

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОЛЛЕКТИВНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ

А. В. Мужикова

Ухтинский государственный технический университет, Ухта

Повышение уровня математической образованности граждан является актуальной задачей, которая ставится сегодня государством и решается профессиональным педагогическим сообществом, в том числе преподавателями математики образовательных организаций высшего образования. Действенным способом решения основной задачи повышения математической компетентности и сопутствующих ей задач развития общекультурных компетенций обучающихся является использование интерактивных форм обучения, суть которых – обучение в диалоге. Раскрываются сущность, задачи и принципы интерактивных форм обучения. Проведенный анализ научных работ педагогов исследователей показал, что при обучении высшей математике не используются такие интерактивные формы, как коллективные учебные занятия и соответствующие им методики. Именно коллективные учебные занятия позволяют процессу обучения быть и активным, и интерактивным в тех случаях, когда содержание учебного материала даже не имеет профессиональной направленности. На коллективных учебных занятиях можно наблюдать все те признаки, которые присущи интерактивной форме обучения – диалог, мыследеятельность, смысловторчество, свобода выбора, создание ситуации успеха, рефлексия. В работе раскрываются сущность, принципы и методы коллективных учебных занятий. Разработано организационное и методическое обеспечение проведения учебных занятий по различным темам с использованием методик коллективных учебных занятий. Исследована эффективность коллективных учебных занятий по высшей математике с использованием методики взаимообмена заданиями, предназначенной для первоначального изучения стандартных учебных практических задач в парах сменного состава. Особое внимание уделено описанию организационного и методического обеспечения проведения занятий. Проведен длительный педагогический эксперимент, направленный на выявление эффективности интерактивных учебных занятий по высшей математике в техническом вузе в сравнении с традиционными учебными занятиями. В работе описаны этапы эксперимента и приведены его результаты. Обработка результатов эксперимента проведена с использованием статистических методов и качественных показателей, полученных в ходе наблюдения за учебным процессом.

Ключевые слова: *интерактивные формы обучения, коллективные учебные занятия, взаимообмен заданиями, высшая математика, педагогический эксперимент, статистические методы.*

В настоящее время перед профессиональным сообществом преподавателей математики ставится комплекс глобальных задач, актуализированных в таких документах, как Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», Концепция развития математического образования в РФ, Федеральная целевая программа развития образования на 2016–2020 гг. и др. Таковыми задачами являются: модернизация содержания образования, применение современных технологий образовательного процесса, повышение качества работы преподавателей, повышение математической компетентности каждого гражданина и каждого профессионала и т. п.

В соответствии с Концепцией развития математического образования в РФ «Россия имеет значительный опыт в математическом образовании и науке, накопленный в 1950–1980-х годах. ...Необходимо сохранить ее достоинства и преодолеть серьезные недостатки. Повышение уровня математической образованности сделает более полноценной жизнь россиян в современном обществе, обеспечит потребности в квалифицированных специали-

стах для наукоемкого и высокотехнологического производства». Повышение математической компетентности граждан считается важнейшей задачей всех, кто является организатором или исполнителем обучения математике. На протяжении последних десяти лет о снижении уровня математической образованности детей и взрослых заявляют на всех уровнях: от министерств и ведомств до конкретных преподавателей математики. Это подтверждается и серьезными научными исследованиями. В статье «Эволюция качества математического образования (1931–2009 гг.)» кандидат физико-математических наук И. П. Костенко [1] представил детальные достоверные результаты исследования качества знаний за 80 лет, основанные на результатах сдачи различных официальных экзаменов школьниками и абитуриентами. И. П. Костенко характеризует три периода в математическом образовании начиная с 1931 г.: сначала рост качества образования, обусловленный введением единых учебников и жестким контролем школ, затем падение качества, когда в 1950-х гг. изменяется последовательность тем, и, наконец, с 1970-х гг. начина-

ется обвальное падение качества, вызванное реформами в образовании и изменением всех программ и учебников.

Аналогичная ситуация наблюдается и в высшей школе. До введения ФГОС существовали единые программы физико-математической подготовки по каждой специальности высшего образования. Перечень тем для изучения был конкретным и должен был соблюдаться. Результаты обучения проверялись вышестоящими органами. Уровень математической подготовки специалистов с высшим образованием был высок и с легкостью конкурировал с другими развивающимися странами. А что происходит сейчас? В высшей школе вводится прикладной бакалавриат, нацеленный обеспечить потребности общества в практико-ориентированных работниках, в большей мере не склонных к научным исследованиям и фундаментальным инновационным решениям. Руководство страны понимает, что таких бакалавров должно быть не так много, оценивая потребности государства в 30 % выпускников. В нашем вузе это количество переваливает за 70 %.

Ежегодный анализ результатов ЕГЭ по математике учащихся, поступивших в Ухтинский государственный технический университет, проводимый на кафедре высшей математики, показывает, что действительно наблюдается тенденция снижения их математической компетентности. Средний балл ЕГЭ по математике у поступивших на первый курс снизился за последние три года с 50 до 46, при этом на некоторых направлениях он достигает почти 32 баллов. Например, на направлении «Экономика» средний балл поступающих по ЕГЭ составил в 2014 г. – 47, 2015 г. – 42, 2016 г. – 37, 2017 г. – 35 при минимальном балле 27. Снижение уровня математической подготовленности школьников, математической компетентности выпускника бакалавриата и, соответственно, магистратуры и т. д. неизбежно еще больше усугубит ситуацию в математическом образовании граждан РФ сегодня. Дополнительные и немалые трудности при выполнении поставленных задач создает введенное в 2013 г. нормативно-подушевое финансирование вузов и сопутствующая этому борьба за сохранность контингента. Поэтому каждый преподаватель, понимающий цели, задачи и направления развития математического образования в России и заинтересованный в успешности своей работы, должен быть в высокой степени творцом, новатором, исследователем, консультантом, а также воспитателем, любящим и понимающим тех, с кем он работает в процессе обучения.

Ключом к решению общих задач, поставленных перед вузами, и частных задач преподавания дисциплин математической направленности, по мне-

нию автора, является активное использование интерактивных образовательных технологий. В понимании современной педагогики интерактивный метод рассматривается как наиболее современная форма активных методов. В отличие от активных методов, интерактивные ориентированы на более широкое взаимодействие студентов не только с преподавателем, но и друг с другом и на доминирование активности студентов в процессе обучения [2]. Применение интерактивных форм обучения позволяет преподавателю решать многие задачи обучения, воспитания и развития. Самые значимые из них – вызвать интерес к изучению математики и осознанию ее значимости в решении задач других дисциплин и профессиональных задач, понять и усвоить учебный материал, установить эмоционально правильный и плодотворный диалог как между студентами, так и с преподавателем.

На основе научных работ и учебно-методической литературы по педагогике выделяются основные принципы интерактивных форм обучения: коллективной мыследеятельности, равенства, свободы самовыражения, психологического комфорта, партнерства, обратной связи.

В учебной и научной литературе выделяют следующие виды интерактивных форм обучения: творческие задания, работа в малых группах, работа в парах, обучающие игры, интерактивная лекция, работа с наглядными пособиями, видео- и аудиоматериалами, «ученик в роли учителя», «каждый учит каждого», мозаика, использование вопросов, сократический диалог, кейс-метод и др. [2–4].

Цель использования интерактивной формы обучения на занятиях по высшей математике состоит в том, чтобы не только дать знания, выработать умения и навыки, а также создать такие комфортные условия, при которых каждый, даже самый, казалось бы, «неспособный к математике» обучающийся, почувствует свою успешность, свою интеллектуальную состоятельность, что, несомненно, сделает сам процесс обучения эффективным с точки зрения достижения учебных, воспитательных и развивающих целей.

Большинство современных педагогов-исследователей также заинтересовано в использовании интерактивных методов в своей педагогической практике и увлечены вопросами их применения в своих дисциплинах, в том числе и в высшей математике. Вопросы содержания и различных классификаций интерактивных методов, их необходимости и возможности применения в обучении математике в вузе рассматриваются в работах М. Ю. Табачковой и И. П. Борискиной «Интерактивные методы обучения в математике», 2014, О. В. Шиян («Применение интерактивных методов обучения при

изучении высшей математики», 2015; «Дискуссия как один из интерактивных методов обучения математике в высшей школе», 2016), Т. И. Баженовой («Использование интерактивных методов обучения на лекциях по высшей математике», 2015), С. В. Примаковой («Использование активных методов обучения на предмете „Высшая математика“ в образовательном процессе технического вуза», 2016), С. Я. Пирметовой («Интерактивные методы обучения математике в юридическом вузе как эффективный способ повышения уровня профессиональной подготовленности выпускников», 2017), Т. А. Лавриненко и В. В. Михно («Современные образовательные технологии в преподавании математики в высшей школе», 2017) и др.

Большинство работ носит обзорный характер с исследованием возможностей использования различных интерактивных методов обучения с целью повышения качества математической подготовки студентов. Только небольшое количество работ иллюстрирует конкретные методические разработки в этой области. Из анализа работ следует, что в педагогической практике из интерактивных методов применяются такие методы, как деловая игра, кейс-метод, групповые дискуссии, мозговой штурм. Не умаляя достоинств использования игровых форм организации занятий, следует отметить, что в реальной практике они могут быть использованы редко, поскольку в большей мере они направлены на решение профессионально ориентированных задач или обсуждение какого-либо теоретического вопроса дисциплины, а в условиях минимизации объема контактной работы по математике в технических вузах проведение таких учебных занятий будет носить разовый характер. Тем более к изучению традиционных разделов высшей математики в условиях вуза существующие методы не адаптированы. Можно позволить сделать вывод о том, что при обучении высшей математике не используются другие интерактивные формы, например коллективные учебные занятия. А ведь именно коллективные учебные занятия позволяют процессу обучения быть и активным, и интерактивным в тех случаях, когда содержание учебного материала даже не имеет профессиональной направленности.

И именно на коллективных учебных занятиях, суть которых – обучение в диалоге, интерактивность обучения достигает своей наивысшей организационной формы – коллективной. Именно на коллективных учебных занятиях можно наблюдать те признаки, которые присущи интерактивной форме обучения, – диалог, мыследеятельность, смысловторчество, свобода выбора, создание ситуации успеха, рефлексия.

Для коллективных учебных занятий характерно отсутствие общего фронта, изучение обучающими-

ся учебного материала по разным маршрутам, работа обучающихся в парах, малых группах или индивидуальная и др. [5, 6].

Главный принцип коллективных учебных занятий – «Каждый – цель, каждый – средство» обобщает в себе, по сути, два важных принципа личностно ориентированной и коммуникативной технологий обучения: индивидуализации обучения и всеобщего сотрудничества.

Методики коллективных учебных занятий, имеющих сегодня широкое распространение в общеобразовательных школах разнообразны. В большей мере они используются в разновозрастных учебных коллективах в рамках реализации коллективного способа обучения, но также они получили свое применение и в традиционной классно-урочной системе. Основным создателем методик по праву можно считать М. А. Мкртчяна, доктора педагогических наук, единомышленника и последователя выдающегося дидакта XX в. В. К. Дьяченко, основоположника теории коллективного способа обучения. Основными методиками коллективных учебных занятий являются взаимопередача тем, поабзацная проработка сложных учебных текстов в парах сменного состава, взаимообмен заданиями, взаимотренаж, взаимопроверка индивидуальных заданий, в динамических парах по плану раскрывается содержание вопроса либо делается реферат [7].

Кроме того, большинство из них могут быть адаптированы к проведению учебных занятий в вузе. Автором был проведен длительный эксперимент по проведению коллективных учебных занятий по высшей математике в вузе с целью непосредственного практического применения и исследования их эффективности. Эксперимент состоял из нескольких этапов. В ходе констатирующего этапа эксперимента по проведению коллективных учебных занятий по высшей математике было разработано организационное и методическое обеспечение проведения учебных занятий по различным темам с использованием методик коллективных учебных занятий [8]. Апробация данных методик велась на протяжении последних нескольких лет. С точки зрения решения учебной задачи преподавания математики, заключающейся в усвоении учебного материала с целью дальнейшего его использования в решении профессиональных задач, наибольшую эффективность показало использование методики взаимообмена заданиями. Вообще говоря, эта методика предназначена для первоначального изучения стандартных учебных практических задач в парах сменного состава [7]. Для реализации данной методики преподаватель готовит специальный дидактический материал – карточки, содержащие по два или три однотипных упражне-

ния. При этом желательно учитывать то, что учебный материал, содержащийся в карточках, должен не зависеть от содержания материала других карточек, т. е. иметь возможность изучаться в произвольном порядке. Порядок работы в паре по методике взаимообмена заданиями при наличии двух заданий в каждой карточке может быть следующим:

1. Выполните в тетради напарника задание «А» из своей карточки, подробно объясняя его решение.

2. Предложите напарнику самостоятельно выполнить задание «Б» из вашей карточки в своей тетради. Проследите за его объяснением хода решения. В случае необходимости помогите ему наводящими вопросами, подсказками и т. п.

3. Поменяйтесь ролями с напарником. Теперь ваш напарник показывает вам решение задания «А» из своей карточки, а затем вы решаете задание «Б».

4. Поблагодарите друг друга. Обменяйтесь карточками. Смените партнера.

Смена напарников происходит до тех пор, пока каждый обучающийся не получит и не передаст все типы задач. Учебный процесс становится увлекательным и познавательно активным. Некоторое затруднение в применении данной методики состоит в том, что в начале ее применения необходимо осуществлять «запуск», а именно предварительно обучить решению предлагаемых задач и работе с напарником каждого обучающегося по тому же порядку работы в паре. Основное обучение происходит на лекции, предшествующей практическому занятию. На лекции преподаватель предлагает соответствующий теоретический материал, изучает совместно со студентами методы решения задач по теме, а также обсуждает со студентами методику работы в паре и организацию самих занятий. Затем проводится кратковременное обучение каждого студента решению задач непосредственно из его карточки.

Приведем ориентировочный расчет количества карточек для организации практического занятия по теме «Табличные интегралы». В каждой карточке содержится два однотипных упражнения – 10 мин на решение. Учебное занятие длится 90 мин, из них 10 мин – организационные вопросы. Остается 80 мин, следовательно, необходимо подготовить восемь карточек на занятие. Каждая пара обучающихся работает одновременно с двумя карточками. Если на учебное занятие необходимо восемь карточек, то пар обучающихся должно быть как минимум четыре, т. е. восемь человек. В связи с таким количеством человек можно организовать малые группы из восьми человек, назначить командира группы, который будет координировать действия в группе, вести табло учета вместе с преподавателем. Если количество человек на за-

нятии не кратно восьми, то дидактический материал необходимо подготовить соответствующим образом. В табл. 1 представлен дидактический материал для работы по методике взаимообмена заданиями – карточки с заданиями по теме «„Почти“ табличные интегралы» для одной пары обучающихся.

Таблица 1

Карточки с заданиями по теме «„Почти“ табличные интегралы»

Карточка № 1		Карточка № 2	
А. $\int \cos(2-3x)dx$	Б. $\int \sin 5x dx$	А. $\int \sqrt[3]{x-5} dx$	Б. $\int (2x+1)^{20} dx$

Перейдем непосредственно к организации проведения контролирующего этапа эксперимента. Проблема педагогического эксперимента рассматривалась в работах Ю. К. Бабанского, В. И. Журавлева, С. И. Архангельского, В. И. Михеева, В. И. Загвязинского и др. В настоящее время педагогическая наука и практика не имеют однозначного понимания методологических основ педагогического эксперимента, поэтому выбор путей и способов его эффективной реализации может быть определен непосредственно его целью и самим педагогом-экспериментатором.

Целью проведения авторского эксперимента является сравнение эффективности применения методики взаимообмена заданиями и традиционной методики на практических занятиях по высшей математике. Нулевая гипотеза при этом имеет вид – интерактивное учебное занятие, проведенное по методике взаимообмена заданиями, имеет большую эффективность в сравнении с традиционным практическим учебным занятием.

Под традиционным практическим учебным занятием будем понимать групповое учебное занятие, характеризующееся наличием общего фронта – все обучающиеся выполняют одни и те же задания в данный промежуток времени, одним и тем же способом и одними и теми же средствами, выходя по очереди к доске. При этом преподаватель в роли демократичного наставника взаимодействует одновременно со всеми обучающимися.

Под эффективностью методики будем понимать уровень усвоения учебного материала при использовании каждой из методик. Предметом определения уровня эффективности будет служить уровень достижения обучающей цели преподавания, а именно уровень овладения умениями и навыками решения пройденных задач, который будет проверяться по результатам написания проверочных работ после каждого занятия. Оценка выполнения производится по 100-балльной шкале. Разница

результатов и будет являться показателем эффективности нового метода в сравнении со старым [9].

Более высокий уровень достижения развивающих и воспитательных целей преподавания при использовании коллективных учебных занятий не вызывает у автора сомнений. Он был проверен в ходе формирующего эксперимента методом наблюдений в ходе применения методик коллективных учебных занятий. У обучающихся действительно наблюдается пробуждение интереса к занятиям математикой, между ними устанавливается взаимодействие, основанное на терпимости к точке зрения напарника и уважении его достоинства, формируется мнение о возможностях групповой работы и ее эффективности. Все это позволит достичь осознанной самими обучающимися компетентности как в области общепрофессиональных, так и общекультурных навыков. Автор ставит своей задачей исследовать и подтвердить эффективность применения методики взаимного обмена заданиями при формировании математической компетентности по результатам решения студентами практических задач. С этой целью был проведен сравнительный эксперимент.

Известно [10], что в сравнительных экспериментах формируют основную (экспериментальную) и контрольную группу испытуемых. Но для того, чтобы наглядно, объективно и научно достоверно сравнить эффективность каждого метода, воспользуемся принципом прочих равных условий таким образом, что возьмем одну группу студентов в качестве и контрольной, и основной. Поскольку даже если удастся выбрать две группы с одинаковыми умственными способностями и результатами измеренных математических компетенций, то мотивация к изучению математики и способность к разному виду деятельности, а особенно требующей у обучающихся коммуникации друг с другом, у них могут значительно отличаться. Вот если бы речь шла о разной методике вычисления чего-либо с одинаковой формой взаимодействия при обучении, то, несомненно, с высокой долей достоверности измерить вычислительный навык каждого, и сформировать одинаковые группы. Но в авторском эксперименте идет речь о сравнении активного метода и интерактивного. Здесь чистоту эксперимента может обеспечить именно совпадение основной и контрольной группы. Именно эта методика сравнения в данном случае будет высоко объективна.

Что касается плана проведения эксперимента, то он был составлен таким образом, чтобы изучение тем проходило с чередованием используемых методик и с учетом уровня сложности каждой из тем. Первая тема изучается с помощью традицион-

ной методики, вторая – с помощью коллективной, причем обе темы имеют одинаковый первый уровень сложности; третья – с помощью традиционной методики, четвертая – с помощью коллективной, причем обе темы имеют второй уровень сложности и т. д. до шестой темы. Каждая тема рассчитывается на одно занятие. Разрыв между занятиями должен быть одинаковым, равный, например, одной неделе. При этом диагностика приобретает вид повторяющейся процедуры, позволяющей более убедительно судить о результатах эксперимента.

Следует добавить, что критерии оценивания заданий по стобалльной шкале был пропорционально связан с количеством допущенных в решении ошибок. Время для решения задач было одинаковым. Время между применением старой и новой методики было небольшим и равным (неделя). Новый способ применялся после старого. Соблюдение всех выделенных условий способствует грамотной организации и проведению данного педагогического эксперимента и, как следствие, влияет на качество его результатов. Обработка результатов эксперимента проведена с использованием статистических методов и качественных показателей, полученных в ходе наблюдения за учебным процессом.

Первичная качественная оценка показателей эффективности позволила сделать вывод о том, что интерактивное практическое занятие, проведенное по методике взаимного обмена заданиями, является более эффективным. Из качественных результатов проведения интерактивных учебных занятий можно выделить следующие:

- 1) установление продуктивного взаимодействия между обучающимися в процессе диалога;
- 2) пробуждение интереса к изучению учебного материала;
- 3) проявление терпимости и уважения к напарнику;
- 4) самостоятельный поиск обоснования решения;
- 5) улучшение результатов проверочных работ.

Проведем количественную оценку с помощью статистических методов анализа результатов наблюдений. Выделим три серии проведения эксперимента по принципу одинакового уровня сложности рассматриваемых задач: 1-я серия – 1-й уровень сложности, 2-я серия – 2-й, 3-я серия – 3-й. Такая дифференциация произведена в соответствии с объемом учебного материала, знание которого необходимо для решения задачи, и количеством вычислений в процессе решения. В табл. 2 представлены основные характеристики серий: номер учебного занятия, соответствующая методика проведения учебного занятия и тема занятия.

Таблица 2

Основные характеристики серий эксперимента

Номер серии	Номер занятия (темы)	Методика	Тема
1	1	Традиционная	Интегралы, сводящиеся к табличным с помощью элементарных преобразований
	2	Коллективная	«Почти» табличные интегралы; интегралы, в которых содержится функция и ее производная
2	3	Традиционная	Интегралы вида $\int \frac{dx}{ax^2 + bx + c}$, $\int \frac{dx}{\sqrt{ax^2 + bx + c}}$, $\int \frac{Mx + N}{ax^2 + bx + c} dx$
	4	Коллективная	Интегрирование по частям
3	5	Традиционная	Интегрирование рациональных дробей
	6	Коллективная	Интегрирование тригонометрических функций

Результаты проверочных работ, направленных на оценку уровня освоения каждой из тем обучающимися, представлены в табл. 3. Для проведения сравнительного эксперимента были взяты результаты проверочных работ только тех обучающихся, которые присутствовали на каждой из тем.

Таблица 3

Уровень освоения тем обучающимися, балл

Номер студента	Результат проверочной работы по теме (максимум 100 баллов)					
	1	2	3	4	5	6
1	88	100	75	75	30	92
2	13	75	50	75	60	67
3	75	88	100	75	100	33
4	13	63	50	75	30	42
5	100	100	100	100	90	83
6	75	75	100	60	80	67
7	88	100	50	100	100	100
8	75	38	75	100	70	42
9	88	100	100	100	100	100
10	63	100	50	100	80	83
11	88	100	100	100	100	100
12	75	75	75	100	60	67
13	75	100	100	100	60	100
14	100	38	75	50	100	100

Введем в рассмотрение случайную величину X – оценка выполнения проверочной работы. Причем X_1 – оценка выполнения проверочной работы по теме 1, X_2 – по теме 2 и т. д. Проведем попарное сравнение средних оценок для каждой серии эксперимента [11]. Проверим гипотезы о равенстве математических ожиданий с неизвестными, но равными дисперсиями по критерию Стьюдента для малых выборок, состоящие в том, что

$$M(X_1) = M(X_2); M(X_3) = M(X_4); M(X_5) = M(X_6).$$

Вычислим ряд статистик, необходимых для проверки гипотез:

Числовая характеристика	Результат по каждой случайной величине					
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6
Выборочная средняя \bar{x}	72,57	82,29	78,57	86,43	75,71	76,86
Исправленная выборочная дисперсия s^2	744,26	514,07	467,03	309,34	626,37	586,75

Исправленные выборочные дисперсии различные. Сначала проверим гипотезы о равенстве генеральных дисперсий. Воспользуемся критерием Фишера – Снедекора.

Найдем отношение больших дисперсий к меньшим:

$$F_{\text{набл}} (1\text{-я серия}) = \frac{s_1^2}{s_2^2} = \frac{744,26}{514,07} = 1,45;$$

$$F_{\text{набл}} (2\text{-я серия}) = \frac{s_3^2}{s_4^2} = \frac{467,03}{309,34} = 1,51;$$

$$F_{\text{набл}} (3\text{-я серия}) = \frac{s_5^2}{s_6^2} = \frac{626,37}{586,75} = 1,07.$$

Дисперсия s_1^2 больше дисперсии s_2^2 , поэтому в качестве конкурирующей примем гипотезу $D(X_1) > D(X_2)$ (для серий 2 и 3 аналогично). В этом случае критическая область правосторонняя. По уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы $k = n - 1 = 14 - 1 = 13$ находим критическую точку $F_{\text{кр}}(0,05; 13; 13) = 2,58$. Так как $F_{\text{набл}} < F_{\text{кр}}$ – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве генеральных дисперсий (для каждой серии эксперимента). Предположение о равенстве генеральных дисперсий выполняется, поэтому сравним средние оценки выполнения проверочных работ.

Вычислим наблюдаемое значение критерия Стьюдента для каждой пары сравниваемых случайных величин (каждой серии наблюдений):

$$T_{\text{набл}} (1\text{-я серия}) = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_1^2 + s_2^2}} \sqrt{n} = \frac{72,57 - 82,29}{\sqrt{744,26 + 514,07}} \sqrt{14} = -1,02;$$

$$T_{\text{набл}} (2\text{-я серия}) = \frac{\bar{x}_3 - \bar{x}_4}{\sqrt{s_3^2 + s_4^2}} \sqrt{n} = \frac{78,57 - 86,43}{\sqrt{467,03 + 309,34}} \sqrt{14} = -1,06;$$

$$T_{\text{набл}} (3\text{-я серия}) = \frac{\bar{x}_5 - \bar{x}_6}{\sqrt{s_5^2 + s_6^2}} \sqrt{n} = \frac{75,71 - 76,86}{\sqrt{626,37 + 586,75}} \sqrt{14} = -0,12.$$

По условию конкурирующая гипотеза имеет вид $M(X_1) \neq M(X_2), \dots$, поэтому критическая область двусторонняя. По уровню значимости $\alpha = 0,05$ и числу степеней свободы $k = 2n - 2 = 28 - 2 = 26$ находим критическую точку $t_{\text{двуст. кр.}}(0,05; 26) = 2,06$. Так как $|T_{\text{набл.}}| < t_{\text{двуст. кр.}}$ – нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве средних. Таким образом, средние результаты проверочных работ существенно не различаются.

Несмотря на то что проверка статистических гипотез не подтверждает статистически значимого различия результатов проверочных работ при использовании традиционной и интерактивной методик проведения учебных занятий, средние оценки при использовании интерактивной

методики выше, а разброс значений меньше, причем эта тенденция наблюдается от серии к серии.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод, состоящий в том, что эффективность интерактивных учебных занятий, проведенных по методике взаимообмена заданиями, выше в сравнении с традиционными практическими учебными занятиями. Поэтому использование коллективных учебных занятий при обучении математике является действенным способом решения поставленных педагогом задач: от пробуждения интереса к математике к ее эффективному изучению и развитию необходимых общекультурных компетенций современного человека.

Список литературы

1. Костенко И. П. Эволюция качества математического образования (1931–2009 гг.) // Известия ВГПУ. 2013. № 2 (261). С. 81–87. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20926641> (дата обращения: 02.08.2018).
2. Сорокопуд Ю. В. Педагогика высшей школы. Ростов н/Д: Феникс, 2011. 541 с.
3. Педагогика профессионального образования / под ред. В. А. Сластенина. М.: Академия, 2004. 368 с.
4. Гузев В. В. Методы и организационные формы обучения. М.: Народное образование, 2001. 128 с.
5. Литвинская И. Г. Коллективные учебные занятия: принципы, фазы, технология // Экспресс-опыт: приложение к журналу «Директор школы». 2000. № 1. С. 21–26. URL: http://kco-kras.ru/wp-content/uploads/2018/02/lig_kuz_2000_skan.pdf (дата обращения: 02.08.2018).
6. Мкртчян М. А. Концепция коллективных учебных занятий // Школьные технологии. 2011. № 2. С. 65–72. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16923034> (дата обращения: 02.08.2018).
7. Мкртчян М. А. Методики коллективных учебных занятий // Справочник заместителя директора школы. 2011. № 1. С. 55–64.
8. Мужикова А. В. Интерактивное обучение математике в вузе // Вестник Сыктывкарского университета. Серия 1: Математика. Механика. Информатика. 2015. Вып. 1 (20). С. 74–90. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27468137> (дата обращения: 02.08.2018).
9. Мужикова А. В. Организация педагогического эксперимента по выявлению эффективности применения методик коллективных учебных занятий при проведении учебных занятий по математике в вузе // Система профессионального образования Республики Коми: вчера, сегодня, завтра: Всерос. науч.-практ. конф. (28 февраля – 2 марта 2017 года): сб. статей / отв. ред. П. В. Васильев; ФГБОУ ВО «Сыктывкарский гос. ун-т им. Питирима Сорокина». С. 198–201. URL: http://сли.рф/files/nirs/sbor_stat_vchera_seg_zavt_2017.pdf (дата обращения: 02.08.2018).
10. Бабанский Ю. К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований: дидактический аспект. М.: Педагогика, 2002. 475 с.
11. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2010. 479 с.

Мужикова Александра Владимировна, кандидат технических наук, доцент, Ухтинский государственный технический университет (ул. Первомайская, д. 13, Ухта, Россия, 169300).
E-mail: amuzhikova@mail.ru

Материал поступил в редакцию 15.08.2018.

DOI 10.23951/1609-624X-2018-7-174-181

STUDY OF THE INTERACTIVE TEACHING EFFECTIVENESS IN HIGHER MATHEMATICS

A. V. Muzhikova

Ukhta State Technical University, Ukhta, Russian Federation

Improving the level of mathematical education of people is an actual task, which is set today by the state and is solved by the professional pedagogical community, including teachers of mathematics in higher school. An effective method to solve the main task of increasing mathematical competence and its accompanying tasks of development of general cultural competencies of students is the use of interactive forms of teaching, the essence of which is teaching in dialogue. The article deals with the nature, objectives and principles of interactive methods of teaching. The analysis of scientific works of teachers-researchers showed that teaching of higher mathematics does not use such interactive forms as collective teaching and their corresponding methods. It is collective teaching that allow the teaching process

to be both active and interactive in cases, where the content of the teaching material does not even have a professional orientation. For collective teaching you can observe all those characteristics that are inherent to interactive teaching – dialogue, mental activity, ground, freedom of choice, creating a situation of success, reflection. The article deals with the nature, principles and methods of collective teaching. Organizational and methodological support of teaching on various topics using the methods of collective teaching has been developed. The efficiency of collective teaching in higher mathematics using the method of interchange of tasks, designed for the primary study of typical tasks due to the work of students in pairs of shift composition. Particular attention is paid to the description of the organizational and methodological support for conducting classes. A long-term pedagogical experiment aimed at identifying the effectiveness of interactive studies in higher mathematics at a technical college in comparison with traditional studies has been conducted. The article describes the stages of the experiment and its results. The results of the experiment were processed using statistical methods and qualitative indicators obtained during the monitoring of the teaching process.

Key words: *interactive forms of teaching, collective teaching, interchange of tasks, higher mathematics, pedagogical experiment, statistical methods.*

References

1. Kostenko I. P. Evolyutsiya kachestva matematicheskogo obrazovaniya (1931–2009 gg.) [Evolution of the quality of mathematical education (1931–2009)]. *Izvestiya VGPU – Izvestia of the Volgograd State Pedagogical University*, 2013, no. 2 (261), pp. 81–87 (in Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20926641> (accessed 2 August 2018).
2. Sorokopud Yu. V. *Pedagogika vysshey shkoly* [Pedagogy of higher school]. Rostov-on-Don, Feniks Publ., 2011. 541 p. (in Russian).
3. Slastenin V. A. *Pedagogika professional'nogo obrazovaniya* [Pedagogy of professional education]. Moscow, Akademiya Publ., 2004. 368 p. (in Russian).
4. Guzeev V. V. *Metody i organizatsionnye formy obucheniya* [Methods and organizational forms of teaching]. Moscow, Narodnoye obrazovaniye Publ., 2001. 128 p. (in Russian).
5. Litvinskaya I. G. Kollektivnyye uchebnyye zanyatiya: printsipy, fazy, tekhnologiya [Collective teaching: principles, phases, technology]. *Direktor shkoly*, 2000, no. 1, pp. 21–26 (in Russian). URL: http://kco-kras.ru/wp-content/uploads/2018/02/lig_kuz_2000_skan.pdf (accessed 2 August 2018).
6. Mkrtychyan M. A. Kontseptsiya kollektivnykh uchebnykh zanyatyi [The concept of collective training]. *Shkol'nyye tekhnologii – School Technologies*, 2011, no. 2, pp. 65–72 (in Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=16923034> (accessed 2 August 2018).
7. Mkrtychyan M. A. Metodiki kollektivnykh uchebnykh zanyatyi [Methods of collective training]. *Spravochnik zamestitelya direktora shkoly*, 2011, no. 1, pp. 55–64 (in Russian).
8. Muzhikova A. V. Interaktivnoye obucheniye matematike v vuze [Interactive teaching of mathematics in higher school]. *Vestnik Syktyvkar'skogo universiteta. Seriya 1: Matematika. Mekhanika. Informatika – Vestnik of Syktyvkar University. Series 1: Mathematics. Mechanics. Informatics*, 2015, vol. 1 (20), pp. 74–90 (in Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27468137> (accessed 2 August 2018).
9. Muzhikova A. V. Organizatsiya pedagogicheskogo eksperimenta po vyyavleniyu effektivnosti primeneniya metodik kollektivnykh uchebnykh zanyatyi pri provedenii uchebnykh zanyatyi po matematike v vuze [Organization of pedagogical experiment to identify the effectiveness of the methods of collective training in teaching Mathematics in higher school]. *Sistema professional'nogo obrazovaniya Respubliki Komi: vchera, segodnya, zavtra: Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya (28 fevralya – 2 marta 2017 goda): sb. statey. Otv. red. P. V. Vasil'yev* [Vocational education system of the Republic of Komi: yesterday, today, tomorrow: All-Russian scientific-practical conference (February 28 – March 2, 2017): collection of articles. Editor-in-chief P. V. Vasilyev]. Pp. 198–201 (in Russian). URL: http://сли.рф/files/nirs/sbor_stat_vchera_seg_zavt_2017.pdf (accessed 2 August 2018).
10. Babanskiy Yu. K. *Problemy povysheniya effektivnosti pedagogicheskikh issledovaniy: didakticheskiy aspekt* [Problems of increasing the effectiveness of pedagogical research: didactic aspect]. Moscow, Pedagogika Publ., 2002. 475 p. (in Russian).
11. Gmurman V. E. *Teoriya veroyatnostey i matematicheskaya statistika* [Probability theory and mathematical statistics]. Moscow, Urayt Publ., 2010. 479 p. (in Russian).

Muzhikova A. V., Ukhta State Technical University (ul. Pervomayskaya, 13, Ukhta, Russian Federation, 169300).
E-mail: amuzhikova@mail.ru