

УЧЕТ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТОХАСТИКИ В ВУЗЕ

Евдокимова Г.С.¹, Сенькина Г.Е.¹

¹ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», Смоленск, e-mail: kaf-matem@smolgu.ru

В центре внимания авторов тезис: обучение неэффективно, если не учитывать логическую структуру предмета. Однако приоритет при изучении стохастики в вузе принадлежит учету психолого-педагогических факторов обучения, без этого логическая структура предмета и его содержание воспринимаются формально и не усваиваются студентами. При этом необходимо принимать во внимание особенности мотивационно-потребностной сферы современного студента, уровень интеллектуального развития и предметной подготовки, индивидуальные психологические особенности. Реализация дидактического принципа сознательности усвоения особенно важна в методике обучения стохастике, поскольку практика обучения таким ее разделам, как теория вероятностей, математическая статистика, выявляет, что предмет является сложным для усвоения, успеваемость по данной дисциплине традиционно низкая. Обучение стохастике должно быть по возможности доступным и увлекательным, исходить из уровня предметной подготовки и «зоны ближайшего развития» студента. Следовательно, при разработке рабочих программ по предмету, планируя изложение соответствующего материала, необходимо учесть не только общий объем знаний, которым студент обладает, но и необходимый для понимания изучаемых разделов стохастики уровень развития логического мышления, предусмотреть соответствующие измерительные материалы. По результатам диагностики и наблюдений преподаватель получает представление об особенностях и уровне умственного развития студентов; понимает, что они запомнили из прошлого материала; какие способы рассуждения им знакомы, какие неизвестны либо даются с трудом; какой материал их привлекает. С учетом выявленных психологических особенностей студентов и уровня их предметной подготовки может в дальнейшем решаться и проблема перестройки логической структуры курса, не нарушая при этом дидактического принципа научности изложения учебного материала, что позволит решить важную задачу: обнаружить подходы к обучению дисциплине, обеспечивающие усвоение логики фундаментальной науки и способствующие формированию профессиональной компетентности будущих специалистов.

Ключевые слова: обучение стохастике, психолого-педагогические особенности обучения стохастике, формальная логика, сознательность усвоения, профессиональная компетентность.

CONSIDERATION OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL FACTORS IN THE STUDY OF STOCHASTICS IN HIGH SCHOOL

Evdokimova G.S.¹, Senkina G.E.¹

¹FGBOU VO «Smolensk State University», Smolensk, e-mail: kaf-matem@smolgu.ru

The authors focus on the thesis: learning is not effective if the logical structure of the subject is not taken into account. However, priority in the study of stochastics at the university belongs to the account of the psychological and pedagogical factors of learning; without this, the logical structure of the subject and its content are perceived formally and are not absorbed by students. At the same time, it is necessary to take into account the features of the motivation-need sphere of the modern student, level of intellectual development and subject preparation, and individual psychological characteristics. The implementation of the didactic principle of mastering awareness is especially important in teaching stochastics, since the practice of teaching such sections as theory of probabilities, mathematical statistics reveals that the subject is difficult to learning, the performance in this discipline is traditionally low. Stochastic training should be as accessible and exciting as possible, based on the level of subject preparation and the student's "proximal development zone". Consequently, when developing work programs on the subject, planning the presentation of the relevant material, it is necessary to take into account not only the total amount of knowledge the student has, but also the level of development of logical thinking necessary for understanding the sections of stochastics that are being studied, to provide appropriate measurement materials. According to the results of diagnostics and observations, the teacher gets an idea about the features and level of mental development of students; understands what they remember from past material; what the methods of reasoning are familiar to them, which are unknown or given with difficulty; what the material attracts them. Taking into account the identified psychological characteristics of students and the level of their subject preparation, the problem of restructuring the logical structure of the course can be further solved without disrupting the didactic principle of the scientific presentation of educational material, which will solve an important task: to discover approaches to learning the discipline, ensuring the assimilation of the logic

of fundamental science and contributing to the formation of professional competence of future professionals.

Keywords: teaching stochastics, psychological and pedagogical factors of teaching stochastics, formal logic, consciousness of assimilation, professional competence.

Курс стохастики (теория вероятностей и математическая статистика) входит в цикл фундаментальных дисциплин, изучение которого является обязательным для студентов математических, технических, естественных, экономических и других факультетов вузов (например, на направлениях подготовки: 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», 08.03.01 «Строительство», 09.03.03 «Прикладная информатика», 44.03.05 «Педагогическое образование»). Цель стохастики – осуществление прогноза в области случайных явлений, ограничение сферы действия случайности, принятие решений в условиях «неопределенности». Строгое логическое изложение предмета, развитие логического мышления студента является наиболее важной стороной в обучении стохастике, однако опыт преподавания подтверждает, что без учета психолого-педагогических особенностей и закономерностей процесса обучения логика предмета практически не усваивается. Логика предмета напрямую не проникает в сознание студента, так как представляет лишь законы и правила для безупречного мышления, не предлагает в явном виде условия обеспечения их разумного употребления и приложений, что в свою очередь зависит от своеобразия психики обучающихся. Эта особенность определяет сложность и нестандартность проблематики методики обучения стохастике. В статье мы исходим из того, что в теории методики обучения стохастике в недостаточной мере учитываются психолого-педагогические факторы обучения, в практике же обучения стохастике, как правило, не учитываются не только психологические особенности обучающихся, но и уровень их предметной подготовки.

Цель исследования: обоснование необходимости учета психолого-педагогических факторов процесса обучения стохастике в вузе.

Методы исследования. Изучение и анализ научно-методической, математической, психолого-педагогической литературы, образовательных стандартов. В ходе работы применялись основные положения системного, личностно ориентированного, компетентностного подходов, моделирование.

Результаты исследования и их обсуждение. Теория и практика педагогики в теоретических и прикладных исследованиях, прежде всего, исходит из психологических особенностей развивающегося человека. Для того чтобы влиять на нравственное или умственное развитие обучающегося, необходимо учитывать общие закономерности педагогического процесса. Изучать их можно различными способами: через изучение истории развития всего человечества (филогенез) для того, чтобы узнать, подчиняется ли это

развитие каким-нибудь определенным и точным законам; через изучение особенностей развития отдельных людей (онтогенез), чтобы найти законы, которым подчиняется развитие человека. Оба эти метода исследования целесообразно рассматривать целостно. Однако очевидно, что полного совпадения в развитии отдельного человека и всего человечества быть не может. Следовательно, общие теоретические методы исследования педагогики имеют идеальный, модельный характер, к которым будут только приближаться практические методы изучения и диагностики особенностей развития конкретных людей. Помимо этого, в процессе применения общих педагогических норм нельзя игнорировать индивидуальные, личностные особенности преподавателя и студента. Следовательно, педагогическая практика - это одновременно искусство и наука, возможность использования большого количества практических методов и приемов. Образование должно заключаться в том, чтобы научить студентов самим добывать результаты науки, сформировать умение приобретенные знания применять в жизни и в профессиональной деятельности для получения самостоятельных результатов [1]. Процесс творчества состоит из усвоения того, что сделано раньше, и из создания или открытия нового, что раньше не было открыто или создано. Поэтому, прежде чем творить самостоятельно, необходимо запастись известными сведениями, знанием того, что было добыто раньше. И лишь после этого приступать к созиданию нового, своего. Следовательно, одна из основных задач образования в вузе – научить студента методам творческой деятельности. При этом содержание образования должно совпадать с содержанием культуры, то есть должны быть представлены не только результаты научных исследований, но и процесс их открытия в истории науки, генезис понятий, связанный с именами великих ученых, их биографиями. «Таким образом, – как отмечает Н.Н. Иовлев, – истинная сущность образования не в его содержании, которое меняется вместе с прогрессом науки и культуры, – а в процессе искания и открывания истины. Поэтому и целью образования может быть только обучение методам этого искания истины, методам научного творчества» [2]. Наиболее важно для будущего специалиста не количество знаний и не источники их получения (книги, Интернет, школа, вуз), а умение самому познавать предмет и применять полученные знания в жизни, профессиональной деятельности, в формировании соответствующих профессиональных компетенций.

Окружающий нас мир мы познаем при помощи восприятия и мышления. Восприятие создает синтетически чувственные образы (представления) познаваемых предметов, а мышление разлагает, анализирует представления с целью открыть недоступные восприятию связи и отношения между их частями. Поэтому ход нашего восприятия и мышления должен быть подчинен одному и тому же закону, закону синтетической функции. Очевидно, что силлогические методы бывают разными, в зависимости от того, что является объектом

суждений. Для областей знаний, основу которых представляют аксиомы, в частности в стохастике, выводы носят строгий характер и направлены от общего к частному, а приемы в таких науках для получения выводов называют дедуктивными. Взгляды Б. Паскаля на дедуктивный метод ясно резюмированы в следующих правилах: «без определения никаких терминов не употреблять, по крайней мере или двусмысленных, или темных; термины употреблять в определениях только известные или уже объясненные; как аксиомы выставлять только вполне очевидные истины; всякие неясные положения доказывать, применяя для доказательства только принятые аксиомы, сделанные прежде определения, или доказанные уже положения, или же построение самой разбираемой вещи, где какое-нибудь действие может быть произведено; не злоупотреблять никогда однозначными терминами и всегда в уме заменять их определениями, которые разъясняют и ограничивают их» [3]. Правила эти составить гораздо легче, чем исполнить. Однако если при изучении стохастики мы будем постоянно иметь в виду необходимость по возможности определять каждый термин и доказывать каждое положение на основе определений, аксиом и теорем – то непременно избежим многих ошибок и проблем. Поэтому «для руководства ума при достижении истины» приведем правила, предложенные Р. Декартом: «не считать истинным ничего до тех пор, пока его истина не будет доказана: т.е. избегать тщательно поспешных предрассудков или заключений и в наши суждения не вносить ничего, кроме того, что нашему уму представляется до такой степени отчетливо и ясно, что никакого сомнения не допускает; каждую представляющуюся нам трудность мы должны разложить на столько частей, насколько возможно или насколько это требуется для ее решения; все наше мышление вестись должно в определенном порядке, и начинать мы должны с самых простых и легко понятных предметов для того, чтобы восходить постоянно к знанию более сложных предметов; во всех случаях перечисления делать столь полные и обзоры столь обширные, чтобы можно было быть уверенным, что ничего не пропущено» [4]. Преподавание стохастики, поставленное надлежащим образом в вузе, может служить надежной базой для развития умения делать обобщения. В самом деле, математические понятия, их обобщения и классификация – более однозначны по сравнению с понятиями других дисциплин, потому что они всегда ясно и точно определены. Но для достижения этой цели, очевидно, нельзя изучать стохастическую в виде готовой дедуктивной схемы, как бы стройна и логична она ни была, а надо следовать по историческому пути ее развития: 1) от частного, 2) через ряд отдельных случаев, 3) к общему положению. Почувствовать логику стохастики – значит осознать самое главное, характерные особенности, ее следствия и зарождение, связь с иными событиями окружающего мира.

С абстрактными понятиями в стохастике приходится сталкиваться на всех этапах

изучения. Студенту для правильного понимания этого раздела математики необходимо видеть в ней отражение действительного мира. В противном случае абстракции воспринимаются случайными, произвольными и надуманными. Это, в свою очередь, препятствует их сознательному усвоению и вынуждает студента довольствоваться зубрежкой или заучивать материал наизусть, чтобы запомнить формальный вывод. В частности, практика обучения подтверждает: строго логическое изложение курса стохастики не приводит к осознанному пониманию предмета. Преподаватели довольно часто замечают, что, несмотря на безусловно логически формальный вывод, студента он не убеждает, а нестрогий вывод оказывается более весомым и убедительным для него. Внести ясность в этот мнимый парадокс можно лишь с помощью психологии. Вывод будет весомым для студента только в случае, когда: а) он понимает его смысл, взаимосвязь с известными явлениями; б) обучающийся ощущает необходимость этого вывода из всего предшествующего опыта и рассуждения, а не только опираясь на его логическую безупречность. Педагогический опыт свидетельствует: для того чтобы быть осознанными, новые знания должны быть тесно связаны с понятиями, уже изученными студентами. Только при таком условии они будут усвоены не формально. Грамотно подобранная методика обучения стохастике содействует образованию у студентов стохастических понятий, раскрывает особенности изучения данного предмета, ориентирует в отыскании рациональных способов решения прикладных задач, гарантирует усвоение основ науки. Методика преподавания стохастики, прежде всего, должна реализовывать принцип сознательности изучения. Например, «с самого начала изложения стохастики необходимо показать студентам: понятие вероятности есть результат абстракции свойств частот реальных массовых событий, обладающих устойчивостью, а формулировка используемых в дальнейшем свойств этого понятия составляет систему аксиом теории вероятностей» [5].

Это направление математики необычайно богато оригинальными задачами, развивающими мышление студентов. Некоторые из стохастических задач и их решения противоречат здравому смыслу настолько, что трудно поверить в их достоверность даже после того, как их правдивость подтверждена доказательством.

Приведем пример. Однажды студенту приснился странный сон. Приходит к нему друг и предлагает поиграть в кубики, на гранях которых расставлены числа от 1 до 18. Причем на гранях первого кубика написаны числа 18, 10, 9, 8, 7 и 5; на гранях второго – 17, 16, 15, 4, 3 и 2; третьего – 14, 13, 12, 11, 6 и 1. Студент первым выбирает кубик такой, какой сам захочет. Затем друг выбирает один из двух оставшихся кубиков. Далее они бросают кубики, например 200 раз. Тот, у кого окажется больше выигрышей, побеждает. Поскольку студент любил азартные игры, он согласился поиграть и выбрал первый кубик. А друг взял себе

третий кубик и выиграл. Следующей ночью сон повторился. Тогда студент выбрал третий кубик, а друг – второй, и вновь он одержал победу. На следующую ночь студент выбрал второй кубик, а друг – первый кубик. И снова победа досталась другу. Студент заподозрил, что друг мошенничает, и пошел консультироваться у преподавателя, который после размышлений, каких-то подсчетов заверил его, что друг не мошенник, а просто хорошо знает стохастику. И студентам предложил создать на компьютере модель таких розыгрышей, убедиться, что при броске двухкубиков первый «выигрывает» у второго, второй – у третьего, а третий – у первого; при одновременном броске трех кубиков, возможно, что второй самый «сильный». Очевидно, замеченные странные закономерности необходимо студентам подтвердить соответствующими вычислениями и разобраться самостоятельно в случае, когда на гранях первого кубика числа 18, 17, 15, 4, 2 и 1; второго – 14, 13, 12, 11, 10 и 3; третьего – 16, 9, 8, 7, 5 и 6.

Современная методика обучения математике, в частности стохастике, точных определений ряда методических терминов не дает. Например, такие понятия, как «доступный», «сложный» материал, «захватывающее» изложение и т.д., либо не имеют однозначного определения, либо не определены вовсе. Естественно, что определения данных понятий должны быть представлены не в математической, а в педагогической терминологии. Сложность объекта в науке обычно определяется количеством элементов в структуре объекта и связями между ними [6]. При этом в педагогических понятиях не всегда удается однозначно определить характер и силу (удельный вес) связей между элементами. Как правило, они устанавливаются опытным путем, экспертно. Аналогичным образом устанавливаются и степень доступности изложения материала, уровень его трудности. Для этого необходима достаточная статистическая база, накопление информации о типичных ошибках в усвоении материала. Возможность научного предвидения в методических дисциплинах базируется преимущественно на опытно-экспериментальной основе. Следовательно, при разработке рабочих программ по предмету, планируя изложение соответствующего материала, необходимо: а) учесть общий объем знаний, которым студент обладает или должен обладать в данный момент, необходимый для понимания изучаемых разделов стохастики; б) уровень развития логического мышления обучающихся; в) учитывать статистически значимые данные о трудности усвоения тех или иных стохастических понятий, тем; г) предусмотреть соответствующие измерительные, диагностические материалы. По результатам диагностики и наблюдений преподаватель может получить представление об особенностях и уровне интеллектуального развития студентов; понять, что они запомнили из прошлого материала; какие способы рассуждения им знакомы, какие неизвестны либо даются с трудом; какой материал их привлекает. При

подборе методов обучения стохастике необходимо исходить из их соответствия уровню интеллекта и «зоне ближайшего развития» студентов [7].

Очевидно, на психолого-педагогической основе должна решаться проблема логической структуры, последовательности изложения курса с позиции его доступности с учетом статистически выявленных трудностей в восприятии отдельных понятий, тем, разделов. Необходимо учитывать также, что студентам трудно освободиться от детерминированного мышления, усложняющего понимание случайных явлений, вероятностного характера выводов и формул, а также замечать за формальными выкладками реальную действительность. Первоначально индуктивное, а не дедуктивное изучение стохастики позволяет повысить эффективность обучения, особенно при первоначальном знакомстве с этой дисциплиной, так как студенту необходимо наблюдать не только корни зарождения стохастики, но и интуитивные представления, которые послужили началом ее развития. Однако это только первая ступень в процессе овладения стохастикой. Вторая ступень должна включать современную теорию стохастики, опирающуюся на аппарат теории множеств и теории меры. Аксиоматическая теория вероятностей, созданная А.Н. Колмогоровым на этой базе, явилась толчком для ее развития. Предложенный подход вывел стохастику из полужэкспериментального пребывания и продемонстрировал тенденции ее современного становления [8]. Однако стохастическая подготовка будущих специалистов в вузе только на основе представлений теории множеств и теории меры не представляется разумной. Такой подход не оказывает содействия формированию стохастической интуиции, вероятностно-статистические понятия не ассоциируются со специфическими задачами, появляющимся в действительности. По этой причине важно, чтобы теоретическое изучение курса стохастики обязательно находилось в тесном контакте с практикой, например с применением приобретенных знаний в проведении собственных статистических исследований с использованием систем компьютерной математики. Хорошее стохастическое образование возможно только в результате соединения наглядности и решения частных прикладных задач с дальнейшим формированием самой теории и со следующим ее использованием в практических задачах [9].

В результате появления ошибок, допущенных студентами, выявляется важная педагогическая проблема. Преподаватель с учетом психологических особенностей восприятия и усвоения материала, диагностических данных должен выяснить, почему допущена эта ошибка студентом, а не какая-нибудь другая. На основании полученной информации он может предложить определенный вид помощи. При этом необходимо подчеркнуть, что студент с большой степенью вероятности может исправить ошибку, если будет понимать причину ее возникновения. Рассмотрим пример. Одновременно

подбрасываем две монеты. Необходимо подсчитать вероятность того, что при проведении эксперимента выпадут два герба. У этого опыта три равновероятных исхода – предположил на занятии по стохастике один из студентов: выпадут ГГ, ГР, РР. Следовательно, с учетом множества элементарных исходов интересующая вероятность равна $1/3$. Для объяснения причины ошибки студента преподаватель предлагает ему провести серию испытаний с двумя монетами и убедиться в неравновероятности предложенных исходов. Благодаря эксперименту студент замечает, что при бросании двух одинаковых монет равновероятны 4 исхода: ГГ, ГР, РГ, РР. Следовательно, вероятность выпадения двух гербов равна $1/4$. Таким образом, на этом примере студенту продемонстрировано: равновероятность нередко находится в зависимости от исходов, выбранных для описания эксперимента.

Рассмотрим следующую ситуацию. Проводится жеребьевка. Студенты образуют круг и по команде показывают случайное количество пальцев от одного до пяти. Полученные числа суммируются. После этого с первого игрока начинается отсчет до полученной суммы. Жребий достанется тому, на ком отсчет завершится. Как минимум для двоих такой жребий можно считать справедливым? Большинство студентов с этим соглашались. Однако преподаватель предлагает не торопиться с ответом, а сначала провести компьютерный эксперимент в MS Excel, имитируя 5000 розыгрышей двух человек A (договариваемся его считать первым) и B ; понять, что вероятность выигрыша у первого $0,48$, у второго – $0,52$. Таким образом студенты убеждаются в эффективности применения современных информационных технологий, в частности систем компьютерной математики, для решения прикладных стохастических задач [10].

Вывод. Многие возникающие в жизненной и профессиональной практике задачи в процессе их более глубокого исследования подводят к необходимости использовать методы стохастики. Следовательно, во время учебы в вузе необходимо формирование у студентов соответствующих стохастических знаний и умений, что является одним из индикаторов успешной подготовки к профессиональной деятельности. Обращение к психологическим основам методики обучения стохастике позволяет решить важную задачу – обнаружить и обосновать эффективные подходы к построению и изложению учебного курса, которые помогут студентам осознать и усвоить логику данной фундаментальной науки.

Список литературы

1. Колмогоров А.Н. Математика – наука и профессия. М.: URSS, 2016. 288 с.
2. Иовлев Н.Н. Общие методы математики и ее преподавания: методология и методика математики. Баку: [изд. авт.], 1925. 164 с.

3. Арно А., Николь П. Логика или искусство мыслить. М.: Наука, 1991. 415 с.
4. Декарт Р. Сочинения в двух томах. Том 1. М.: Мысль, 1989. 654 с.
5. Евдокимова Г.С. Формирование у студентов стохастических понятий высокого уровня абстракции // Известия СмолГУ. 2015. № 1. С. 381-392.
6. Головин С. Ю. Словарь практического психолога. [Электронный ресурс]. URL: <https://psibook.com/dicts/03> (дата обращения: 11.01.2019).
7. Выготский Л.С. Педагогическая психология. М.: АСТ Астрель Хранитель, 2008. 671 с.
8. Федоткин М.А. Модели в теории вероятностей. М.: Наука - Физматлит, 2012. 608 с.
9. Сильченкова С.В., Сенькина Г.Е. Обучение исследователей определению размера выборки в педагогическом эксперименте: содержание, формы обучения // Известия СмолГУ. 2012. № 1. С. 325-333.
10. Евдокимова Г.С., Усачев В.И. Системы компьютерной математики, используемые при обучении будущего учителя // Известия СмолГУ. 2015. № 4. С. 411-420.