

УДК 37.026+519.6

Юрий Андреевич ВЕЛИЧКО, кандидат педагогических наук, доцент кафедры высшей математики Сибирского государственного университета водного транспорта, г. Новосибирск; e-mail: yavelichko@mail.ru

Сравнение эффективности методик преподавания дискретной математики

В статье представлено сравнение эффективности генетической и деятельностной методик преподавания дискретной математики по направлению подготовки «Информационные системы и технологии» в Новосибирском государственном университете водного транспорта. Даются описания указанных методик в применении к некоторым разделам дискретной математики, обсуждается специфика рассматриваемой дисциплины. Дается обоснование статистических методов, по которым проводится это сравнение. Актуальность статьи определяется важностью дискретной математики для современных информационных технологий, недостаточностью таких исследований для обеспечения эффективной подготовки бакалавров по этой специальности. Современная дискретная математика является теоретической, а зачастую и практической основой для инженерного и системного программирования. Современные научные изыскания практически во всех областях естественнонаучного знания, автоматизация технологических производственных процессов, военное дело, криптология, языкознание и многое другое невозможно без овладения методами, понятиями и знаниями в области дискретной математики. Автором обсуждается важность дискретной математики как в практической области, так и для развития логического мышления студента, повышения его математической культуры.

Ключевые слова: генетический, деятельностный, когнитивный, дискретная математика.

Рецензенты:

В. П. Умрихин, кандидат технических наук, доцент, декан факультета судовождения Сибирского государственного университета водного транспорта

И. Л. Беленок, доктор педагогических наук, профессор, заведующая кафедрой естественнонаучного образования Новосибирского института повышения квалификации и переподготовки работников образования

Yuri A. VELICHKO, candidate of pedagogical sciences, associate docent of the Department of hear mathematics, Novosibirsk State University of Water Transport, Novosibirsk; e-mail: yavelichko@mail.ru

A Comparison of the Effectiveness of the Teaching Methods of Discrete Mathematics

The article presents a comparison of the effectiveness of genetic and activity methods of teaching discrete mathematics in the direction of "Information technology" at the Novosibirsk state University of water transport. The descriptions of these methods in application to some sections of discrete mathematics are given, the specificity of the discipline in question is discussed. The substantiation of statistical methods by which this comparison is made is given. The relevance of the article is determined by the importance of discrete mathematics for modern information technology, the lack of such research to ensure effective training of bachelors in this specialty. Modern discrete mathematics is a theoretical and often practical basis for engineering and system programming. Modern scientific research in almost all areas of natural science, automation of technological production processes, military Affairs, crypto-logic, linguistics and much more is impossible without mastering the methods, concepts and knowledge in the field of discrete mathematics. In a sense. The importance of discrete mathematics both in the practical field and for the development of logical thinking of the student, improving his mathematical culture is discussed.

Key words: genetic, activity, cognitive, discrete mathematics.

Reviewers:

V. P. Umrikhin, candidate of technical sciences, associate professor, Dean of the Navigation Faculty of the Siberian State University of Water Transport

I. L. Belenok, doctor of pedagogical sciences, professor, head of Department for natural science education, Novosibirsk Teachers' Upgrading and Retraining Institute

Логическое мышление, это рациональное мышление, т. е. разложение процесса мышления на минимальные логические шаги. Нашей психикой мы моделируем любые отношения, объекты и операции. Однако на этом возможности нашей психики не кончаются. Интуиция — уровень мыслительной деятельности, почти совершенно не познанный человеком. Как известно, все крупные ученые математики — логики-интуитивисты, т. е. люди с развитой (или данной им от Бога) логикой и интуицией. Как выработать логическое мышление, как развить в себе интуицию в данной теоретической области? Именно этими вопросами занимается когнитивная психология. Дискретная математика максимально рациональна и максимально просто укладывается в когнитивный анализ. Дискретная математика есть «рай» для философии математики, для когнитивной психологии.

Процессы познания и обучения имеют общие психологические механизмы, поскольку в обоих случаях мы задаем себе вопросы: «что это такое?», «почему?», «чего мы хотим?», «что мы имеем?» и т. д.

Однако процесс познания проходит под преподавательским контролем, и его подсказки заменяют ученику те озарения и интуитивные прорывы, которые свойственны процессу познания. Но если добытые человечеством знания проходят проверку социальным и производственным опытом, то итоги обучения должны подвергаться контролю, в том числе и внутривузovскому.

Важно также решить, не только чему учить, но и как надо учить студента. Отсутствие, на мой взгляд, единой воспитательной идеи в современной России может поколебать дидактические принципы в любой «принудительно-образовательной» дисциплине, хотя в нашем случае этот социальный порок сильно сглаживается нейтральностью математики по отношению к социально-политическим проблемам. Должны ли мы готовить широко образованных специалистов, воспитывать свободных людей, патриотов своей страны, либо деполитизированных узких специалистов на потребу банкиров и предпринимателей. Социальная практика не дает на этот вопрос однозначного ответа. Соглашусь, что «Проблема целей образования предельно ясна лишь в социалистическом обществе, в любом другом она неясна, некорректна, спорна» [11, с. 17]. Не дают ответа на этот вопрос даже замечательные слова К. Д. Ушинского: «Всякое не мертвое, не бесцельное учение имеет в виду подготовить человека к жизни. Воспитание не только должно развивать разум человека и дать ему известный объем сведений, но должно зажечь в нем жажду серьезного труда, без которого жизнь не может быть ни достойной, ни счастливой» [11, с. 23]. Наиболее честным выходом из такой ситуации, как мне кажется, должна быть ясная и открытая социальная позиция преподавателя, воспитание личности с активной жизненной позицией, направленной на

пользу обществу, а не во вред ему. Необходимо также, во что бы то ни стало, поддерживать образование студентов на современном уровне, не допустить регрессии в образовательном процессе.

Дадим краткое описание дискретной математики, генетической и деятельностной методик ее преподавания. Дискретная математика, безусловно, является древнейшей на Земле. Однако необходимой она оказалась именно сейчас из-за востребованности информационных технологий, системного и инженерного программирования, в современных научных исследованиях, управлении технологическими процессами и т. д. Ее теоретическая значимость определяется еще и тем, что такой ее раздел, как теория множеств, является теоретической основой для всех разделов современной математики.

В отличие от классического математического анализа дискретная математика не объединяется общими категориями, идеями, а представляет собой длинный ряд дисциплин, не всегда имеющих единую алгебраическую, алгоритмическую или какую-либо другую системно-структурную основу. По этой причине предлагаются методики для разделов дискретной математики, объединенных алгебраическими основаниями, такими как теория множеств, комбинаторика, алгебраические структуры, теория граф (по сути дела алгебраическая структура с основным конечным множеством и одним бинарным отношением).

Другим «кластером» разделов дискретной математики являются теория алгоритмов, теория сложности алгоритмов, машины Поста или Тьюринга, различные виды автоматов. Математическая логика, логические исчисления, теория булевых функций, безусловно, являются алгебраическими дисциплинами, но также требуют специфических методических приемов обучения. На фоне всего этого удивительными, но истинными звучат слова А. Н. Колмогорова: «По существу все связи между математикой и ее реальными приложениями полностью уместаются в области конечного... Мы предпочитаем непрерывную модель потому, что она проще» [6, с. 45]. Имеется в виду то, что непрерывного в нашем мире нет фактически, взяв во внимание уровень атомов и молекул, мы не найдем ни непрерывных линий, ни гладких поверхностей. Более того, в рамках непрерывной концепции пространства и времени невозможно непротриворечиво описать даже обычное механическое движение, апории Зенона не дадут этого сделать.

Удивительно, что студенты, обучающиеся по направлению «Информационные системы и технологии», также заявляют, что дескриптивные определения и аппарат дифференциального и интегрального исчисления воспринимаются ими легче, чем категории и теоремы дискретной математики. Как правило, разделы дискретной математики не имеют непосредственной физической интерпретации, ее категории абстрактны, формальны, но тем более в чистом виде выступа-

ют логические отношения между ними. Таким образом, дискретная математика имеет и психологическую ценность для развития студента, она ускоряет обучение абстрактному мышлению, завершая формирование системы мыслительных операций, таких как индукция, дедукция, анализ, синтез, сравнение умозаключений и т. д. К сожалению, в российской школе дискретная математика недооценена, не является обязательным разделом школьной математики или информатики. Заметим, что в настоящее время в США старшеклассники изучают большой раздел дискретной математики, включающий элементы теории графов, алгоритмов, математического программирования. Был проведен эксперимент по сравнению эффективностей методик, были выделены принципы когнитивного подхода в обучении, которые неукоснительно соблюдались при реализации как при генетической, так и деятельностной методик преподавания дискретной математики.

1. Для лучшего усвоения нового материала надо искать корни нового в старом или аналогии новому в старом. Полезные аналогии можно не только выяснять, но создавать искусственно.

2. Обучать новому знанию следует, сообщая не только новые факты, но и учитывая влияние старых знаний на процесс формирования новых.

3. Основой творчества и познания мира логика является лишь в той мере, в которой она служит системной основой для структуризации знаний, для их передачи.

4. Введение новых понятий должно происходить наиболее естественным путем. Процессу введения нового понятия должны сопутствовать не только мотивация, целесообразность, разумная интерпретация и наводящая ассоциация, но и конечная неизбежность его введения в силу стоящих перед наукой задач.

5. Желательно строить ассоциации по сходству на основе целесообразности и необходимости введения новых понятий. Всякое понятие выделяет некоторый класс объектов, удобно подпадающий под используемые правила логики.

6. Вводимые понятия должны работать, нельзя вводить бесполезные категории.

7. Важнее многократного повторения материала — желание его запомнить и осознание важности его понимания.

8. Осознанное запоминание важнее механического, лучше всего и прочнее запоминается тот материал, над которым учащийся самостоятельно, активно, творчески работает, даже если и не собирается профессионально им заниматься. Особенно хорошо будет запоминаться тот материал, с применением которого учащийся решал посильные, но не шаблонные задачи, которые тем самым активизировали его самостоятельное мышление.

9. Процесс познания противоречив: нечто усваивается, чтобы быть, в конце концов, переосмысленным.

Авторский подход методики преподавания дискретной математики опирается на то, что генетический под-

ход заключается в изучении предмета, опираясь на естественные пути его развития и становления, что способствует развитию мышления, памяти и воображения. Его описанию была посвящена диссертация [2].

Принципы когнитивной психологии соответствуют практике человеческого познания, выбраны автором из работы Р. Л. Солсо [13].

Рассмотрим некоторые положения генетического подхода. Так, еще Гегелем было открыто, что развитие какого-либо понятия или отношение понятий в истории мышления в голове индивида происходит эволюционным путем. Изучающий предмет должен увидеть внутреннюю основу изучаемого предмета, осознать источник открытия, разобраться во всем так, как если бы он придумал все это сам. Изложение предмета не должно строиться как простой набор фактов и теорий. Порядок их изложения должен дать возможность проследить этапы эволюции мышления в данной области. Предмет изучается наиболее полно только тогда, когда виден процесс его зарождения. В ходе обучения изучаемое воссоздается или открывается заново, факты не преподносятся в готовом виде, обучающийся должен проследить их возникновение. Безусловно, традиционные методы обучения содержат в себе элементы генетического подхода. Несомненно, генетический подход не является универсальным средством, позволяющим решать все проблемы, конечно же, он и сам должен развиваться. Этим подходом не затрагивается такой дефект традиционных методов, как недостаточное изучение и использование математического языка. Умение решать задачи всегда предполагает не только знание математического языка, но и умение переформулировать, интерпретировать задачу из предметной области на формальный, абстрактный язык математической теории. Генетический подход также не охватывает всего многообразия логических и информационных связей. Обучение элементам математической логики студентов технических вузов часто сводится к изучению именно синтаксиса логики. У студента не формируется содержательного представления о предмете науки логики.

Полное и правильное понимание математических идей возможно лишь на основе знания их происхождения, знания тех их источников в реальной действительности, в ее проблематике, которая в результате абстракции приводит к соответствующим математическим теориям. Формальный вывод не раскрывает перед учащимся истину в полном ее объеме. Он отражает лишь часть ее. Сущность и движущие силы даже формально-логической науки, в конечном счете, опираются на отношения в реальности. Опуская дальнейшее выявление недостатков генетического подхода, заметим, что генетический подход предъявляет довольно высокие требования к квалификации преподавателя, требует не только эрудиции в истории науки, психологии учения, но, прежде всего, совершенного, глубокого и свободного владения учебным предметом и даже

научной дисциплиной, лежащей в его основе. На генетический подход можно смотреть как на ряд дидактических принципов, основы и механизмы которого еще требуют дальнейшего глубокого изучения в его применении в разнообразных педагогических ситуациях. В дополнение к краткому описанию генетического метода приведем основные характеристики генетического подхода:

а) генетический подход в обучении должен следовать естественным путям зарождения, происхождения, развития и применения математической теории. При этом нужно избегать всех тупиков и заблуждений изучаемой математической теории;

б) генетическое обучение осуществляется всегда с опорой на ранее сформированные понятия, знания с учетом опыта и уровня мышления студента;

в) генетическое обучение содержит в себе объяснение движущих причин развития математической теории;

г) при изучении новых тем, понятий и отношений необходимо использовать проблемные ситуации нематематического или математического содержания, оправдывающие и наводящие на необходимость введения вышеперечисленного;

д) необходимо широко использовать задачи и естественно возникающие вопросы (и учиться находить таковые), решение которых студенты могут найти самостоятельно с минимально необходимой помощью со стороны преподавателя;

е) при генетическом подходе абстрактные, логические, математически строгие рассуждения должны предваряться интуитивными, образными, эвристическими рассуждениями, возможно даже чувственным восприятием проблемной области. Построение теории и конструкции высокого уровня абстракции может быть полностью осуществлено лишь после накопления достаточного запаса примеров, фактов и утверждений на более низком уровне абстракции;

ж) при генетическом подходе должна осуществляться стимуляция мыслительной деятельности студента, постоянная мотивация их познавательной активности;

з) при генетическом подходе должно осуществляться постепенное обогащение изучаемых математических объектов взаимосвязями с другими объектами, рассмотрением изучаемых объектов и фактов с новых точек зрения, в новых контекстах.

Принципы генетического подхода, в применении к обучению прикладным математическим дисциплинам (дискретная математика таковой и является), кратко можно сформулировать так:

1. Для лучшего усвоения нового материала надо указать корни нового в старом материале или аналогии новому в старом. Если показать, что новое уже было в старом в зачаточной форме, что оно преодолевает его недостатки и противоречия, то новое покажется естественным продолжением старого.

2. Вывод доказательств, а иногда и формулировку предложений целесообразно давать в виде «процесса приближения к истине», т. е. исходя из известного, путем рассуждений получать все более верные новые утверждения, пока теорема не будет доказана.

3. Трудные, но важные вопросы в ряде случаев целесообразно излагать индуктивно. Такой подход особенно эффективен при овладении такими положениями, которые учащийся должен не просто знать, но которыми он обязан свободно владеть. Такие положения надо вводить постепенно, сначала в упрощенном виде, а затем все более их расширяя и детализируя. Это и есть индуктивный подход.

4. Исторические трудности указывают на возможность психологических трудностей. Опыт показывает, что трудными часто оказываются те вопросы курса, которые в эпоху возникновения с трудом признавала наука.

Эти принципы дают нам возможность грубо представить механизмы умственных процессов, протекающих в мозгу человека при изучении математических дисциплин [2, с. 32–34].

Перейдем теперь к описанию деятельностного подхода в преподавании по источникам [1; 5]. Сформулируем кратко ряд положений деятельностного подхода к обучению по источнику [5, с. 22–23].

1. Формирование знаний, умений, мышления в процессе обучения происходит через деятельность учащегося, организуемую педагогом. Эта деятельность есть исследование объекта, совершаемое по определенной программе. Конечно, «исследовательская» деятельность обучаемого отличается от настоящего научного исследования по целям, задачам, содержанию, формам, результату. Научное исследование производит новые знания, неизвестные ранее, создает новые методы. Учебная дисциплина представляет учащемуся уже известные знания и методы, которые, тем не менее, являются для него новыми. Приобретение таких знаний в процессе обучения посредством специально организованной деятельности учащегося выступает для последнего «исследованием» объекта. Такую деятельность будем называть программой исследования. В процессе обучения у ученика формируются разные познавательные средства: общие методы познания (анализ, синтез, моделирование и др.), конкретно-научные методы (математические, физические, социологические и т. д.), частные приемы. Появляется понимание того, что каждый вид средств и способов исследования раскрывает разные аспекты бытия. Деятельность обучаемого по исследованию объекта фактически моделирует теоретическую деятельность научного исследования.

2. Деятельностный подход к обучению заключается не только в том, что процесс обучения рассматривается как деятельность. Деятельность учения — это особая деятельность, в процессе которой происходит формирование психических новообразований (разви-

тие) через усвоение. Развитие и усвоение рассматриваются как единый процесс.

3. Процесс усвоения — это процесс интериоризации деятельности общения из внешней, совместной деятельности (например, с педагогом) в индивидуальную, внутреннюю, психическую деятельность учащегося. Данный процесс содержит ряд этапов, которые обязательно должны найти свое воплощение в процессе обучения.

4. Ориентировочная основа деятельности (ООД) составляет психологическое основание всех приобретений в процессе учения, т. е. знаний, умений, способностей. Она влияет на их характеристики (предметность, обобщенность, осознанность, научность, прочность и др.). В процессе обучения полное и развернутое содержание ООД как нормативный образец формируемого профессионального умения должен быть изначально представлен в материальном виде, например в учебных картах. Развивающий эффект обучения определяется содержанием формируемой ООД. Именно тип ориентировочной основы деятельности создаст новый способ ориентировки учащегося в познании и преобразовании действительности. В процессе усвоения ООД превращается в знание о предмете и о деятельности с ним. Последующее выполнение деятельности уже с ориентировкой на это знание выступает умением. В учебном процессе происходит организация усвоения ООД и перевод ее в умственную форму.

5. Деятельностный подход можно рассматривать как общее методологическое основание дидактики.

Разумеется, приведенные краткие сведения о методиках нужны только для понимания цели статьи: сравнение эффективности рассмотренных методик. На практике приложения этих методик приходится проводить через каждое определение, теорему, задачу, утверждение преподаваемой дисциплины. Далее рассмотрим вопрос о критериях, по которым будем сравнивать эффективность.

Поскольку в структуре новых рабочих программ по специальностям в основу качества образования заложено освоение определенных компетенций, то необходимо разобраться в начале, что это такое. В связи с этим приведем выписки из психологического словаря и словаря иностранных слов по этой и близких к ней категориям. В философском словаре разъяснения этого термина отсутствуют.

«Компетентность — психологическое качество, означающее силу и уверенность, исходящих от чувства собственной успешности и полезности, что дает человеку осознание своей способности эффективно взаимодействовать с окружающими» [10, с. 153].

«Компетенция [лат. Competentia — принадлежность по праву] круг полномочий какого-либо учреждения или лица; круг вопросов, в которых данное лицо обладает познаниями, опытом» [12, с. 174].

«Компетентный — (надлежащий, способный) знающий, сведущий в определенной области; имеющий

право по своим знаниям или полномочиям делать или решать что-либо, судить о чем-либо» [12, с. 174].

В данной трактовке смысл термина «компетенция» истолкован не очень удачно, т. е., по мнению автора, выбран в качестве основы для контроля образовательного процесса.

Условно примем, что состав компетенции определяют теоретические знания, практические навыки решения задач, а также способность интерпретировать теоретические знания в предметную, практическую область. Именно такая трактовка компетенций заложена в основу создаваемых и уже утвержденных профессиональных стандартов. Уже появляется опыт разработки диагностических материалов по оценке сформированности профессиональных компетенций в Новосибирской области [9]. Этот опыт не отрицает идеологию тестирования, хотя основой диагностики является деятельность. Оперативность контроля предполагает создания системы тестов. Именно тесты позволяют получить исходный материал для статистической обработки результатов [14]. Поэтому, кроме проверки эффективности методик, преследовалась цель создания собственных диагностических, тестовых материалов, позволяющих определить уровень освоения студентами Федерального государственного образовательного стандарта и программ высшего образования по разделу математической подготовки — «дискретная математика».

Для статистической оценки сравнения эффективности разработанных структур обучения (генетической и деятельностной) теории множеств, был проведен специальный эксперимент, нацеленный на измерение специфических способностей к абстрактному мышлению, формированию абстрактных понятий, формально-логическому мышлению на основе формальных определений. Данное исследование придерживается позиции, что такие способности можно считать единым психическим свойством.

Применение статистических методов к оценкам, определяемым числом верных ответов студентов на совокупность контрольных вопросов, можно считать в математическом отношении достаточно обоснованными [4, с. 25]. В качестве критерия по выявлению различия двух совокупностей по состоянию выбранного свойства взят один из самых мощных критериев — критерий Колмогорова-Смирнова. Для его использования должны выполняться ниже перечисленные условия.

Во-первых, все вопросы должны быть направлены на изучение одного и того же психического свойства студентов.

Во-вторых, каждый вопрос должен представлять собой некоторую интеллектуальную задачу, для решения которой учащемуся недостаточно только воспроизвести изученный материал, а требуется рассуждать, сравнивать, делать выводы либо по предложенному алгоритму, либо в соответствии с самостоятельно найденным методом решения задачи.

В-третьих, число предлагаемых задач должно быть в пределах от восьми до пятнадцати, ограничение накладывается особенностями используемого критерия Колмогорова-Смирнова.

Именно исходя из этих условий, были разработаны индивидуальные задания из десяти задач для каждого студента. Всего было составлено шестьдесят нестандартных задач из области абстрактной теории множеств, из которых и комплектовались индивидуальные задания, приблизительно равные по сложности.

Статистическая оценка проводилась по независимым выборкам данных, полученных для двух групп студентов, обучающихся по генетической и деятельностной методикам. Будем считать, что случайная переменная X характеризует состояние изучаемого свойства в совокупности оценок отвечающих группе, обучающейся по деятельностной методике, а Y — характеризует состояние этого же свойства в группе студентов, обучающихся по генетической методике обучения. Имеется равное количество наблюдений (20 наблюдений) над случайными параметрами X и Y , полученных при рассмотрении выборок соответствующих объектов.

Напомним, что для использования критерия было обеспечено выполнение условий:

1. Обе выборки случайны. В исследовании участвовали все студенты без исключения.
2. Выборки независимы. Члены каждой выборки также независимы между собой (т. е. не списывают внутри групп).
3. Изучаемое свойство имеет непрерывное распределение в обеих совокупностях, из которых сделаны выборки (что для психических свойств является правдоподобной гипотезой).
4. Шкала измерения не ниже порядковой.

Односторонний критерий позволяет провести проверку нулевой гипотезы: $H_0: F(x) \leq G(y)$, при выдвижении альтернативной гипотезы $H_1: F(x) > G(y)$. Для интерпретации этих гипотез на экспериментальный учебный процесс необходимо учитывать, что $F(x)$ и $G(y)$ — функции распределения случайных величин — и эти величины находятся в обратном отношении. Следовательно, нулевая гипотеза H_0 означает, что успешность формирования профессионально значимых качеств по генетической методике, в рамках изучения теории множеств, как части учебной дисциплины «Дискретная математика» (случайная величина Y) не ниже успешности формирования этих качеств в группе студентов с деятельностной методикой обучения (случайная величина X). Альтернативная гипотеза в данном случае предполагает, что успешность формирования качеств у студентов деятельностной методики обучения однозначно выше, чем у студентов генетической методики обучения. Для использования этого критерия сведем статистические данные в таблицу (табл.).

Результаты первого измерения записаны в ряд по убыванию значений:

x_i : 9; 8; 7; 7; 6; 6; 5; 5; 5; 5; 5; 4; 4; 4; 4; 3; 3; 2

y_j : 9; 9; 9; 9; 8; 8; 7; 7; 7; 7; 7; 7; 7; 6; 5; 5; 5; 4

По данным, приведенным в таблице, выявим эмпирические функции распределения изучаемого свойства в каждой выборке (см. табл.).

Истинность нулевой гипотезы означает, что стохастические значения X не меньше значений переменной Y , т. е. результаты обучения не различаются. Для использования критерия требуется определить значения статистик T_1, T_2, T_3 . Выберем эти значения из таблицы по формулам: $T_1 = \max |S_1(x) - S_2(y)|$; $T_2 = \max (S_1(x) - S_2(y))$; $T_3 = \max (S_2(y) - S_1(x))$.

Получаем: $T_1 = \frac{11}{20}$, $T_2 = \frac{11}{20}$, $T_3 = \frac{0}{20} = 0$.

Таблица

Эмпирические показатели распределения эффективности формирования психических образов понятий, формально-логических форм мышления

№ п/п	Кол-во градаций первой выборки x_i	Кол-во градаций второй выборки y_k	$S_1(x)$ ($F(x)$)	$S_2(y)$ ($G(y)$)	$S_1(x) - S_2(y)$	$\frac{1}{2}S_1(x) - S_2(y)$	$S_2(y) - S_1(x)$
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	1/20	0	1/20	1/20	-1/20
3	2	0	3/20	0	3/20	3/20	-3/20
4	5	1	8/20	1/20	7/20	7/20	-7/20
5	6	3	14/20	4/20	10/20	10/20	-10/20
6	2	1	16/20	5/20	11/20	11/20	-11/20
7	2	9	18/20	14/20	4/20	4/20	-4/20
8	1	2	19/20	16/20	3/20	3/20	-3/20
9	1	4	20/20	20/20	0	0	0
10	0	0	20/20	20/20	0	0	0
11	$N_1 = 20$	$N_2 = 20$					

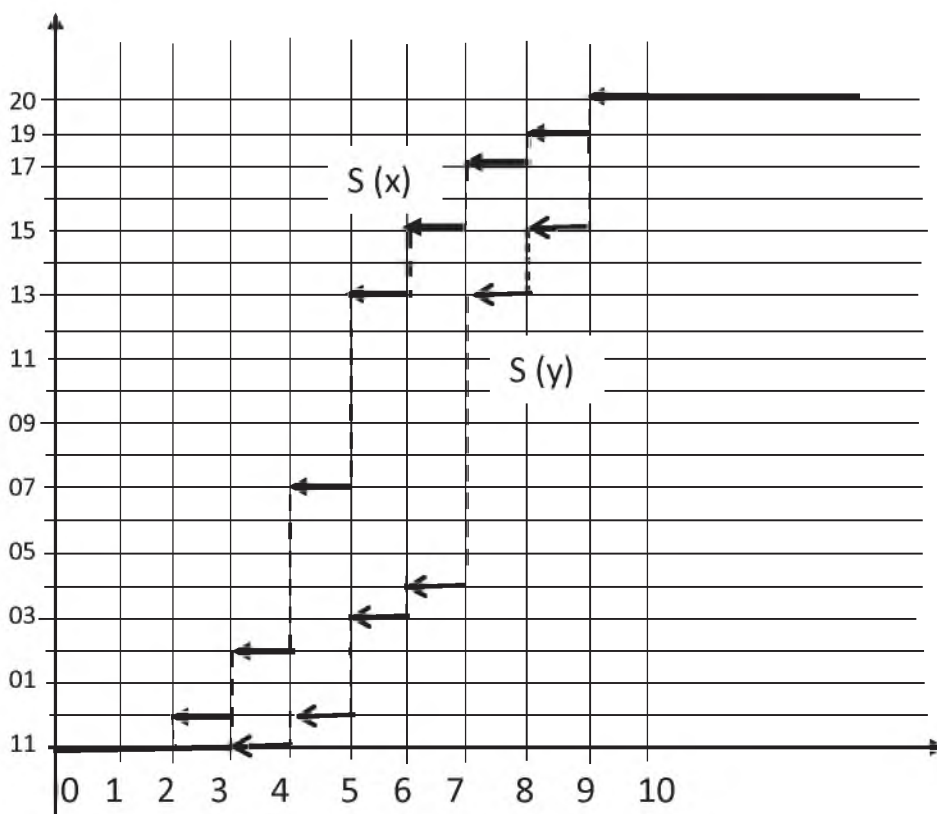


Рис. Графики функций распределения эффективности подготовки в группах генетической методики обучения (X) и группах деятельностной методики обучения (Y) студентов теории множеств

Выберем минимальный уровень значимости $\alpha = 0,005$. По таблице значений статистики критерия Колмогорова-Смирнова для двух выборок одинакового объема n :

$W_{1-\alpha} = 0.5$ [4, с. 115]. Для нашего эксперимента получаем: $T_1 = 11/10 > 0.5$. Это означает, что проверяемая нулевая гипотеза должна быть отклонена с достоверностью 99,5 %, т. е. изучаемое свойство у объектов, рассматриваемых двух совокупностей различно. Однако верно также равенство: $T_1 = T_2 > W_{1-\alpha}$. Следовательно, на уровне достоверности α гипотеза $F(x) \leq G(y)$ отклоняется, и принимается гипотеза $H_1: F(x) > G(y)$, т. е. значение X (студенты деятельностной методики обучения) стохастически меньше значений переменной Y (студенты генетической методики обучения). Все это означает, что предложенная генетическая методика с большой достоверностью дает эффект, и успеваемость группы, традиционно отстававшей ранее, после использования новой методики выше. Она лучше овладела такими психическими свойствами, как способность к абстрактному мышлению, формированию психических образов понятий, формально-логическим выводам. Она лучше освоила формально-логическое решение задач, доказательство утверждений на материале теории множеств. Этим, безусловно, частично достигаются цели, поставленные в обучении разделу «Дискрет-

ная математика» для студентов информационно-технологической направленности Сибирского государственного университета водного транспорта.

Для наглядного представления полученных результатов приведем еще и графики эмпирических функций распределения случайных переменных X и Y (рис.). Эмпирическая функция распределения случайной величины $XS(x) = (h(x))/n$, где $h(x)$ — число наблюдаемых значений x , которые меньше X .

Этот график также подтверждает эффективность разработанной методики обучения студентов, так как функция распределения случайной величины для студентов генетической методики обучения везде располагается ниже функции распределения случайной величины для студентов деятельностной методики обучения, что, вспомнив об обратной зависимости, говорит о большей успешности обучения студентов генетической методики обучения, по сравнению со студентами деятельностной методики обучения.

Сделанные выводы не являются окончательным результатом работы, необходимо выявить причину более высокой эффективности генетической методики обучения и постараться найти и выявить еще более эффективные методики преподавания дискретной математики.

Список литературы

1. Атанов, Г. А. Возрождение дидактики — залог развития высшей школы / Г. А. Атанов. — Донецк : ДОУ, 2003. — 180 с.
2. Величко, Ю. А. Математическая составляющая профессиональной подготовки будущих специалистов судоводителей : дис. канд. пед. наук / Ю. А. Величко. — Барнаул, 2008. — 183 с.
3. Величко, Ю. А. Синтез методических подходов в преподавании разделов дискретной математики / Ю. А. Величко // Вестник НГУ. — 2015. — Вып. 1. — Т. 16. — С. 69–74.
4. Грабарь, М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непаараметрические методы / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. — М. : Педагогика, 1977. — 136 с.
5. Малыгина, О. А. Обучение высшей математике на основе системно-деятельностного подхода : учеб. пособие / О. А. Малыгина. — М. : Изд-во ЛКИ, 2008. — 256 с.
6. Мельников, О. И. Обучение дискретной математике / О. И. Мельников. — М. : Изд-во ЛКИ, 2008. — 224 с.
7. Невзоров, А. Г. Происхождение личности и интеллекта человека. Опыт обобщения данных классической нейрофизиологии / А. Г. Невзоров. — М. : АСТ, 2013. — 541 с.
8. Новик, И. А. Практикум по методике обучения математике / И. А. Новик, Н. В. Бровка. — М. : Дрофа, 2008. — 236 с.
9. Опыт разработки диагностических материалов для оценки уровня сформированности профессиональных компетенций педагогических и руководящих работников общеобразовательных организаций / А. Н. Величко [и др.]. — Новоосибирск : Новосибирский институт мониторинга и развития образования, 2018. — 110 с.
10. Психологический словарь / [сост. В. Н. Копорулина и др.]; под общей ред. Ю. Л. Неймера. — Ростов н/Д. : Феникс, 2003. — 640 с.
11. Скаткина, М. П. Дидактика средней школы / М. П. Скаткина. — М. : Просвещение, 1982. — 312 с.
12. Словарь иностранных слов / Под ред. И. В. Лёхина и проф. Ф. Н. Петрова. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Государственное издательство иностранных и национальных словарей, 1954. — 856 с.
13. Солсо, Р. Л. Когнитивная психология / Р. Л. Солсо ; пер. с англ. — М. : Изд-во «Трикола», 1996. — 600 с.
14. Статистический анализ многомерных объектов произвольной природы. Введение в статистику качества / В. И. Васильев [и др.]. — М. : ИКАР, 2004. — 382 с.

Spisok literatury

1. Atanov, G. A. Vozrozhdenie didaktiki — zalog razvitiya vysshej shkoly / G. A. Atanov. — Doneck : DOU, 2003. — 180 s.
2. Velichko, Yu. A. Matematicheskaya sostavlyayushchaya professional'noj podgotovki budushchih specialistov sudovoditelej : dis. kand. ped. nauk / Yu. A. Velichko. — Barnaul, 2008. — 183 s.
3. Velichko, Yu. A. Sintez metodicheskikh podhodov v prepodavanii razdelov diskretnoj matematiki / Yu. A. Velichko // Vestnik NGU. — 2015. — Vyp. 1. — T. 16. — S. 69–74.
4. Grabar', M. I. Primenenie matematicheskoy statistiki v pedagogicheskikh issledovaniyah. Neparametricheskie metody / M. I. Grabar', K. A. Krasnyanskaya. — M. : Pedagogika, 1977. — 136 s.
5. Malygina, O. A. Obuchenie vysshej matematike na osnove sistemno-deyatelnostnogo podhoda : ucheb. posobie / O. A. Malygina. — M. : Izd-vo LKI, 2008. — 256 s.
6. Mel'nikov, O. I. Obuchenie diskretnoj matematike / O. I. Mel'nikov. — M. : Izd-vo LKI, 2008. — 224 s.
7. Nevzorov, A. G. Proiskhozhdenie lichnosti i intellekta cheloveka. Opyt obobshcheniya dannyh klassicheskoy nejrofiziologii / A. G. Nevzorov. — M. : AST, 2013. — 541 s.
8. Novik, I. A. Praktikum po metodike obucheniya matematike / I. A. Novik, N. V. Brovka. — M. : Drofa, 2008. — 236 s.
9. Opyt razrabotki diagnosticheskikh materialov dlya ocenki urovnya sformirovannosti professional'nyh kompetencij pedagogicheskikh i rukovodyashchih rabotnikov obshche-obrazovatel'nyh organizacij / A. N. Velichko [i dr.]. — Novoosibirsk : Novosibirskij institut monitoringa i razvitiya obrazovaniya, 2018. — 110 s.
10. Psihologicheskij slovar' / [sost. V. N. Koporulina i dr.]; pod obshchej red. YU. L. Nejmera. — Rostov n/D. : Feniks, 2003. — 640 s.
11. Skatkina, M. P. Didaktika srednej shkoly / M. P. Skatkina. — M. : Prosveshchenie, 1982. — 312 s.
12. Slovar' inostrannyh slov / Pod red. I. V. Lyohina i prof. F. N. Petrova. — 4-e izd., pererab. i dop. — M. : Gosudarstvennoe izdatel'stvo inostrannyh i nacional'nyh slovarej, 1954. — 856 s.
13. Solso, R. L. Kognitivnaya psihologiya / R. L. Solso ; per. s angl. — M. : Izd-vo «Trivola», 1996. — 600 s.
14. Statisticheskij analiz mnogomernykh ob'ektov proizvol'noj prirody. Vvedenie v statistiku kachestva / V. I. Vasil'ev [i dr.]. — M. : IKAR, 2004. — 382 s. ▲

АФОРИЗМ НОМЕРА

Не нужно доказывать, что образование — самое великое благо для человека. Без образования люди грубы, и бедны, и несчастны.

Н. Г. Чернышевский