

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.016

**О ПРИЕМАХ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ
ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ**

Ж.Т. Беленкова¹, О.Б. Смирнова², Д.В. Беленков³

¹ФГБВОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»,
Санкт-Петербург

²ФГБВОУ ВО «Омский государственный аграрный университет
имени П.А. Столыпина», Омск

³ФГБВОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения», Омск
DOI: 10.26456/vtpsyed/2020.4.146

Обсуждается проблема обучения иностранных студентов теории вероятностей. Рассмотрены приемы обучения, направленные на повышение качества обучения иностранных студентов с недостаточным уровнем знаний русского языка решению текстовых задач. Предложено использование в обучении теории вероятностей совокупности приемов визуализации учебного материала и информационной структуры задачи, приведены примеры учебных вопросов различных типов, направленных на понимание ситуаций, описанных в задаче.

Ключевые слова: *теория вероятностей, текстовые задачи, информационная структура задач, визуализация информации, учебные вопросы, логические приемы.*

Теория вероятностей – одна из научных дисциплин математического цикла, изучающая закономерности массовых процессов или явлений. В высшем образовании теория вероятностей преподается либо как отдельная дисциплина, либо входит в содержание математических дисциплин, к примеру «Высшая математика» («Математика и математическая статистика») – как раздел или модуль.

В отличие от других дисциплин математического цикла, теория вероятностей решает текстовые (сюжетные) задачи, рассматривающие различные ситуации в определенных условиях, при которых происходит заданное явление. В зависимости от формулировки одна и та же ситуация может иметь различные трактовки, а значит, и различные варианты решения. В таких тонкостях русского языка сложно разобраться даже его носителям. А уж для иностранных студентов изучение теории вероятностей особенно трудно. И если математический анализ для них не вызывает никаких проблем, то теория вероятностей демонстрирует противоположный результат. Это можно объяснить тем, что символика, используемая в математическом анализе, имеет международные значения, а методы решения задач представляют собой определенные алгоритмы. В теории вероятностей при решении задач

необходимо детально разобрать ситуацию, описанную в задаче, для определения метода ее решения.

Вышеизложенное проиллюстрируем на примере задач, предполагающих использование формул комбинаторики для вычисления вероятности события.

Задача 1. Сколько существует 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых есть две одинаковые подряд идущие цифры?

При решении задачи необходимо установить, в каком месте должна стоять пара одинаковых цифр. Может ли подряд идущих одинаковых цифр быть больше двух? Не будет ли противоположное событие более простой структуры?

Ответ на первый вопрос очевиден: это могут быть произвольные расположения, то есть подряд идущие одинаковые цифры могут стоять на 1–2-м месте, 2–3-м, 3–4-м или 4–5-м. На второй вопрос ответ не столь очевиден. Однако учитывая отсутствие категоричной формы «только две одинаковые цифры», нужно рассматривать возможными варианты, когда подряд идущих одинаковых цифр может быть и больше, то есть три, четыре или пять. Причем случай, когда первые три цифры одинаковые, содержит в себе варианты: первая и вторая цифры одинаковые и вторая и третья цифры одинаковые. Аналогично и в остальных вариантах размещения цифр. Очевидно, что элементарных исходов, удовлетворяющих данное событие, много, и, решая задачу напрямую, необходимо учитывать все тонкости размещений и учета их числа. Противоположное событие (задача) будет иметь формулировку: «Сколько существует 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых нет двух одинаковых подряд идущих цифр?». Ясно, что в этом случае каждая цифра числа выбирается из принципа: все цифры (кроме первой) могут быть любыми (в данном случае от 0 до 8), при этом отличными от соседней. Количество таких чисел найти несложно. Для этого находим число возможных вариантов для первой цифры: их 8 (от 1 до 8), по правилу умножения (события должны осуществляться одновременно) домножаем на возможное число различных вариантов цифр, стоящих вторыми: так же 8 (от 0 до 8 кроме цифры, стоящей на первой позиции) и так далее для последующих трех позиций, то есть получаем общее количество пятизначных чисел, отвечающих условию задачи, равное 85. Это решение обратной задачи.

Для решения прямой задачи необходимо найти общее количество всех пятизначных чисел в девятичной системе исчисления, и, вычтя полученное выше число, получим искомое количество. Общее количество чисел находим по принципу решения противоположной задачи с применением правила умножения, что дает $8 \cdot 9^4$. Окончательно получаем $8 \cdot 9^4 - 85$.

Задача 2. Составляются 5-значные числа в девятичной системе счисления. Найти вероятность того, что получено 5-значное число, у

которого некоторые цифры одинаковые.

Для правильного решения данной задачи необходимо глубокое понимание ситуации, описанной условием задачи. Анализ ситуации указывает на необходимость вычисления количества 5-значных чисел, у которых некоторые цифры одинаковые. Заметим, что эта же вычислительная подзадача может быть сформулирована и другими словами: «Сколько существует 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых не все цифры разные?». Последняя формулировка содержит в себе отрицание, что побуждает рассмотреть противоположную задачу, исключив из формулировки частицу «не». Очевидно, что такая задача – более простая по структуре, и ее решение достигается быстрее, чем в прямой задаче. В данном случае решением будет число, равное $8 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5$. Исключив из общего количества чисел неподходящие варианты, получаем решение прямой задачи: $8 \cdot 9^4 - 8 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5$. Вычисление же вероятности события с использованием классического определения вероятности уже не составит труда.

Рассмотренные задачи демонстрируют глубину анализа ее информационной структуры, который необходим при решении задач теории вероятностей. Не каждый носитель русского языка способен к такому анализу. А иностранным студентам с ним справиться просто невозможно.

Вышеизложенное позволяет говорить утверждать, что одной из основных проблем обучения иностранных студентов теории вероятностей является низкий уровень знания русского языка. Ведь самое главное орудие формирования мысли – это язык. Именно посредством языка формируется абстрактное мышление. Мышление подразумевает обмен мыслями. С помощью языка происходит передача информации. Понять друг друга люди могут только в случае, когда они владеют одной и той же культурой речи. Вербальное общение является основой всех аспектов нашей жизни. Когда язык не является родным, человек осуществляет мысленный перевод на свой родной язык, а, сформулировав ответ, переводит обратно на язык, на котором происходит общение. Только в процессе продолжительных тренировок достигается уровень знания языка, когда происходит связь типа «слово–предмет» аналогично родной речи. Однако изучение теории вероятностей происходит на первом или втором курсе вуза, когда языковая практика еще невелика и владение языком для понимания предмета изучения недостаточно.

Таким образом, сложность обучения иностранных студентов теории вероятностей определяется не столько совокупностью субъективных факторов, например, таких как интеллектуальные способности и интересы студента, степень проблемности (сложности) и т.д., но в большей степени лежит в области уровня знания русского языка.

В настоящей статье описываются некоторые приемы в обучения

иностранных студентов теории вероятностей, направленные на формирование умения решать комбинаторные и вероятностные задачи.

В психолого-педагогической, методической литературе выделяется разное количество этапов решения текстовых задач, в том числе: 1) понимание и анализ задачи; 2) поиск пути решения задачи; 3) осуществление решения; 4) формулирование ответа задачи [4].

Для иностранных студентов особо важен этап понимания и анализа решаемой задачи, что предполагает организацию деятельности иностранных студентов, направленную на понимание информационной структуры решаемой задачи, выявление логических связей, отношений, свойств объектов, представленных в задаче и необходимых для обоснования ее решения.

Для понимания и анализа информационной структуры вероятностных задач при обучении иностранных студентов авторами статьи применяются следующие приемы:

1. Правильное прочтение и внимательное слушание условия задачи. Первоначальное ознакомление с содержанием сюжетной задачи начинается с её чтения и слушания. Правильное прочтение всех слов и словосочетаний, интонационное выделение знаков препинания оказывает особое влияние на степень понимания задачи, следовательно, и на эффективность выработки алгоритма её решения. Правильная расстановка логических ударений помогает акцентировать внимание на существенных моментах условия.

2. Визуальное представление (мысленное или материальное) ситуации, описанной в задаче.

Общеизвестно, что эффективным способом передачи информации в процессе обучения является зрительный. Визуализация информации предполагает использование следующих средств: язык (слова в письменном виде); символика (система условных обозначений, принятых в науке и технике); изображение (рисунки, фотографии, схемы и др.). Визуальная организация учебного материала позволит снизить вероятность возникновения трудностей (проблем) освоения иностранными студентами математических дисциплин и ее разделов, в т. ч. теории вероятностей, связанных с уровнем знаний русского языка.

Для иностранного студента письменная форма малознакомого языка более информативна, чем его устная форма. Связь «слово–образ» в таком случае является наиболее выраженной. Краткая запись условия задачи с использованием условной символики позволяет визуализировать и сделать более доступной для понимания информационную структуру данной задачи.

Математика как наука имеет свой формальный язык, который активно используется при обучении. Эмпирический опыт авторов дает уверенность в достаточной эффективности использования формального

языка математики. Авторами статьи совместно со студентами разрабатывается система символов и обозначений, которые используются в процессе обучения теории вероятностей. Практика создания словаря таких символов (не общепринятых в науке) показывает их вариативность: меняются в зависимости от контингента иностранных студентов.

3. Учебные вопросы для уточнения содержания задачи, направленные на понимание ситуации, описанной в задаче, и выбор пути ее решения, а также поиск ответов на них.

Учебные вопросы, направленные на понимание ситуации, описанной в задаче, авторы статьи условно разделили на три типа [3].

К первому типу относятся вопросы, помогающие понять информационную структуру задачи. Результатом работы с ними является понимание того, какие факты нужны для получения решения. Ответы на вопросы первого типа направлены на умения распознавания математических объектов, описанных в задаче, формулирование необходимых для решения определений и пр. Чаще всего вопросы первого типа содержат слова: что, сколько, что называется, какой, как?

Приведем примеры таких вопросов к задаче 1 (Сколько существует 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых есть две одинаковые подряд идущие цифры?).

К вопросам первого типа могут быть отнесены следующие:

- Сколько цифр в девятичной системе счисления?
- Какие значения может принимать первая цифра числа?
- Как записать правило произведения для пяти объектов?
- Запишите примеры 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых есть две одинаковые подряд идущие цифры.

Ко второму типу отнесем те вопросы, ответы на которые предполагают понимание контекста информационной структуры задачи: выделение главного; установление логических связей между понятиями и пр. Этот тип вопросов указывает на уровень понимания, позволяющий студентам обосновывать, объяснять, применять изученные теоретические знания, решать типовые задачи и пр. Обычно такие вопросы начинаются со слов: как можно вычислить; можно ли утверждать; что общего; как преобразовать, чтобы получить; какие действия нужно выполнить; сколько способов решения?

Примерами вопросов второго типа для задачи 1 (Сколько существует 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых есть две одинаковые подряд идущие цифры?) служат: Как можно вычислить количество 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых все цифры разные? Как можно вычислить количество 5-значных чисел, у которых есть две одинаковые подряд идущие цифры, используя правило произведения? Что общего между числами, имеющими две подряд идущие одинаковые цифры, и числами,

имеющими три подряд идущие одинаковые цифры?

Третий тип вопросов связан с уровнем понимания, для которого характерны: умение анализировать описанную ситуацию; способность к применению логических приемов мышления, осознание возможности множества разнообразных, в том числе альтернативных, мысленных «взглядов» на одну и ту же ситуацию и пр. Этот тип вопросов основывается на трансформации имеющихся данных с тем, чтобы выйти за их пределы и увидеть изучаемый объект по-новому. Ответы на вопросы этого уровня понимания отражают умения: выбора способов решения; решать задачи, алгоритмы которых неизвестны, и пр. Такие вопросы часто требуют обобщенного подхода к информации и расширенного ответа. Они содержат слова: как изменится решение, если; можете ли вы считать; как придумать; какой аргумент можно привести против; как вы думаете, зачем; если переформулировать, то каким будет решение; если бы не выполнялось ..., то что бы было?

Примерами вопросов третьего типа для задачи 1 (Сколько существует 5-значных чисел в девятичной системе счисления, у которых есть две одинаковые подряд идущие цифры?) служат: Сформулируйте событие, противоположное тому, что дается в условии задачи? Какой аргумент можно привести против решения прямой задачи?

Использование логических приемов на этапе понимания и анализа информационной структуры задачи вряд ли можно переоценить.

В рамках нашего исследования будем придерживаться позиции Н.А. Подгорецкой и под логическим приемом понимать совокупность действий, направленных на выполнение логической операции или логических законов [1]. К логическим приемам, имеющим практическое значение в обучении иностранных студентов, можно отнести следующие: установление взаимнообратных отношений необходимости и достаточности между понятием и его признаками; определение понятий через род и видовое отличие; выделение основания для классификации и деление на классы по выбранному основанию; построение умозаключений и др. [1].

Достаточное количество вероятностных и комбинаторных задач предполагает более простое решение не прямой, а противоположной задачи. В этой связи для иностранных студентов становится актуальным умение формулирования противоположного события. В рамках статьи остановимся на формировании и использовании логического приема «построение умозаключений». С этой целью из данного приема выделим систему составляющих действий, отношения между ними, что позволило составить общую инструкцию, которая обеспечивает применение приема для правильного решения задач определенного класса. В нем прежде всего выделим следующие умения: действие по

выделению условия А (дано) и требования В (найти) задачи, действие по формулированию противоположного к требованию умозаключения (не В).

Приведем пример работы с информационной структурой задачи 2 с применением логического приема «построение умозаключений». (Составляются 5-значные числа в девятичной системе счисления. Найти вероятность того, что получено 5-значное число, у которого некоторые цифры одинаковые?).

Учебные вопросы к задаче могут быть следующие:

1. В информационной структуре выделите условие (А) и требование (В).

2. Сформулируйте противоположное умозаключение к В по правилу: не В.

3. Какие из предложенных событий являются противоположными к событию «5-значное число, у которого некоторые цифры одинаковые»:

5-значное число, у которого некоторые цифры одинаковые;

5-значное число, у которого цифры одинаковые;

5-значное число, у которого некоторые цифры разные;

5-значное число, у которого не все цифры разные;

5-значное число, у которого все цифры разные.

На основе сложившегося понимания и проведенного анализа условия задачи выбирается соответствующий метод ее решения, подбирается нужный набор формул. Структурирование и визуализация учебного материала помогают студентам разобраться в его многообразии и снизить сложность выбора его соответствующего раздела. Для правильного применения выбранных формул необходимо найти соответствия с данными задачи и обозначениями, используемыми в формулах. Последующее действие предполагает вычисление неизвестных величин с применением выбранных формул и формулировку ответа. Визуализация учебного материала предполагает активное использование в процессе обучения и различных схем, графов, таблиц, диаграмм и пр. С этой целью авторами разработаны информационные схемы по темам ТВ [3]. Пример такой схемы по теме «Повторные испытания. Схема Бернулли» представлен на рисунке ниже.

Анализ учебников, учебных пособий по теории вероятностей показал, что задач, сопровождающихся системой учебных вопросов, направленных на понимание информационной структуры предлагаемой задачи, достаточно мало. Новизна проведенного исследования состоит в совершенствовании методической системы обучения иностранных студентов теории вероятностей на основе использования дидактических возможностей учебных вопросов и визуализации учебного материала.

Исследования проводились в течение 2017–2019 гг. на базе факультета радиотехники и телекоммуникаций СПбГЭТУ «ЛЭТИ» (направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных

средств), а также Института автоматки, телекоммуникаций и информационных технологий ОмГУПС (специальность 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация «Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте»). В исследовании приняли участие 42 иностранных студента 2-го курса.



Схема по теме «Повторные испытания. Схема Бернулли»

Результаты проведенного исследования (наблюдения, беседы со студентами, рецензирования работ) подтвердили эффективность обучения иностранных студентов теории вероятностей с использованием совокупности методов визуализации учебного материала и информационной структуры задачи. Система учебных вопросов способствует пониманию всех деталей сюжета текстовой задачи и проведению анализа путей ее решения, формирует умение самостоятельно ставить учебные вопросы к тексту задачи. Данные методы могут быть использованы при работе не только с иностранными студентами, но и студентами, имеющими слабую математическую подготовку.

Список литературы

1. Смирнова О.Б., Приходько М.А. Логико-ориентированные задачи как форма организации содержания учебного материала в системе обучения математике студентов // Крым. науч. вестн. 2015. № 4. Т. 2: Пед. науки. С. 202–208. URL: <http://krvestnik.ru/pub/2015/09/SmirnovaOB-PrikhodkoMA.pdf> (дата обращения: 17.09.2018).
2. Смирнова О.Б., Стукалова Н.А., Беленкова Ж.Т. Математика в схемах, таблицах и задачах: учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГАУ, 2008. 120 с.
3. Стукалова Н.А., Смирнова О.Б. Формирование логической культуры студентов с помощью системы вопросов // Повышение качества образования; под ред. П.В. Кийко. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. С. 78–89.
4. Шелехова Л.В. Сюжетные задачи по математике: учеб.-метод. пособие. Майкоп: Изд-во АГУ, 2007. 174 с.

Об авторах:

БЕЛЕНКОВА Жанна Тадеушевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Математика» ФГБОУ ВО «Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского» (197198, Санкт-Петербург, ул. Ждановская, 13), e-mail: vka@mail.ru

СМИРНОВА Оксана Борисовна – старший преподаватель кафедры математических и естественно научных дисциплин, ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина» (644008, Омск, Институтская пл., 1), e-mail: oksanasmirnova@mail.ru

БЕЛЕНКОВ Дмитрий Владимирович – аспирант кафедры «Автоматика и системы управления» ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения» (644046, Омск, пр. Маркса, 35), e-mail: belenkov@hotmail.com

ON THE METHODS OF TRAINING FOREIGN STUDENTS OF THE THEORY OF PROBABILITIES

Zh.T.Belenkova¹, O.B.Smirnova², D.V. Belenkov³

¹Military Space Academy named after A.F. Mozhaisky, St. Petersburg

²Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk

³Omsk State Transport University, Omsk

The problem of teaching probability theory to foreign students is discussed. The methods of teaching are considered, aimed at improving the quality of teaching foreign students with an insufficient level of knowledge of the Russian language in solving word problems. It is proposed to use of a set of techniques for visualizing educational material and the information structure of a problem in teaching probability theory; examples of educational questions of various types aimed at understanding the situations described in the problem are given.

Keywords: *theory of probability; word problems; information structure of tasks; information visualization; educational questions; logical tricks.*