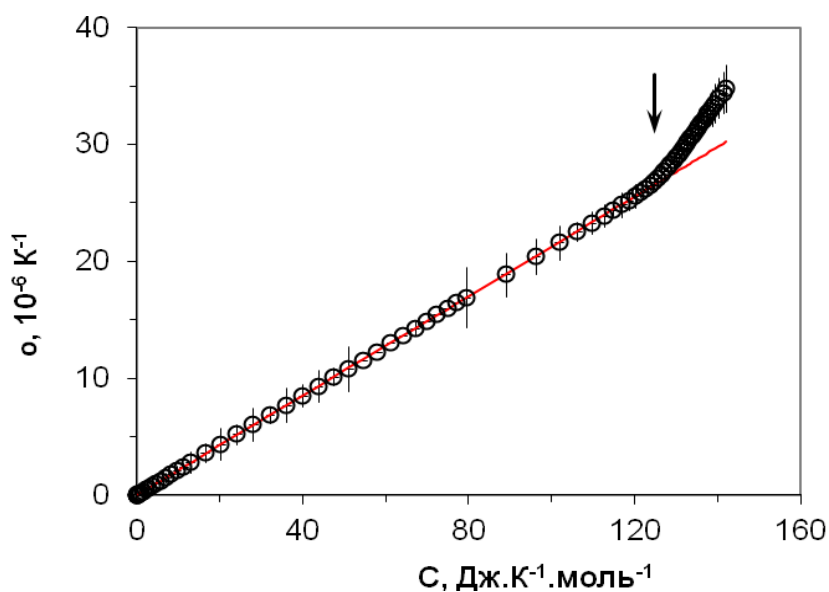


Рис. 2. Корреляционная зависимость КТР и теплоемкости $\alpha(C)$ корунда. Стрелка маркирует классический предел теплоемкости Дюлонга и Пти; сплошная линия – прямая линейной регрессии [8].

Для решения этой задачи необходим анализ первоисточников данных – оригинальных публикаций и (или) справочных изданий, содержащих требуемые сведения. Наиболее удобным и предпочитаемым студентами вариантом решения этой задачи является поиск информации в сети Интернет; при необходимости задействуются также возможности библиотеки вуза, в том числе сервис «Электронная доставка документов». Таким образом, формируется и

получает развитие блок профессиональных ИКТ компетенций бакалавров, как этого требует ФГОС ВО. Одновременно формируются важные для профессионала личностные качества: настойчивость, умение гибко находить пути решения и достигать поставленной цели.

Углубляясь в информационный поиск, очень скоро студенты обнаруживают, что надежных отечественных данных для решения проблемы явно недостаточно, а зна-

чительная доля зарубежных первоисточников англоязычна. Кроме того, нередко затруднения с содержательным пониманием и правильной интерпретацией оригинальных текстов. Целенаправленное приложное усилие по преодолению затруднений способствует формированию языковых и коммуникативных компетенций.

С учетом часто наблюдаемой противоречивости и к тому же малочисленности данных разных исследований возникает задача их обобщенного описания с помощью усредняющей и сглаживающей трендовой температурной зависимости. Для этого студентам приходится осваивать современные статистические методы обработки и прикладного анализа первичных данных в конкретной предметной области. Результаты своей работы студенты фиксируют, пополняя свои коллекции анализируемых данных, содержащие также и полное библиографическое описание их первоисточников, тем самым, формируя и развивая свои компетенции, определяющие культуру и безопасность работы с информацией. Обработка данных и фиксация результатов ведется с помощью офисных приложений (MS Word, MS Excel).

По мере накопления достаточного количества табличных данных (обычно достаточно 10–15 независимых первоисточников) формируется и уточняется представление о трендовой температурной зависимости конкретного свойства (как на рис. 1). Построение тренда осуществляется путем усреднения первичных данных в каждой температурной точке, с последующим численным сглаживанием. То же и для второго свойства. Результаты расчетов представляются графически и в удобном для последующего корреляционного анализа табличном виде. Корреляционная зависимость (рис. 2) имеет характерный вид с изломом, соответствующим достижению теплоемкостью классического предела Дюлонга и Пти, выше которого, по-видимому, происходит смена механизмов формирования теплоемкости и (или) коэффициента теплового расширения. Ниже классического предела корреляция столь тесна, что позволяет предположить наличие не просто корреляционной, но функциональной связи между коррелирующими свойствами. Выше классического предела корреляция КТР и теплоемкости остается, по-видимому, линейной вплоть до точки плавления вещества. Предыдущие авторские исследования [2–8, 30] и др. показывают, что наблюдаемое характерное поведение корреляционной зависимости теплоемкости от КТР присуще без исключения всем уже изученным твердым веществам. Это, в свою очередь, позво-

ляет сформулировать гипотезу о том, что такое поведение характерно для всех, или (в любом случае) большинства твердых тел. Проверка этой гипотезы на примере различных твердых тел и составляет научное содержание педагогической работы по целенаправленному формированию исследовательских компетенций обучающихся. При этом работа имеет фундаментальную научную значимость, поскольку до сих пор не установлены физические причины столь тесной и протяженной линейной корреляции до сих пор считавшихся независимыми свойств. Работа имеет также и вполне конкретную практическую значимость, т. к. при наличии установленной корреляции по величине одного надежно измеренного свойства (обычно это бывает теплоемкость) можно достаточно точно количественно определить значения другого свойства, непосредственное измерение которых затруднено, например, в случае невозможности получения качественных монолитных образцов тугоплавких керамик для измерений теплового расширения. Вероятно, именно этим объясняется значительный разброс различных данных, представленных на рис. 1. Важным моментом является формирование у студентов навыков оценки качества проделанной работы и оценки степени достоверности выводов. В данном случае это можно сделать визуально – по степени соответствия расчетных трендовых линий табличным точкам (рис. 1, 2), а также по величине среднеквадратичных отклонений точек от тренда (планки погрешностей на рис. 2).

После завершения статистической обработки, корреляционного анализа данных и удостоверения в справедливости сформулированной гипотезы для изучаемого вещества студенты переходят к этапу подготовки рукописи для рецензируемого журнала, осваивая тем самым компетенции, связанные с подготовкой научных и научно-технических отчетов и представления результатов исследовательской деятельности. Помощь в этом студентам оказывает изучение работ других авторов, а также методических рекомендаций по подготовке научных публикаций, например, [1, 29]. В рассматриваемом случае итоговый этап подготовки публикаций пришелся на период завершения производственной практики. Студенты имели возможность ознакомиться с правилами оформления и представления статей к опубликованию в конкретных журналах и выполнить соответствующую подготовительную работу. Направление рукописи статьи, оформленной в соответствии с правилами журнала, каждой исследовательской бригадой в адрес редакции журнала завершает основной массовый технологический

этап формирования исследовательских компетенций обучающихся.

Добавим, что научный руководитель исследовательской деятельности студентов в описываемом подходе в большей степени играет неформальную роль тьютора, а не формальную роль администратора, поскольку в описанной совместной исследовательской работе значительна доля личного участия руководителя в разрешении возникающих у студентов затруднений в ходе работы. В западной парадигме образования тьюторинг является одним из современных путей индивидуализации и гуманизации образования, что может быть особенно важно в такой тонкой сфере, какой является научно-исследовательская деятельность студентов (см. [28, 32, 36, 37, 39, 44] и др.).

По результатам описанной работы, выполненной в течение 2014–15 уч. г., бригадами были подготовлены и представлены к опубликованию в рецензируемых научных журналах три статьи (четвертая находится в завершающей стадии подготовки), ход работы по формированию исследовательских компетенций докладывался авторами на международных конференциях (см. [10, 11] и др). По мнению самих участников работы, опрошенных при ее завершении, студенты впервые получили осознанные навыки инструментальной статистической обработки и анализа реальных данных, формулирования своих выводов в виде законченного текста статей, а также публичной презентации своих результатов. Уже работающие студенты отметили, что полученные навыки позволили лучше понимать и эффективнее выполнять требования работодателя, т. е. стать более конкурентоспособными. Публикация статей послужит внешней независимой объективной оценкой качества проделанной учебной работы.

Отметим, что описанная работа технологична и легко масштабируема, так как непосредственно может быть распространена на гораздо большее число участников.

Кроме того, очевидно, в работу могут быть вовлечены учащиеся с ограниченными возможностями здоровья (эти ограничения не относятся к ограничениям в интеллектуальной сфере); в этом случае просто возрастает роль удаленных (электронных) коммуникаций участников.

Заключение

В работе описан успешный, и, как позволяет говорить проведенный литературный анализ, с большой долей уверенности – инновационный, авторский опыт практической работы по отработке индивидуализированного технологического подхода к целевому формированию регламентируемых ФГОС исследовательских компетенций учащихся на примере студентов УрГПУ, обучающихся по направлению «01.03.02 – Прикладная математика и информатика». Описанный подход снимает определенное противоречие между традиционным представлением о научно-исследовательской деятельности как об элитарном процессе, доступном к освоению немногими, и требованиями ФГОС ВО, регламентирующих формирование устойчивых исследовательских компетенций обучающихся без каких-либо исключений. Показано, что подход позволяет технологично и при этом индивидуально формировать требуемые профессиональные компетенции и высокие личностные качества студентов. При этом существенно возрастает первоначально довольно невысокий уровень мотивации студентов к аналитической работе, что особенно важно для указанного направления подготовки. В качестве путей дальнейшего развития подхода можно предложить распространение подхода на большое число участников (масштабируемость) и возможность привлечения к описанной деятельности лиц с ограниченными возможностями здоровья (толерантность).

Авторы благодарят работников ИИЦ Научная библиотека УрГПУ за деятельную информационную поддержку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Н., Лобанова Г., Сусь И. Культура подготовки и представления научных работ // Качество Образования. 2014. № 7–8. С. 52–56.
2. Бодряков В. Ю. Корреляция коэффициента теплового расширения и теплоемкости криокристалла инертного газа: криптон // ЖТФ. 2015. Т. 85. Вып. 3. С. 65–68.
3. Бодряков В. Ю. О корреляции коэффициента теплового расширения и теплоемкости криокристалла аргона // ФТТ. 2014. Т. 56. Вып. 11. С. 2279–2285.
4. Бодряков В. Ю. О корреляции коэффициента теплового расширения и теплоемкости криокристалла инертного газа ксенона // Неорганич. Матер. 2015. Т. 51. № 2. С. 213–217.
5. Бодряков В. Ю. О корреляции температурных зависимостей теплового расширения и теплоемкости вплоть до точки плавления тугоплавкого металла: Вольфрам // ТВТ. 2015. Т. 53. № 5. С. 1–7.
6. Бодряков В. Ю. О корреляции температурных зависимостей теплового расширения и теплоемкости вплоть до точки плавления тугоплавкого металла: молибден // ТВТ. 2014. Т. 52. № 6. С. 863–869.
7. Бодряков В. Ю., Бабинцев Ю. Н. Совместный анализ теплоемкости и теплового расширения твердой ртути // ФТТ. 2015. Т. 57. Вып. 6. С. 1240–1244.
8. Бодряков В. Ю., Быков А. А. Корреляционные характеристики температурного коэффициента объемного расширения и теплоемкости корунда // Стекло и Керамика. 2015. № 2. С. 30–33.

9. Бодряков В. Ю., Быков А. А. Научно-исследовательская работа и научно-исследовательская работа студентов как инструменты формирования профессиональных компетенций студентов и академической репутации вуза // Педагогическое образование в России. 2014. № 8. С. 154–158.
10. Бодряков В. Ю., Быков А. А. Формирование реалистичных представлений о физических свойствах веществ как инструмент формирования инженерного мышления учащихся // Материалы МНПК «Формирование инженерного мышления в процессе обучения», 7–8 апреля, 2015, Екатеринбург: УрГПУ. С. 38–40.
11. Бодряков В. Ю., Ушакова Л. Р., Башкатов А. Н. Развитие исследовательских компетенций студентов как инструмент формирования высоких профессиональных качеств современного инженера // Материалы МНПК «Формирование инженерного мышления в процессе обучения», 7–8 апреля, 2015, Екатеринбург: УрГПУ. С. 33–37.
12. Кирилова Г. И. Исследовательская компетентность специалиста информационного общества // *Educational Technology & Society*. 2008. Т. 11. № 4. С. 390–395.
13. Комарова Ю. А. Научно-исследовательская компетентность специалистов: функционально-содержательное описание // *Известия РГПУ им. А. И. Герцена*. 2008. Вып. 11 (68). С. 69–77.
14. Михелькевич В. Н., Костылева И. Б. Педагогическая система формирования у студентов профессиональных научно-исследовательских компетенций // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2010. Т. 12. № 3. С. 352–355.
15. О комплексной программе «Уральская инженерная школа» // Указ Губернатора Свердловской области № 453-УГ от 6 октября 2014 года.
16. Роботова А. С. Надо ли учить академической работе и академическому письму? // *Высшее образование в России*. 2011. № 10. С. 47–54.
17. Рындина Ю. В. Формирование исследовательской компетентности студентов в рамках аудиторных занятий // *Молодой ученый*. 2011. Т. 2. № 4. С. 127–131.
18. Самсонова Е. В. Применение исследовательского подхода к обучению как неотъемлемое условие формирования культуры учебно-исследовательской деятельности студентов младших курсов // *Молодой ученый*. 2013. № 4. С. 600–603.
19. Середенко П. В. Формирование исследовательских компетенций у выпускников педвузов : монография. Южно-Сахалинск : СахГУ, 2013.
20. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утв. Распоряжением Правительства РФ № 2227-р от 8 декабря 2011 г. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124>.
21. Сычкова Н. В. Исследовательская подготовка студентов университета : монография. Магнитогорск : МаГУ, 2002.
22. Федеральная целевая программа развития образования на 2016–2020 годы, утв. Постановлением Правительства РФ № 497 от 23 мая 2015 г. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70944750>.
23. Федеральный государственный стандарт высшего образования по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата), утв. Приказом Минобрнауки РФ № 228 от 12.03.2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178214.
24. Федосова И. В. Школа молодого исследователя как форма повышения качества научно-исследовательской работы студентов // *Современные проблемы науки и образования*. Электронный журнал. 2006. № 6. С. 65–67.
25. Чумичева Р. М. Формирование исследовательских компетенций у студентов в процессе педагогической практике // *Вестник Нижневартовского государственного университета*. 2009. № 3. С. 13.
26. Шестак В. П., Шестак Н. В. Формирование научно-исследовательской компетентности и «академическое письмо» // *Высшее образование в России*. 2011. № 12. С. 115–119.
27. Шестак Н. В., Чмыхова Е. В. Научно-исследовательская деятельность в вузе (основные понятия, этапы, требования). М. : СГУ, 2007.
28. Шумакова К. С. Тьюторинг как форма повышения квалификации педагогов // *Педагогическое образование в России*. 2012. № 1. С. 134–138.
29. Экспертно-аналитический Центр РАН. Стандарты выполнения научно-исследовательской работы (НИР). URL: <http://eac-ras.ru/NIR>.
30. Bodryakov V. Yu. On Correlation between Heat Capacity and Thermal Expansivity of Cubic Pt-Metals (Following to the John Arblaster's Evaluations) // *Open Sci. J. Mod. Phys*. 2015. V. 2. No 1. P. 10–13.
31. Børsen T. Developing ethics competencies among science students at the University of Copenhagen // *European Journal of Engineering Education*. 2008. V. 33. Issue 2. P. 179–186.
32. Clark A. K., Whetstone P. The Impact of an Online Tutoring Program on Mathematics Achievement // *The Journal of Educational Research*. 2014. V. 107. Issue 6. P. 462–466.
33. Ellis R. A. University student approaches to learning science through writing // *International Journal of Science Education*. 2004. V. 26. Issue 15. P. 1835–1853.
34. Hampden-Thompson G., Bennett J. Science Teaching and Learning Activities and Students' Engagement in Science // *International Journal of Science Education*. 2013. V. 35. Issue 8. P. 1325–1343.
35. Hsu P.-L., van Eijck M., Roth W.-M. Students' Representations of Scientific Practice during a Science Internship: Reflections from an activity-theoretic perspective // *International Journal of Science Education*. 2010. V. 32. Issue 9. P. 1243–1266.
36. Math.com. The World of Math Online. URL: <http://www.math.com/math-tutoring.html>.
37. Jelfs A., John T. E. Richardson & Linda Price. Student and tutor perceptions of effective tutoring in distance education // *Distance Education*. 2009. V. 30. Issue 3. P. 419–441.
38. Laubach T. A., Crofford G. D., Marek E. A. Exploring Native American Students' Perceptions of Scientists // *International Journal of Science Education*. 2012. V. 34. Issue 11. P. 1769–1794.

39. Oliveira A. W., Meskill C., Judson D., Gregory K., Rogers P., Imperial C. J., Casler-Failing S. Language Repair Strategies in Bilingual Tutoring of Mathematics Word Problems // *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 2015. V. 15. Issue 1. P. 102–115.
40. Rahm J., Downey J. «A Scientist Can Be Anyone!» Oral Histories of Scientists Can Make «Real Science» Accessible to Youth // *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*. 2002. V. 75. Issue 5. P. 253–257.
41. Rylands L., Simbag V., Matthews K. E., Coady C., Belward S. Scientists and mathematicians collaborating to build quantitative skills in undergraduate science // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2013. V. 44. Issue 6. P. 834–845.
42. Sherrod S. E., Dwyer J., Narayan R. Developing science and math integrated activities for middle school students // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2009. V. 40. Issue 2. P. 247–257.
43. Smith D. V., Mulhall P. J., Gunstone R. F., Hart C. E. What Account of Science Shall We Give? A Case Study of Scientists Teaching First-year University Subjects // *International Journal of Science Education*. 2015. V. 37. Issue 9. P. 1504–1523.
44. Topping K. J., Kearney M., McGee E., Pugh J. Tutoring in mathematics: a generic method // *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*. 2004. V. 12. Issue 3. P. 353–370.
45. Woods-Townsend K., Christodoulou A., Rietdijk W., Byrne J., Griffiths J.B., Grace M. M. Meet the Scientist: The Value of Short Interactions Between Scientists and Students // *International Journal of Science Education*. Part B. 2015. P. 1–25.

L I T E R A T U R E

1. Avdeeva N., Lobanova G., Sus' I. Kul'tura podgotovki i predstavleniya nauchnykh rabot // *Ka-chestvo Obrazovaniya*. 2014. № 7–8. S. 52–56.
2. Bodryakov V. Yu. Korrelyatsiya koeffitsienta teplovogo rasshireniya i teploemkosti kriokri-stalla inertnogo gaza: kripton // *ZhTF*. 2015. T. 85. Vyp. 3. S. 65–68.
3. Bodryakov V. Yu. O korrelyatsii koeffitsienta teplovogo rasshireniya i teploemkosti kriokri-stalla argona // *FTT*. 2014. T. 56. Vyp. 11. S. 2279–2285.
4. Bodryakov V. Yu. O korrelyatsii koeffitsienta teplovogo rasshireniya i teploemkosti kriokri-stalla inertnogo gaza ksenona // *Neorgan. Mater.* 2015. T. 51. № 2. S. 213–217.
5. Bodryakov V. Yu. O korrelyatsii temperaturnykh zavisimostey teplovogo rasshireniya i teploemkosti vplot' do tochki plavleniya tugoplavkogo metalla: Vol'fram // *TVT*. 2015. T. 53. № 5. S. 1–7.
6. Bodryakov V. Yu. O korrelyatsii temperaturnykh zavisimostey teplovogo rasshireniya i teploemkosti vplot' do tochki plavleniya tugoplavkogo metalla: molibden // *TVT*. 2014. T. 52. № 6. S. 863–869.
7. Bodryakov V. Yu., Babintsev Yu. N. Sovmestnyy analiz teploemkosti i teplovogo rasshireniya tverdogo rtuti // *FTT*. 2015. T. 57. Vyp. 6. S. 1240–1244.
8. Bodryakov V. Yu., Bykov A. A. Korrelyatsionnye kharakteristiki temperaturnogo koeffitsienta ob"emnogo rasshireniya i teploemkosti korunda // *Steklo i Keramik*. 2015. № 2. S. 30–33.
9. Bodryakov V. Yu., Bykov A. A. Nauchno-issledovatel'skaya rabota i nauchno-issledovatel'skaya rabota studentov kak instrumenty formirovaniya professional'nykh kompetentsiy studentov i akademicheskoy reputatsii vuza // *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. 2014. № 8. S. 154–158.
10. Bodryakov V. Yu., Bykov A. A. Formirovanie realistichnykh predstavleniy o fizicheskikh svoystvakh veshchestv kak instrument formirovaniya inzhenernogo myshleniya uhashchikhsya // *Materialy MNPk «Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya»*, 7–8 aprelya, 2015, Ekaterinburg: UrGPU. S. 38–40.
11. Bodryakov V. Yu., Ushakova L. R., Bashkatov A. N. Razvitiye issledovatel'skikh kompetentsiy studentov kak instrument formirovaniya vysokikh professional'nykh kachestv sovremennogo inzhenera // *Materialy MNPk «Formirovanie inzhenernogo myshleniya v protsesse obucheniya»*, 7–8 aprelya, 2015, Ekaterinburg: UrGPU. S. 33–37.
12. Kirilova G. I. Issledovatel'skaya kompetentnost' spetsialista informatsionnogo obshchestva // *Education- al Technology & Society*. 2008. T. 11. № 4. S. 390–395.
13. Komarova Yu. A. Nauchno-issledovatel'skaya kompetentnost' spetsialistov: funktsional'no-soderzhatel'noe opisanie // *Izvestiya RGPU im. A. I. Gertsena*. 2008. Vyp. 11 (68). S. 69–77.
14. Mikhel'kevich V. N., Kostyleva I. B. Pedagogicheskaya sistema formirovaniya u studentov professional'nykh nauchno-issledovatel'skikh kompetentsiy // *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2010. T. 12. № 3. S. 352–355.
15. O kompleksnoy programme «Ural'skaya inzhenernaya shkola» // *Ukaz Gubernatora Sverdlovskoy oblasti № 453-UG ot 6 oktyabrya 2014 goda*.
16. Robotova A. S. Nado li učit' akademicheskoy rabote i akademicheskomu pis'mu? // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2011. № 10. S. 47–54.
17. Ryndina Yu. V. Formirovanie issledovatel'skoy kompetentnosti studentov v ramkakh audi-tornykh zanyatiy // *Molodoy uchenyy*. 2011. T. 2. № 4. S. 127–131.
18. Samsonova E. V. Primenenie issledovatel'skogo podkhoda k obucheniyu kak neot'emlemoe us-lovie formirovaniya kul'tury uchebno-issledovatel'skoy deyatel'nosti studentov mladshikh kursov // *Molodoy uchenyy*. 2013. № 4. S. 600–603.
19. Seredenko P. V. Formirovanie issledovatel'skikh kompetentsiy u vypusknikov pedvuzov : monografiya. Yuzhno-Sakhalinsk : SakhGU, 2013.
20. Strategiya innovatsionnogo razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda, utv. Raspor-yazheniem Pravitel'stva RF № 2227-r ot 8 dekabrya 2011 g. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70006124>.

21. Sychkova N. V. Issledovatel'skaya podgotovka studentov universiteta : monografiya. Magnitogorsk : MaGU, 2002.
22. Federal'naya tselevaya programma razvitiya obrazovaniya na 2016-2020 gody, utv. Postanovleniem Pravitel'stva RF № 497 ot 23 maya 2015 g. URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70944750>.
23. Federal'nyy gosudarstvennyy standart vysshego obrazovaniya po napravleniyu podgotovki 01.03.02 Prikladnaya matematika i informatika (uroven' bakalavriata), utv. Prikazom Minobrnauki RF № 228 ot 12.03.2015. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_178214.
24. Fedosova I. V. Shkola molodogo issledovatelya kak forma povysheniya kachestva nauchno-issledovatel'skoy raboty studentov // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. Elektronnyy zhurnal. 2006. № 6. S. 65–67.
25. Chumicheva R. M. Formirovanie issledovatel'skikh kompetentsiy u studentov v protsesse pedagogicheskoy praktike // *Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2009. № 3. S. 13.
26. Shestak V. P., Shestak N. V. Formirovanie nauchno-issledovatel'skoy kompetentnosti i «akademicheskoe pis'mo» // *Vysshee obrazovanie v Rossii*. 2011. № 12. S. 115–119.
27. Shestak N. V., Chmykhova E. V. Nauchno-issledovatel'skaya deyatel'nost' v vuze (osnovnye ponyatiya, etapy, trebovaniya). M. : SGU, 2007.
28. Shumakova K. S. Tyutoring kak forma povysheniya kvalifikatsii pedagogov // *Pedagogicheskoe obrazovanie v Rossii*. 2012. № 1. S. 134–138.
29. Ekspertno-analiticheskiy Tsentr RAN. Standarty vypolneniya nauchno-issledovatel'skoy raboty (NIR). URL: <http://eac-ras.ru/NIR>.
30. Bodryakov V. Yu. On Correlation between Heat Capacity and Thermal Expansivity of Cubic Pt-Metals (Following to the John Arblaster's Evaluations) // *Open Sci. J. Mod. Phys*. 2015. V. 2. No 1. P. 10–13.
31. Børsen T. Developing ethics competencies among science students at the University of Copenhagen // *European Journal of Engineering Education*. 2008. V. 33. Issue 2. P. 179–186.
32. Clark A. K., Whetstone P. The Impact of an Online Tutoring Program on Mathematics Achievement // *The Journal of Educational Research*. 2014. V. 107. Issue 6. P. 462–466.
33. Ellis R. A. University student approaches to learning science through writing // *International Journal of Science Education*. 2004. V. 26. Issue 15. P. 1835–1853.
34. Hampden-Thompson G., Bennett J. Science Teaching and Learning Activities and Students' Engagement in Science // *International Journal of Science Education*. 2013. V. 35. Issue 8. P. 1325–1343.
35. Hsu P.-L., van Eijck M., Roth W.-M. Students' Representations of Scientific Practice during a Science Internship: Reflections from an activity–theoretic perspective // *International Journal of Science Education*. 2010. V. 32. Issue 9. P. 1243–1266.
36. Math.com. The World of Math Online. URL: <http://www.math.com/math-tutoring.html>.
37. Jelfs A., John T. E. Richardson & Linda Price. Student and tutor perceptions of effective tutoring in distance education // *Distance Education*. 2009. V. 30. Issue 3. P. 419–441.
38. Laubach T. A., Crofford G. D., Marek E. A. Exploring Native American Students' Perceptions of Scientists // *International Journal of Science Education*. 2012. V. 34. Issue 11. P. 1769–1794.
39. Oliveira A. W., Meskill C., Judson D., Gregory K., Rogers P., Imperial C. J., Casler-Failing S. Language Repair Strategies in Bilingual Tutoring of Mathematics Word Problems // *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 2015. V. 15. Issue 1. P. 102–115.
40. Rahm J., Downey J. «A Scientist Can Be Anyone!» Oral Histories of Scientists Can Make «Real Science» Accessible to Youth // *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*. 2002. V. 75. Issue 5. P. 253–257.
41. Rylands L., Simbag V., Matthews K. E., Coady C., Belward S. Scientists and mathematicians collaborating to build quantitative skills in undergraduate science // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2013. V. 44. Issue 6. P. 834–845.
42. Sherrod S. E., Dwyer J., Narayan R. Developing science and math integrated activities for middle school students // *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 2009. V. 40. Issue 2. P. 247–257.
43. Smith D. V., Mulhall P. J., Gunstone R. F., Hart C. E. What Account of Science Shall We Give? A Case Study of Scientists Teaching First-year University Subjects // *International Journal of Science Education*. 2015. V. 37. Issue 9. P. 1504–1523.
44. Topping K. J., Kearney M., McGee E., Pugh J. Tutoring in mathematics: a generic method // *Mentoring & Tutoring: Partnership in Learning*. 2004. V. 12. Issue 3. P. 353–370.
45. Woods-Townsend K., Christodoulou A., Rietdijk W., Byrne J., Griffiths J.B., Grace M. M. Meet the Scientist: The Value of Short Interactions Between Scientists and Students // *International Journal of Science Education*. Part B. 2015. P. 1–25.

Статью рекомендует д-р пед. наук, профессор Б. Е. Стариченко.