

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

THEORY AND METHODOLOGY OF VOCATIONAL EDUCATION

Научная статья

УДК 378.147

DOI: 10.21209/2658-7114-2024-19-3-6-16

Метод аналогии как элемент научно-исследовательской работы студентов младших курсов технических вузов

Александр Георгиевич Гейн¹, Алла Александровна Кныш²

^{1,2}Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия

¹a.g.geyn@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8139-9954>

²knysh.alla84@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2526-2715>

В статье исследуется возможность повышения эффективности научно-исследовательской работы в рамках лекционных и практических занятий студентов младших курсов. Выявлено противоречие между потенциальными возможностями научно-исследовательской работы в развитии исследовательских компетенций студентов в процессе обучения студентов младших курсов и недостаточной разработанностью продуктивных методик по введению инструментов исследовательской работы помимо навыков работы с источниками информации и методами проведения экспериментальной работы. Речь идёт об инструментах, позволяющих выделять объекты исследования, выдвигать и формулировать гипотезы, осуществлять проверку гипотез. Новизна и теоретическая значимость исследования состоит в том, что обычно с этими методами студенты знакомятся в основном на старших курсах в рамках индивидуальной работы с руководителем. Решение проблемы реализовано посредством разработанной методики лекционных и практических занятий, содержащих элементы когнитивных инструментов научной деятельности в системной связи с предметной методикой. В качестве конкретного инструмента научной деятельности выбран метод аналогии и проведены методологическое и методическое обоснования возможности его использования для выстраивания соответствующей методики, согласованной с методикой преподавания дисциплины. Разработана система оценки уровней освоения умений и навыков когнитивных инструментов научной деятельности студентов и осуществлена экспериментальная проверка результативности разработанной методики. Данные методики, реализованные для курса высшей математики для непрофильных специальностей, а также курсов алгебры и математического анализа на математических и ИТ-специальностях, допускают перенос на другие дисциплины теоретического цикла. В этом состоит практическая значимость проведённого исследования.

Ключевые слова: исследовательская активность, уровни исследовательской деятельности, метод аналогии, методика исследований, рассуждение по аналогии, когнитивный инструмент исследования

Благодарности: работа выполнена при финансовой поддержке в рамках проекта повышения конкурентоспособности (Соглашение между Министерством образования и науки Российской Федерации и Уральским федеральным университетом от 27 августа 2013 г., № 02.А03.21.0006).

Original article

The Analogy Method as an Element of Research Work of Junior Students

Aleksandr G. Geyn¹, Alla A. Knysh²^{1,2}Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg, Russia¹a.g.geyn@urfu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8139-9954>²knysh.alla84@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2526-2715>

The article explores the possibility of increasing the efficiency of research work within the framework of lectures and practical classes for junior students. We have identified a contradiction between the potential of research work in the development of students' research competencies in the process of teaching junior students and the insufficient development of productive methods for introducing research tools in addition to skills in working with sources of information and methods of conducting experimental work. We are talking about tools that allow you to identify objects of research, put forward and formulate hypotheses, test hypotheses, etc. The solution to the problem is realized through the developed methodology of lectures and practical classes, containing elements of intellectual tools of scientific activity in a systematic connection with the subject methodology. The method of analogy has been chosen as a specific tool for scientific activity. A system for assessing the levels of mastering the skills of intellectual tools of students' scientific activities has been developed and an experimental test of the effectiveness of the developed methodology has been carried out. These methods, implemented for a higher mathematics course for non-core specialties, as well as algebra and mathematical analysis courses for mathematical and IT specialties, can be transferred to other disciplines of the theoretical cycle. This is the practical significance of the study.

Keywords: research activity, levels of research activity, analogy method, research methodology

Acknowledgments: the work was carried out with financial support within the framework of the project to increase competitiveness (an agreement between the Ministry of Education and Science of the Russian Federation and the Urals Federal University dated 08.27.2013, No. 02.a03.21.0006).

Введение. Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) является обязательным компонентом обучения студентов любой специальности, направления, профиля. На младших курсах она представлена приобретением умений и навыков самостоятельной работы с различными источниками информации по заданной теме. В результате студент должен представить реферат, эссе или другой подобный продукт. Эта часть НИРС осуществляется, естественно, в рамках внеаудиторной учебной деятельности студентов. В технических вузах нередко предлагают в качестве аудиторной деятельности студентов по НИРС считать их занятия в лабораториях, где они приобретают умения работать с техникой, проводить эксперименты и обрабатывать их результаты. Это, без сомнения, тоже важный элемент осуществления научных исследований, но такая учебная работа проводится по учебному плану. Для других дисциплин, например математики, такое невозможно. Отметим и другую черту такого варианта НИРС на младших курсах – она, можно сказать, является оболочкой, обеспечивающей корректное проведение научно-исследовательской работы. Собственно когнитивные инструменты – те методы, которые позво-

ляют строить гипотезы, составлять планы их проверки и т. п. – начинают осваиваться на третьем курсе при выполнении курсовых работ, т. е. снова в рамках внеаудиторной работы студентов.

Проблема – можно ли для студентов младших курсов в рамках аудиторных занятий осуществлять системное овладение инструментами научного исследования, такими как определение исследуемого объекта, выделение свойств, подлежащих исследованию, выдвижение гипотез и их проверка и т. п.? Исключительно для краткости мы в дальнейшем будем называть их когнитивными инструментами научного исследования, ни в коей мере не претендуя на это как на понятие или термин. Мы дадим положительный ответ на этот вопрос, в определённой мере частный, поскольку он будет касаться только курса высшей математики.

Цель исследования – представить возможные когнитивные инструменты научно-исследовательской работы, которые могут осваиваться студентами младших курсов технических вузов в рамках обучения математике, предложить и обосновать методику освоения таких инструментов. Исходя из указанных цели и проблемы, нами сформулирована гипотеза исследования: когнитивные

средства научного исследования могут осваиваться студентами младших курсов, если:

- методологически обоснована возможность включения когнитивных инструментов научного исследования в процесс обучения на младших курсах;

- разработана методика лекционных и практических занятий в системной связи с предметной методикой;

- создана система заданий, выполнение которых включает когнитивные инструменты научного исследования.

Ещё раз подчеркнём, что исследование ведётся в рамках преподавания высшей математики, хотя нам представляется, что и для других научных дисциплин имеет место положительное решение указанной проблемы.

Первой задачей нашего исследования стало на основе анализа работ ведущих математиков выявить базовые когнитивные инструменты математических исследований. Но этого совершенно недостаточно. Поэтому следующая задача: на основе анализа научно-методической литературы по содержанию и методике обучения студентов научно-исследовательской работе, психолого-педагогической литературы по освоению студентами когнитивных умений разработка частной методики освоения студентами младших курсов для хотя бы одного из выявленных нами когнитивных инструментов исследовательской работы с реализацией в виде системы лекционных и практических заданий. Наконец, третья задача: провести опытно-поисковую работу по проверке результативности предложенной методики освоения студентами младших курсов когнитивных инструментов исследовательской работы.

Обзор литературы. Вопросам организации и методики учебно-исследовательской работы студентов (УИРС) и научно-исследовательской работы студентов вузов посвящена весьма обширная литература. Попытка определить эти два понятия в результате анализа соответствующей литературы оказалась не вполне продуктивной. Так Н. В. Ипполитова, Н. С. Стерхова, анализируя понятия УИРС и НИРС, указывают, что «учебно-исследовательская деятельность – это деятельность, главной целью которой является образовательный результат», в то время как «научно-исследовательская деятельность студентов... направлена на получение новых объективных научных знаний. Такой вид деятельности может быть доступен отдельным студентам вуза» [1]. На этом

основании делается вывод, что указанные понятия взаимосвязаны, но не тождественны. В методических материалах МИФИ¹ излагается прямо противоположная позиция – эти понятия тождественны. Такое противостояние представляется не вполне естественным, поскольку теория УИРС весьма основательно проработана. Свидетельством тому является не только значительное число статей, но и наличие учебных пособий для педагогических вузов². Однако нельзя хотя бы частично не согласиться с обеими позициями. С одной стороны, формы, в которых осуществляются оба вида работ, фактически совпадают: на первом-втором курсах подготовка рефератов, эссе, рецензий, курсовая работа на третьем курсе и, наконец, выпускная квалификационная работа (ВКР) на четвёртом курсе.

В сферу научно-исследовательской деятельности студентов нередко добавляют участие в проектах и студенческих научных обществах. С другой стороны, для направлений, не связанных с техникой и технологическими специальностями, редко бывают ВКР, результат которых заранее неизвестен руководителю. Тем самым «новое» знание является таковым только для самого студента, т. е. отвечает, по мнению Н. В. Ипполитовой [1], целям УИРС, но не НИРС. Причину наличия того, что «современными учёными используется несколько определений понятия научно-исследовательской деятельности студентов», И. А. Голубева видит в том, что «в основе определений лежат разные функции или характеристики НИРС» [2, с. 74].

Мы категорически не согласны с позицией Н. В. Ипполитовой, Н. С. Стерховой [1], что по окончании бакалавриата только весьма малая часть выпускников способна овладеть когнитивными исследовательскими умениями. На наш взгляд, здесь проявляется противоречие между реальной возможностью овладения такими умениями и недостаточной развитостью соответствующей методики. Данное исследование направлено

¹ Энциклопедия МИФИ. Учебный процесс. Учебно-исследовательская работа (УИР). – URL: http://wiki.mephist.ru/wiki/Категория:Учебный_процесс (дата обращения: 14.03.2024). – Текст: электронный.

² Далингер В. А. Методика обучения математике. Поисково-исследовательская деятельность учащихся: учебник и практикум для вузов. – М.: Юрайт, 2019. – 460 с.; Бережнова Е. В. Основы учебно-исследовательской деятельности студентов. – М.: Академия, 2013. – 128 с.; Загвязинский В. И. Теория обучения. Современная интерпретация. – М.: Академия, 2001. – 192 с.

на преодоление этого противоречия, хотя в весьма частном случае – в преподавании курса высшей математики.

А. О. Карпов, выстраивая концепцию исследовательского обучения, считает неправомерным разделение учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы обучающихся [3, с. 6]. По его мнению, это симбиоз, который должен начинаться как можно раньше, и это возможно с весьма младших возрастов обучающихся – как только к этому у них будут готовы когнитивные структуры. Обращаясь к исследованиям Ж. Пиаже, он определяет этот возраст как 11–13 лет, когда начинает развиваться абстрактное мышление (мы акцентируем на этом внимание, поскольку в нашем исследовании речь идёт об изучении математики) [Там же, с. 8]. Не во всём соглашаясь с автором, отметим, что мы ведём исследования именно в том направлении, чтобы инструменты собственно научного исследования осваивались студентами уже на младших курсах. Это подчёркивает новизну и актуальность данного исследования.

Учебно-исследовательская и научно-исследовательская деятельность студентов является частью более общего понятия исследовательской деятельности обучающихся. Возможно, поэтому в зарубежной литературе они без таких названий, но по факту входят в исследования по обучению исследовательской деятельности. Если в отечественных исследованиях УИРС и НИРС занимают в некотором смысле подчинённое положение по отношению к основной учебной деятельности (как видим, есть крайняя точка зрения, что НИРС вообще не всеми студентами может быть освоена), то в зарубежных работах значительная часть дискуссий развёрнута вокруг возможности первичного места УИРС и НИРС [4; 5].

Одним из аргументов в пользу такого варианта является то, что на старших курсах студент уже нацелен на определённое место работы. Ввиду довольно многочисленных сетований студентов старших курсов, что их учат не тому, что им надо, не исключено, что на этот аспект имеет смысл обратить внимание. Близкий к нашим выводам сравнительный анализ представил, например, А. О. Карпов [6], в отдельных работах [7] рассматривается компонентный состав исследовательской деятельности и связей компонентов с другими видами образовательной

деятельности. В отечественной литературе по исследовательской деятельности обучающихся подобные аспекты практически не рассматриваются. Так, исследователи, например С. Винч [8], обращают внимание на такой аспект научно-исследовательской работы, как критическая рациональность (не следует путать с критическим мышлением), под этим понимается обоснованность той массы экспериментальной работы, которая необходима и достаточна для выдвижения и проверки гипотезы исследования.

Хотя в высшей школе метод аналогии практически не рассматривается, в школьном сегменте имеются труды в этом направлении (например, работы Д. С. Быковой, В. В. Кочагина [9; 10], а также учебник для педагогических вузов¹). В основном они содержат примеры без обобщающей методики и тем более педагогической теории, но играют существенную роль в накоплении опыта применения метода аналогии.

В результате анализа литературы нами принято следующее определение научно-исследовательской работы студентов: *научно-исследовательская работа студентов* – это системное овладение различными компонентами исследовательской деятельности, сопровождающееся повышением у студентов мотивации к участию в такой деятельности, а также умение осуществлять самооценку в овладении умениями проводить такую работу.

В представленном исследовании основное внимание сосредоточено именно на овладении компонентами исследовательской деятельности, поскольку остальные перечисленные аспекты в большей степени относятся к старшим курсам.

Методологические основы и методы исследования. В методологическом плане важную роль играют два принципа. Во-первых, принцип зоны ближайшего развития, сформулированный Л. С. Выготским [11]. Как будет показано ниже, без соблюдения этого принципа освоение метода аналогии практически не осуществимо. Во-вторых, принцип двойственного характера содержания при предметном обучении, сформулированный В. С. Леднёвым [12]. Он состоит в том, что в изучении любого предмета одновременно должны присутствовать как научные знания, передаваемые обучающимся, так и доступ-

¹ Далингер В. А., Костюченко Р. Ю. Аналогия в геометрии: учеб. пособие. – Омск: ОмГПУ, 2001. – 149 с.

ное освоение методов, благодаря которым эти знания были получены. Если в естественных науках этот принцип до определённой степени реализуется в лабораторных работах, то в математике и гуманитарных науках до методических разработок дело не дошло, фактически этот принцип не нашёл применения. В представленном исследовании мы частично реализуем этот принцип.

В качестве методологической основы мы опираемся на идеи и концепции теории деятельности и деятельностного подхода (П. Я. Гальперин, В. В. Давыдов, А. Н. Леонтьев и др.), рефлексивного подхода к обучению (В. В. Давыдов, Г. П. Щедровицкий и др.).

Поскольку наше исследование касается преподавания математики на младших курсах, важную роль играет методология науки математики, представленная в трудах А. Н. Колмогорова, Г. Вейля, Д. Пойя и др. [13, с. 9; 14, с. 35]. В этих работах одним из тезисов является положение о том, что определение понятия должно вводиться так, чтобы оно вписывалось в общий математический контекст, а не в конкретную математическую конфигурацию. В монографии Г. Фройдентала [15, с. 95] обращается внимание на то, что, вводя новое понятие, следует стремиться к тому, чтобы продемонстрировать обучающимся, как это понятие может проявлять те или иные свои черты в разных ситуациях. В теоретическом плане работа лежит в русле исследований, представленных в трудах А. Г. Гейна, А. И. Дорониной, А. А. Фролова [16].

Методы исследования использовались общепринятые для педагогических исследований: анализ психолого-педагогической, научно-методической литературы, программ обучения тех дисциплин, в рамках которых будет проводиться исследование, соответствующих методических материалов, наблюдение за учебным процессом и субъектами учебной деятельности, опытно-поисковая работа, статистическая обработка и интерпретация экспериментальных данных.

Для демонстрации методики проведения занятий по овладению аналогией как научного инструмента мы в качестве примера приведём одно из занятий по математическому анализу, проводившееся для студентов второго курса экономического факультета Уральского государственного экономического университета. Тема занятия: *Свойства функций нескольких переменных.*

Ниже приведён (частично) протокол занятия (велась аудиозапись, от студентов получено согласие на её проведение).

Прежде всего, преподаватель посредством опроса актуализирует знания студентов о характеристиках и свойствах функции одной переменной. На доске появляется довольно длинный список. Часть характеристик и свойств преподаватель оставляет на доске, а об остальных говорит, что они составят основу домашнего задания. Вот окончательный список:

1. Область определения.
2. Область значений.
3. График функции.
4. Точка локального максимума.
5. Неубывание функции.

Студенты не видят разницы (и вполне справедливо) в определении области определения для функции от одной или нескольких переменных. Преподаватель предлагает из функции $f(x) = \ln x$ построить функцию двух переменных. Из примеров, предложенных студентами, преподаватель отобрал три ($f_1(x, y) = \ln(x + y)$, $f_2(x, y) = \ln(xy)$, $f_3(x, y) = \ln x + \ln y$) и предлагает для каждой построить и изобразить на координатной плоскости область определения. Для первой функции она представляет открытую полуплоскость, для второй – объединение открытых 1-го и 3-го квадрантов, для третьей – открытый 1-й квадрант. Преподаватель акцентирует внимание, что при аналогичном определении области определения функций от одной и двух переменных в случае функции $f(x) = \ln x$ луч «развёртывается» в разные двумерные области.

Мы пропустим пункты 2 и 3 и сразу перейдём к пункту 4.

Студенты воспроизводят определение точки локального максимума для функции одной переменной: точка x_0 называется точкой локального максимума функции $f(x)$, если существует такое $\varepsilon > 0$, что для всех $x \neq x_0$, удовлетворяющих условию $|x - x_0| < \varepsilon$, выполнено неравенство $f(x) < f(x_0)$.

Предложение преподавателя определить понятие точки локального максимума для функции двух переменных вызвало у студентов замешательство. Преподаватель обращает внимание на то, что переменные x и y абсолютно равноправны, а потому имеет смысл на вторую переменную распространить по аналогии условие, наложенное на первое. После этого студенты легко формулируют определение точки локального мак-

симума для функции двух переменных: точка (x_0, y_0) называется точкой локального максимума функции $f(x, y)$, если существует такое $\varepsilon > 0$, что для всех $x \neq x_0$ и $y \neq y_0$, удовлетворяющих условию $|x - x_0| < \varepsilon$ и $|y - y_0| < \varepsilon$, выполнено неравенство $f(x, y) < f(x_0, y_0)$. Это определение не совпадает с тем, которое обычно формулируется в терминах окрестности, но ему эквивалентно. Более того, нам представляется, что именно определения такого типа более уместны для курса высшей математики для нематематических специальностей, нежели топологический подход через окрестности. Предложенный подход позволяет студентам естественнее воспринимать и понятие частной производной, где как раз для каждой переменной проводятся аналогичные действия.

Переходя к пункту 5, преподаватель формулирует вопрос: можно ли по аналогии дать определение неубывающей функции двух переменных? Ведь мы можем сравнить значения функции в разных точках. После некоторого размышления студенты понимают, что надо уметь сравнивать не только значения функций, но и значения аргументов, а для пар чисел такого нет. Преподаватель соглашается с аргументацией и обращает внимание на то, что метод аналогии вовсе не абсолютен в применении. Однако он предлагает подумать, можно ли, используя метод аналогии, определить, что значит одна пара чисел не меньше, чем другая. У студентов нет конструктивных предложений. Тогда преподаватель предлагает им проанализировать ситуацию пункта 4. После этого у одного из студентов возникает предложение определить, что $(a, b) \leq (c, d)$, если $a \leq c$ и $b \leq d$. Преподаватель соглашается, после чего студенты уверенно формулируют определение: функция $f(x, y)$ неубывающая, если из того, что $(a, b) \leq (c, d)$, следует, что $f(a, b) \leq f(c, d)$.

Интересно было наблюдать за реакцией студентов: удивление и эмоции – обнаружилось, что с помощью метода аналогии можно определить то, что, казалось бы, определить невозможно.

Конечно, в курсе математического анализа это понятие практически не используется. Однако в направлениях математических и ИТ-специальностей в курсе дискретной математики именно так определяется понятие возрастающих булевых функций, которые образуют так называемый замкнутый класс, играющий важную роль в теореме Поста.

Тем самым такое рассмотрение играет пропедевтическую роль в подготовке студентов математических и ИТ-специальностей.

После этого преподаватель задаёт следующий вопрос: известно, что композиция неубывающих функций одной переменной снова неубывающая функция. А как обстоит дело для функций двух переменных? Студенты уверенно проводят доказательство, что соответствующее утверждение также верно. Здесь акцентируется внимание студентов на том, что при определении объекта по аналогии и доказательства свойств нередко можно провести по аналогии. Далее занятие продолжалось в стандартной форме.

На последующих лекционных занятиях всегда находились студенты, которые могли сформулировать определение предела функции двух переменных (после чего лектор давал определение для общего случая n переменных). В каждом удобном случае лектор использовал этот приём.

В качестве второго примера мы приведём задание из курса высшей алгебры для математиков. В этом курсе при изучении темы «Комплексные числа» доказывается теорема о том, что корни из 1 заданной степени образуют группу по умножению. Среди этих корней выделяется подмножество так называемых первообразных корней. Студентам предлагается для этого множества найти и сформулировать аналогичное свойство. Дело в том, что из трёх свойств, определяющих понятие группы, два выполняются, но указанное множество не замкнуто относительно операции умножения. Студентам предложено найти необходимые и достаточные условия, при которых можно получить замкнутость. Это довольно сложная задача, поэтому предлагается план некоторой экспериментальной работы, позволяющей сформулировать гипотезу.

Здесь метод аналогии использован для построения аналога исходного объекта, который оказался по своим свойствам весьма отличным от исходного, и возникает исследовательская задача изучения нового объекта. Это довольно часто возникающий вариант в серьёзных математических исследованиях.

Примеры показывают реализацию принципа двойственного характера содержания при предметном обучении, деятельностного и рефлексивного подходов, а также тезис авторитетных математиков о введении понятий, которые рассмотрены в

разделе «Методологические основы и методы исследования».

В контрольных группах специального обучения методу аналогии не проводилось. Поэтому для получения возможности сравнивать результаты осуществлялась следующая работа:

- сформулированы и подробно обсуждены понятия аналога, аналогии и рассуждения по аналогии;

- на лекциях и практических занятиях каждый раз, когда возникали ситуации использования аналогии, студенты должны были объяснить, почему мы имеем право называть это аналогией.

Для студентов контрольной группы реализовывался только знаниевый компонент метода аналогии без освоения умений и навыков его применения. Тем не менее не было никакой уверенности в том, что в экспериментальной группе результаты будут достоверно отличаться от результатов контрольной группы.

Опытно-поисковая работа проводилась на трёх площадках: Уральский государственный экономический университет (УрГЭУ), Институт радиоэлектроники и информационных технологий Уральского федерального университета (ИРИТ УрФУ), Институт естественных наук и математики Уральского федерального университета (ИЕНиМ УрФУ). В ней приняли участие в общей сложности 379 студентов первого и второго курсов. При этом варьировались дисциплины и темы занятий (см., например, [17; 18], а также примеры, приведённые выше). Опытно-поисковая работа осуществлялась в течение 2017–2022 гг. по достаточно стандартным этапам: констатирующий, поисковый и формирующий. На каждой площадке были организованы две группы: контрольная и экспериментальная:

- в УрГЭУ: контрольная – 84 студента, экспериментальная – 90;

- в ИРИТ УрФУ: контрольная – 76 студентов, экспериментальная – 68;

- в ИЕНиМ УрФУ: контрольная – 31 студент, экспериментальная – 30.

Для оценки уровня освоения студентами метода аналогии установлены четыре уровня:

Низкий уровень: студент в предложенном задании не мог не только самостоятельно найти характеристику, которая позволила бы ему определить объект, аналогичный исходному, но и сделать это с помощью педагога.

Средний уровень: студент в предложенном задании не мог самостоятельно найти характеристику, которая позволила бы ему определить объект, аналогичный исходному, но делал это после наводящих вопросов преподавателя.

Хороший уровень: студент в предложенном задании самостоятельно нашёл характеристику, которая позволила ему определить объект, аналогичный исходному, но не смог самостоятельно разобраться, какие характеристики переносятся с исходного аналога, а какие нет.

Высокий уровень: студент выполнил задание полностью самостоятельно.

Результаты исследования и их обсуждение. Практические занятия, на которых в течение учебного года был представлен метод аналогии, в зависимости от площадки составляли от 15 до 20 %. Частично освоение метода поддерживалось на лекциях. Оптимизм, с которым начиналось исследование, поддерживался исключительно уверенностью в основательности методологической и методической предварительной проработки.

Контрольные мероприятия проводились в конце учебного года. Для обоснования различий в уровне освоения метода аналогии нами (в соответствии с рекомендациями Н. Г. Алексеева, А. В. Леонтьевича [19]) использовался критерий Фишера. Проверялись гипотезы:

H_0 : Достоверное различие уровней сформированности умений в контрольной и экспериментальной группах отсутствует.

H_1 : Уровни сформированности умений достоверно различаются.

На площадке УрГЭУ имеют место следующие результаты (табл. 1).

При заданном количестве градаций число степеней свободы равно трём, для значимости $p \leq 0,05$ имеем $\chi^2_{кр} = 7,815$. Для приведённых в табл. 1 данных $\chi^2_{эксп} = 10,626$. Получаем, что $\chi^2_{кр} < \chi^2_{эксп}$, следовательно, принимается гипотеза, что уровни сформированности исследовательских умений достоверно различаются.

На площадке ИРИТ УрФУ имеют место следующие результаты (табл. 2).

Для этих данных $\chi^2_{эксп} = 13,471$. Получаем, что $\chi^2_{кр} < \chi^2_{эксп}$, следовательно, принимается гипотеза, что уровни сформированности исследовательских умений достоверно различаются.

На площадке ИЕНиМ УрФУ имеют место следующие результаты (табл. 3).

Таблица 1

Сравнение результатов итогового контроля
на степень сформированности умений использования метода аналогии (УрГЭУ)

Уровни сформированности умений	Распределение студентов по уровням в контрольной группе	Распределение студентов по уровням в экспериментальной группе
Низкий	44	17
Средний	27	26
Хороший	13	34
Высокий	0	13
Итого	84	90

Таблица 2

Сравнение результатов итогового контроля
на степень сформированности умений использования метода аналогии (ИРИТ УрФУ)

Уровни сформированности умений	Распределение студентов по уровням в контрольной группе	Распределение студентов по уровням в экспериментальной группе
Низкий	34	15
Средний	26	28
Хороший	15	16
Высокий	1	9
Итого	76	68

Таблица 3

Сравнение результатов итогового контроля
на степень сформированности умений использования метода аналогии (ИЕНиМ УрФУ)

Уровни сформированности умений	Распределение студентов по уровням в контрольной группе	Распределение студентов по уровням в экспериментальной группе
Низкий	12	5
Средний	11	7
Хороший	6	11
Высокий	2	7
Итого	31	30

Для этих данных $\chi^2_{\text{экс}} = 8,005$. Получаем, что $\chi^2_{\text{кр}} < \chi^2_{\text{экс}}$, следовательно, гипотеза, что уровни сформированности исследовательских умений достоверно различаются.

Отметим, что опытно-поисковая работа на площадках УрГЭУ и ИРИТ УрФУ достаточно развёрнуто описана в публикациях А. А. Кныш с соавторами [20; 21].

Для площадки ИЕНиМ УрФУ результаты находятся на грани достоверности. У нас пока нет объяснений этой ситуации, необходимо провести дополнительные исследования. Конкурируют две гипотезы:

- 1) более высокая сложность материала;
- 2) более высокий уровень готовности студентов к работе с абстрактными понятиями.

Для нематематических специальностей результаты можно считать близкими. Здесь надо иметь в виду, что студенты, поступившие на радиофак, имеют, как правило, более высокий уровень школьной математической подготовки, чем студенты младших курсов экономических специальностей. Результа-

ты анализа контрольных мероприятий показывают, что гипотеза исследования подтверждена.

Заключение. На основе анализа методологической, психолого-педагогической, научной и методической литературы выявлено противоречие между потенциальными возможностями НИРС в развитии исследовательских компетенций студентов в процессе обучения студентов младших курсов и недостаточной разработанностью продуктивных методик по их реализации. Как показано в проведённом исследовании, повышение эффективности НИРС на младших курсах возможно через включение освоения когнитивных инструментов научной деятельности как на лекционных, так и на практических занятиях.

На основе комплексного анализа методологических исследований в сфере образования для конструктивного разрешения проблемы была выстроена методологическая аргументация возможности её решения. На наш взгляд, это позволяет расширить диапа-

зон построения методических исследований для дисциплин помимо высшей математики, на базе которой проведено данное исследование. В этом состоит теоретическая значимость и новизна проведённого исследования.

Разработана методика лекционных и практических занятий, содержащих элементы когнитивных инструментов научной деятельности в системной связи с предметной методикой. Разработана система оценки уровней освоения умений и навыков когни-

тивных инструментов научной деятельности студентов и осуществлена экспериментальная проверка результативности разработанной методики. Последние два пункта, по нашему мнению, характеризуют практическую значимость исследования.

Разумеется, метод аналогии не является единственным научным инструментом исследования. В последующих статьях мы намерены опубликовать результаты методических исследований и для других инструментов научного исследования.

Список литературы

1. Ипполитова Н. В., Стерхова Н. С. Виды и формы организации исследовательской деятельности студентов педвуза // Вестник Шадринского государственного педагогического института. 2015. № 1. С. 41–49.
2. Голубева И. А. Научно-исследовательская деятельность студентов: попытка определения // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Социология. Педагогика. Психология. 2022. Т. 8, № 2. С. 73–86.
3. Карпов А. О. Теоретические основы исследовательского обучения в обществе знаний // Педагогика. 2019. № 3. С. 3–13.
4. Humboldt W. von. *Über die innere und aussere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalten in Berlin*. Berlin: Der Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin, 2010. 73 p.
5. Cubberley E. P. *Public School Administration: A Statement of the Fundamental Principles Underlying of the Organization and Administration of Public Education*. Boston: Houghton Mifflin, 1976. 530 p.
6. Karpov A. O. "Step into the Future" Program as a System of Non-formal Research Education in Russia // *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham ZG: Springer, 2018. Vol. 785. P. 15–21.
7. *Developing Foresight for the Development of Higher Education // Final Report of the Strata-Etan Expert Group*. Brussels: European Commission, 2002.
8. Winch C. *Developing Critical Rationality as a Pedagogical Aim // Journal of Philosophy Education*. 2004. Vol. 38, no. 3. P. 28–39.
9. Быкова Д. С. Методика обучения решению задач в курсе математики общеобразовательной школы на основе аналогии и обобщения // Математика. Образование. Культура: материалы VII Междунар. науч. конф. Тольятти, 2015. С. 269–272.
10. Кочагин В. В. Методические особенности применения аналогии в систематическом курсе стереометрии: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. М., 1999. 153 с.
11. Выготский Л. С. *Мышление и речь*. М.: Лабиринт, 1999. 352 с.
12. Леднёв В. С. Системный подход в педагогике // *Метафизика*. 2014. № 4. С. 39–51.
13. Вейль Г. *Математическое мышление*. М.: Наука, 1989. 400 с.
14. Пойя Д. *Математика и правдоподобные рассуждения*. М.: Наука, 1975. 448 с.
15. Фрейденталь Г. *Математика как педагогическая задача*. М.: Просвещение, 1982. Ч. 1. 192 с.
16. Гейн А. Г., Доронин А. И., Фролов А. А. Модели научного продуктивного мышления и практика его формирования в процессе образования // *Формирование мышления в процессе обучения естественнонаучным, технологическим и математическим дисциплинам: материалы Всерос. науч.-практ. конф., приуроченной к юбилею Т. Н. Шамало (Екатеринбург, 26–27 октября 2020 г.)*. Екатеринбург: Урал. гос. пед. ун-т, 2020. С. 50–56.
17. Кныш А. А. Пример создания исследовательского контекста при решении задач линейного программирования // *Вопросы педагогики*. 2021. № 11–2. С. 223–226.
18. Кныш А. А. Пример организации научно-исследовательской деятельности студентов на лекции по теории вероятностей // *Фундаментальная математика и её приложения в естествознании: спутник международной научной конференции «Уфимская осенняя математическая школа-2021»: тезисы докладов XII Междунар. школы-конференции студентов, аспирантов и молодых учёных*. Уфа: Башкирский гос. ун-т, 2021. С. 258–259. DOI: 10.33184/fmpve-2021-10-06.179.
19. Алексеев Н. Г., Леонтьевич А. В. *Критерии эффективности обучения учащихся исследовательской деятельности*. М.: Кнорус, 2001. 608 с.
20. Аскерова Л. Н., Кныш А. А. Роль практико-ориентированных задач в исследовательской деятельности студентов направления 38.03.01 Экономика // *Вопросы педагогики*. 2021. № 5–2. С. 19–22.

21. Кныш Е. В., Кныш А. А. Применение элементов стратегического планирования при организации преподавателем научно-исследовательской деятельности студентов // Вопросы педагогики. 2022. № 5-2. С. 138–141.

Информация об авторах

Гейн Александр Георгиевич, доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; a.g.geyn@urfu.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8139-9954>.

Кныш Алла Александровна, старший преподаватель, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; 620002, Россия, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19; knysh.alla84@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2526-2715>.

Вклад авторов

Гейн А. Г. – основной автор, разработка методологии исследования, план опытно-поисковой работы, направления анализа материалов исследования.

Кныш А. А. – опытно-поисковая работа, статистическая обработка результатов.

Для цитирования

Гейн А. Г., Кныш А. А. Метод аналогии как элемент научно-исследовательской работы студентов младших курсов технических вузов // Учёные записки Забайкальского государственного университета. 2024. Т. 19, № 3. С. 6–16. DOI: 10.21209/2658-7114-2024-19-3-6-16.

Статья поступила в редакцию 12.04.2024; одобрена после рецензирования 25.05.2024; принята к публикации 27.05.2024.

References

1. Ippolitova, N. V., Sterkhova, N. S. Types and forms of organizing research activities of pedagogical university students. Bulletin of the Shadrinsky State Pedagogical University, no. 1, pp. 41–49, 2015. (In Rus.)
2. Golubeva, I. A. Research activities of students: an attempt to define. Scientists of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky, no. 8, pp. 73–86, 2022. (In Rus.)
3. Karpov, A. O. Theoretical foundations of inquiry learning in the knowledge society. Pedagogika, no. 3, pp. 3–13, 2019. (In Rus.)
4. Humboldt, W. von. Uber die innere und aussere Organisation der hoheren wissenschaft lichen Anstalten in Berlin Grundungstexte. Berlin: Der Prsident der Humboldt-Universitat zu Berlin, 2010. (Auf Deut.)
5. Cubberley, E. P. Public School Administration: A Statement of the Fundamental Principles Underlying of the Organization and Administration of Public Education. Boston: Houghton Mifflin., 1976. (In Eng.)
6. Karpov, A. O. "Step into the Future" Program as a System of Non-formal Research Education in Russia, Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham ZG: Springer, no. 785, pp. 15–21, 2018. (In Eng.)
7. Developing Foresight for the Development of Higher Education. Final Report of the Strata-Etan Expert Group. Brussels: European Commission, 2002. (In Eng.)
8. Winch, C. Developing Critical Rationality as a Pedagogical Aim. Journal of Philosophy Education, no. 38, pp. 28–39, 2004. (In Eng.)
9. Bykova, D. S. Methodology for teaching problem solving in a general education school mathematics course based on analogy and generalization Proceedings of the 7th International Conference Mathematics. Education. Culture. Tolyatti, 27–29 April 2015: 269–272. (In Rus.)
10. Kochagin, V. V. Methodological features of the use of analogy in a systematic course of stereometry. Cand. sci. diss. M: 1999. (In Rus.)
11. Vygotsky, L. S. Thinking and speech. M: Labirint, 1999. (In Rus.)
12. Lednov, V. S. Systematic approach in pedagogy. Metafizika, no. 4, pp. 39–51, 2014. (In Rus.)
13. Veyl, G. Mathematical thinking. M: Nauka, 1989. (In Rus.)
14. Pooya, D. Mathematics and plausible reasoning. M: Nauka, 1989. (In Rus.)
15. Froydental, G. Mathematics as a pedagogical task. Part 1. M: Prosveshcheniye, 1982. (In Rus.)
16. Gein, A. G., Doronin, A. I., Frolov, A. A. Models of scientific productive thinking and the practice of its formation in the educational process. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Yekaterinburg. 26–27 October 2020: 50–56. (In Rus.)

17. Knysh, A. A. An example of creating a research context when solving linear programming problems. Questions of pedagogy, no. 11, pp. 223–226, 2021. (In Rus.)
18. Knysh, A. A. An example of the organization of scientific and research activity of students at a lecture on probability theory. Fundamental Mathematics and its Applications in Natural Sciences: Sputnik of the International Scientific Conference “Ufa Autumn Mathematical School-2021”: Abstracts of the XII International School-Conference of Students, graduate students and young scientists, Ufa, 06–09 October 2021. Ufa: ed. Bashkir state. University, 2021: 258–259. DOI: 10.33184/FMPVE-2021-10-06.179. (In Rus.)
19. Alekseyev, N. G., Leontyevich, A. V. Criteria for the effectiveness of teaching students research activities. M: Knorus, 2001. (In Rus.)
20. Askerova, L. N., Knysh, A. A. The role of practice-oriented tasks in the research activities of students majoring in Economics 38.03.01. Questions of Pedagogy, no. 5, pp. 19–22, 2021. (In Rus.)
21. Knysh, Ye. V., Knysh, A. A. Application of elements of strategic planning when a teacher organizes students' research activities. Questions of pedagogy, no. 5, pp. 138–141, 2022. (In Rus.)

Information about the authors

Geyn Aleksandr G., Doctor of Pedagogy, Candidate of Physics and Mathematics, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin; 19 Mira st., Yekaterinburg, 620002, Russia; a.g.geyn@urfu.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8139-9954>.

Knysh Alla A., Senior Lecturer, Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin; 19 Mira st., Yekaterinburg, 620002, Russia; knysh.alla84@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2526-2715>.

Contribution of authors to the article

Geyn A. G. – main author, development of methodology research, plan of experimental research work, direction of analysis of research materials.

Knysh A. A. – experimental research work, statistical processing of results.

For citation

Geyn A. G., Knysh A. A. The Analogy Method as an Element of Research Work of Junior Students // Scholarly Notes of Transbaikal State University. 2024. Vol. 19, no. 3. P. 6–16. DOI: 10.21209/2658-7114-2024-19-3-6-16.

**Received: April 12 2024; approved after reviewing May 25 2024;
accepted for publication May 27 2024.**