

УДК 378.147:51

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО ПОДХОДА КАК МЕТОДОЛОГИИ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗОВ

Краснощеков В.В., Семенова Н.В.

*ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,
Санкт-Петербург, e-mail: victor@imop.spbstu.ru*

На основании анализа источников авторы показывают необходимость формирования вероятностного подхода к научному познанию студентов. Продемонстрированы ограничения для формирования вероятностного подхода при изучении студентами философских дисциплин бакалаврских программ и методологических дисциплин магистерских программ. От преподавателей математики требуется сменить расстановку акцентов при изложении вероятностных и статистических разделов дисциплины «Математика». Преподаватель математики должен разделять идею о важности вероятностного подхода. Следует снизить уровень математического абстрагирования в преподавании теории вероятностей с целью увязывания ее содержания с явлениями окружающего мира. Расширяя возможности построения вероятностных моделей, преподавателю необходимо проводить со студентами анализ адекватности моделей, требовать от студентов проводить такой анализ при самостоятельной работе. При составлении заданий преподаватель должен соотносить их содержание с практической полезностью ожидаемых результатов. Наконец, при проектировании заданий по теории вероятностей следует придерживаться интегрального подхода, расширяя спектр вопросов к одному заданию с целью последующего анализа и истолкования полученных числовых значений вероятностей.

Ключевые слова: системный подход к познанию, вероятностный подход, теория вероятностей, математическая статистика, контроль знаний

FORMATION OF PROBABILISTIC APPROACH AS A METHODOLOGY OF SCIENTIFIC COGNITION OF UNIVERSITY STUDENTS

Krasnoschekov V.V., Semenova N.V.

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, e-mail: victor@imop.spbstu.ru

Based on the analysis of scientific literature, the authors show the need to create sources of probabilistic approach to the scientific knowledge of students. Restrictions on the formation of a probabilistic approach are showcased while undergraduate students learn philosophical disciplines like postgraduate learn methodological disciplines at master's degree programs. Lecturers of mathematics are required to change the balance of emphasis in the exposition of probability and statistical sections of «Mathematics» discipline. Lecturer of Mathematics must share the idea of the importance of the probabilistic approach. It is necessary to reduce the level of mathematical abstraction in teaching probability theory in order to link its content with the surrounding world events. Expanding the possibilities of probabilistic models constructing, the lecturer should carry out analysis of the adequacy of the model together with the students, requiring students to carry out such analysis at the independent work. In drawing up the tasks the lecturer should relate the content to the practical usefulness of the expected results. Finally, in the design tasks on probability theory the lecturer should follow an integrated approach, expanding the range of issues to a single task with a view to opportunities for further analysis and interpretation of the obtained numerical probabilities.

Keywords: systematic approach to knowledge, probabilistic approach, probability theory, mathematical statistics, control of knowledge

Вероятностные и статистические модели явлений и процессов окружающего мира завоевывают все большее и большее место в теоретическом анализе и практических приложениях в различных областях человеческого знания и человеческой деятельности. Они играют главенствующую роль в установлении многих физических, биологических и социальных закономерностей. В ряде современных философских концепций полагается, что «ключ к пониманию вероятности – в новом видении мира, его устройства, эволюции и познания» [10]. От противопоставления детерминистского и вероятностного подходов в описании действительности, или, иначе, жесткой детерминации и вероятностной детерминации, философы приходят к конвергенции

и синтезу этих подходов [11]. «Реальный мир управляется не детерминистическими законами, но и не абсолютной случайностью» [12]. Под жесткой детерминацией понимается однозначность причинно-следственной цепочки, а под вероятностной – ее множественность.

Вероятностный подход рассматривается как составляющая системного подхода Л. фон Бергаланфи [2], понимавшего любой объект как систему, т.е. совокупность взаимодействующих объектов, или сущностей и их отношений. Согласно современным воззрениям, система рассматривается как целостный комплекс взаимосвязанных элементов [1]. Вероятностное начало в системном подходе заключено в положениях о разнотипности связей объектов – элементов систем.

Особо важен вероятностный подход как основа для формирования у школьников и студентов методологии научного познания. Более того, Е.А. Раенко и А.В. Петров утверждают, что «необходимо поставить глобальную задачу перед системой образования: включить в дидактику концептуальный принцип вероятностного подхода, который должен определять в целом содержание современного стиля мышления учащихся, а значит, и вектор развития современной науки» [9]. Исследователи предлагают ввести вероятностный подход в качестве принципа дидактики, поскольку он фундаментален и не может быть заменен другими принципами.

Встает вопрос о том, в ходе освоения какой дисциплины будет осуществляться формирование вероятностного подхода у студентов вуза. С точки зрения системного подхода, это задача преподавателей всех дисциплин, но без общепризнанного введения в дидактику принципа вероятностного подхода решение задачи в такой постановке невозможно. Казалось бы, формирование методологии относится к сфере философии, но большинство философов не изучали теорию вероятности, поэтому студенты смогут получить от них только самые общие представления о вероятностной картине мира.

В качестве примера можно рассмотреть учебное пособие С.И. Некрасова и Н.А. Некрасовой [6], с положениями которого вполне согласны авторы настоящей статьи. Разумеется, в пособии подробно изложены основания для различия детерминистского и вероятностного подхода к научному познанию, проявляющегося в различии детерминистских и вероятностных закономерностей. «В то время как для первых выражаемое законом обстоятельство... обнаруживается без изменения в одном и том же виде в каждом отдельном событии, для вторых закон выступает лишь как господствующая тенденция» [6]. Подобное умозаключение было бы вполне уместно в любом курсе теории вероятностей. Далее кратко излагается история развития теории вероятностей, в основном классической, а затем идет перескок к статистическим методам исследования, в основном к выборочному методу. Для первого знакомства студентов с вероятностным подходом этого, по-видимому, достаточно. Краткий анализ содержания цитированного пособия позволяет сделать два вывода. Во-первых, даже получив начальные понятия о вероятностном подходе, студенты не имеют пред-

ставлений о возможности его применения, не говоря уже о связанных с вероятностным подходом компетенциях. Во-вторых, дисциплина «Философия», изучаемая на 1 или 2 курсе обычно в течение одного семестра, имеет в учебных планах естественных и технических направлений бакалавриата столь незначительную часовую нагрузку, что преподаватели вряд ли имеют возможность уделить вероятностному подходу хоть какое-то время.

Уместно было бы включить вероятностный подход в содержание дисциплины «Методология научного творчества», «Методология научного исследования», «Методология научной деятельности» и т.п., которые входят в программы ряда направлений магистерской подготовки. Однако, анализ соответствующей литературы не дает этому подтверждения. Например, авторы монографии-пособия [7] оперируют некоторыми положениями вероятностного подхода, справедливо считая его сформированным при освоении дисциплины «Философия». В качестве одного из принципов научного познания авторы [7] постулируют принцип детерминизма, трактуя его расширительно с позиций системного подхода, включающего подход вероятностный [7, 66–67]. Большое место как в [7], так и в других пособиях, отражающих содержание соответствующих дисциплин программ магистратуры, например в пособии [8], отводится организации научной деятельности, что соответствует целям дисциплин. Так, в [8] отсылки к вероятностному подходу отсутствуют. Возможно, причина в том, что в отличие от [7] пособие [8] привязано к дисциплине «Методология научных исследований», входящей в магистерскую программу конкретной предметной области.

Таким образом, при изучении дисциплины бакалаврского цикла «Философия» должны закладываться основы вероятностного подхода как методологии научного познания, которые фактически не получают развития в дисциплинах магистерского цикла, связанных с методологией научных исследований. Остается естественный выход – формирование вероятностного подхода как основы научного познания должно осуществляться математиками при освоении студентами вероятностных и статистических разделов дисциплины «Математика». Причем в отличие от философских дисциплин в «Теории вероятностей» это формирование может осуществляться на примерах реализации вероятностного

подхода при анализе явлений и процессов окружающего мира.

Авторы проанализировали содержание ряда классических задачник и современных сборников заданий по теории вероятностей и математической статистике, написанных преподавателями различных вузов России [4]. Многие из них либо замкнуты на формирование логико-комбинаторных умений студентов, либо перегружены задачами, требующими широкого применения средств математического анализа, в частности методов аналитического нахождения сложных интегралов. Например, очень популярны в среде математиков задания на непрерывные распределения, как одномерные, так и многомерные. Авторы пособий изобретают самые фантастические виды плотностей распределения и варьируют их только потому, что это дает возможность проконтролировать умения и навыки аналитического интегрирования, расстановки пределов в двойных интегралах и т.д. Если требуется вычисление моментов, то студентам предлагают найти моменты 5 или 6 порядка для случайных величин, опять-таки не имеющих никакого отношения к реальности. Целью таких заданий является выработка навыков интегрирования по частям.

Некоторые оригинальные типы заданий, используемые математиками, сконструированы так, что ориентируют студентов не на осмысление вероятностной сути явлений, а на применение техники решения различных алгебраических соотношений и систем. Например, предлагается определить такие параметры распределения случайных величин, которые в практических приложениях всегда являются заданными. Это уводит студентов от понимания вероятностных моделей как отражения явлений реального мира, превращая их в некие абстрактные схемы, в которых позволительно жонглировать параметрами. Большинство упомянутых типов заданий одобряются коллегами авторов и пополняют их собственные банки задач. Сборники заданий по математической статистике обычно перегружены вычислительной составляющей. Обилие однообразных вычислений демотивирует студентов и вуалирует связь между вероятностной и статистической картинами мира. Такой подход принят в расчетных заданиях по общей статистике, выполнение которых предполагает обычно использование программных средств для облегчения повторяющихся громоздких вычислений.

Подобная направленность учебных пособий объясняется осознанным или бессознательным негативным отношением части математиков к теории вероятностей как к науке «нестрогой» или даже «несерьезной». Тотальная «нелюбовь» к теории вероятностей доходит до того, что некоторые преподаватели «не успевают» выполнить программу дисциплины «Математика», оставляя для теории вероятностей слишком мало времени, ограничиваясь в ее изложении только теорией случайных событий. Это позволяет таким математикам остаться в рамках изолированной комбинаторики, развивая умения студентов в области математической логики, которые они считают наиболее полезными. Тем не менее никто лучше математиков не сможет способствовать формированию у студентов вуза вероятностного подхода.

Для достижения цели – формирования у студентов вероятностного подхода к научному познанию – следует решить ряд задач:

1. Добиться от преподавателей разделения цели, т.е. поддержки идеи о необходимости формирования у студентов вероятностного подхода.
2. Пересмотреть тематику заданий по теории вероятностей и математической статистики, приблизив ее к интересам студентов.
3. Добиться проведения студентами вероятностного анализа полученных результатов.
4. Добиться понимания студентами возможностей и ограничений вероятностного подхода.
5. Добиться понимания студентами многообразия исходов изучаемых процессов, а также многообразия путей решения проблемных задач.

Для реализации этих задач можно предложить ряд общих рекомендаций.

Во-первых, сам преподаватель должен осознать важность системного подхода в методологии научного познания и вне зависимости от своих пристрастий строить освоение дисциплины студентами так, чтобы они могли ощутить равноправие детерминистского и вероятностного подходов в анализе явлений окружающего мира.

Во-вторых, необходимо снизить уровень математического абстрагирования в преподавании теории вероятностей, поскольку этот раздел математики позволяет непосредственно моделировать даже житейские ситуации. Следует исключить из рассмотрения «шары», абстрактные «детали», «карточки», «карты», «кости» и прочий

антураж, традиционно иллюстрирующий понятия и термины теории вероятностей. Введение задач с тематикой студенческой жизни, сервиса, строительства, деятельности компаний и т.п. способствует не только росту мотивации студентов к освоению теории вероятностей, но и осознанию универсальности вероятностного подхода как части системного [5]. В то же время следует избегать излишней профессионализации тематики задач, к которой студенты второго, а тем более первого курса оказываются не готовы. В особенности это относится к инженерно-техническим направлениям подготовки бакалавров. Задачи с массой технических подробностей не вызывают интереса у студентов, мало знакомых с профессиональной тематикой и терминологией. Более того, не зная сути явления, студенты не смогут далее провести анализ результатов решения задачи.

В-третьих, следует добиваться проведения студентами анализа вероятностных моделей. Завершающим этапом моделирования является оценка адекватности построенной модели. Это означает обязательность выводов, анализа полученных результатов и их согласованности с житейской логикой. Отсутствие такого анализа превращает найденные значения вероятностей в абстрактные числа, не имеющие отношения к реальной жизни. Преподаватель должен делать выводы сам и требовать этого от студентов. Обязательность выводов, завершающих решение задач, является одним из компонентов концепции типовых заданий по теории вероятностей и математической статистике, разработанной авторами [4].

В-четвертых, следует строить изложение, опираясь на моделирование практических задач, показывать область применимости и ограниченность вероятностных моделей. Для этого следует подходить к составлению заданий по теории вероятностей с позиций полезности результата для понимания сути моделируемого явления. Хорошим примером является задание на применение теорем Лапласа. *Известно, что 65% студентов энергетического факультета сдают сессию в срок. На курсе 367 студентов. Какова вероятность того, что 239 студентов сдадут ближайшую сессию в срок?* Малое значение полученной вероятности показывает очевидную бессмысленность вопроса с точки зрения статистики, планирования ресурсов, вузовского управления и т.д. Гораздо уместнее будет вопрос:

какова вероятность, что в срок сессию сдадут от 220 до 270 студентов?

В-пятых, следует использовать интегральный подход к составлению заданий. Под интегральным подходом авторы понимают сосредоточение в одном задании широкого спектра вопросов по заданной тематике. Например, в задании, приведенном выше, рассматривающем перспективы сессии студентов энергетического факультета, не следует ограничиваться одним вопросом. Можно задать также вопросы:

1) *какова вероятность, что в срок сессию сдадут менее 100 студентов;*

2) *какова вероятность, что в срок сессию сдадут более 300 студентов;*

3) *какова вероятность, что в срок сессию сдадут менее 250 студентов;*

4) *какова вероятность, что в срок сессию сдадут более половины студентов?*

Можно и расширять круг вопросов. Главная цель интегрального подхода – получить достаточное количество числового материала для обсуждения и анализа. Современные информационные технологии позволяют визуализировать ответы на кривой Гаусса, что, несомненно, способствует формированию вероятностного подхода у студентов. Побочной целью интегрального подхода в данном случае выступает формирование умений производить операции со значениями функции Лапласа от аргументов различных знаков и различных значений, в частности больших и меньших 5.

Интегральный подход применим практически к любым типам заданий, кроме, частично, задач на формулу полной вероятности. Особенно ярко проявляются преимущества интегрального подхода в задачах на сумму и произведение событий. *Летом 3/4 дней – солнечные. Найдите вероятность того, что среди трех выбранных дней:*

1) *нет солнечных;*

2) *только один солнечный;*

3) *ровно два солнечных;*

4) *все солнечные;*

5) *хотя бы один солнечный;*

6) *хотя бы два солнечных;*

7) *менее двух солнечных;*

8) *только первый – солнечный;*

9) *хотя бы первый солнечный;*

10) *солнечные и пасмурные дни чередуются.*

Получая ответы на все вопросы задания, студенты хорошо усваивают, во-первых, понятие полной группы событий, т.е. получают возможность найти все шансы модели и оценить их вероятность; во-вторых,

вероятностную альтернативу «хотя бы один – ни одного», которая лежит в основе теории надежности; в-третьих, методологию построения вероятностных моделей с точными формулировками компонентов модели, отражающими потребности практики. Этот пример наглядно демонстрирует отличие интегрального подхода к составлению заданий от традиционного. При традиционном подходе студентам предлагают ответить на один, максимум два вопроса, которые обычно вызывают недоумение студентов своей условностью. Кроме того, интегральный подход дает обильный числовой материал для анализа результатов выполнения задания, чего невозможно добиться при традиционном подходе и который составляет суть вероятностного подхода к научному познанию.

Авторами издано учебное пособие по теории вероятностей и математической статистике [3], в котором собрано около 1500 заданий, носящих характер типовых. Задания сгруппированы в 18 разделов – примерно по числу недель в семестре, по 80 заданий в каждом разделе. Пособие является плодом воплощения авторской концепции обучения студентов теории вероятностей и математической статистике [5]. Значительное количество однотипных заданий позволяет использовать материалы пособия для контрольных мероприятий в больших потоках. Пособие имеет гриф Учебно-методического объединения по университетскому политехническому образованию. Задания пособия подобраны так, что позволяют преподавателю реализовывать дидактический принцип вероятностного подхода к научному познанию. В частности, по возможности внедрен интегральный подход к составлению вопросов заданий: студенту предлагается ответить на несколько вопросов одной и той же задачи – от 3 до 6. Пособие получило положительные отзывы преподавателей ряда вузов Санкт-Петербурга. Планируется развитие идей пособия с разделением заданий по трем уровням сложности

с целью расширения охвата студенческой аудитории.

Выводы

Не снижая качества математической подготовки студентов, преподаватели имеют возможность так расставить акценты при изложении вероятностных и статистических разделов дисциплины «Математика», чтобы активизировать познавательную деятельность студентов и способствовать формированию вероятностного подхода к познанию.

Список литературы

1. Блауберг И.В., Садовский В.Н., Юдин Э.Г. Системный подход // Новая философская энциклопедия. – Т. 3. – М.: Мысль, 2010. – С. 559–560.
2. Дорфман Л.Я. Эмпирическая психология: исторические и философские предпосылки. – М.: Смысл, 2003. – 107 с.
3. Краснощеков В.В., Семенова Н.В. Математика. Тестовые задания по теории вероятностей и математической статистике. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – 223 с.
4. Краснощеков В.В., Семенова Н.В. Концепция типовых заданий по теории вероятностей и математической статистике // Актуальные проблемы педагогики и психологии. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2014. – С. 156–158.
5. Краснощеков В.В., Семенова Н.В. О тематическом своеобразии текстовых заданий по теории вероятностей и математической статистике // Современное состояние психологии и педагогики. – Уфа, АЭТЕРНА, 2015. – С. 149–152.
6. Некрасов С.И., Некрасова Н.А. Философия. Пособие по проведению практических занятий по разделу «Теория познания и методология науки». – Ч. 1. Методы научного познания. – М., МГТУ ГА, 2010. – 44 с.
7. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. – М.: Либроком, 2010. – 280 с.
8. Пономарев А.Б., Пикулева Э.А. Методология научных исследований. Пермь, Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 186 с.
9. Раенко Е.А., Петров А.В. Теоретико-методологическое обоснование необходимости введения в дидактику принципа вероятностного подхода // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – № 2 (51). – С. 181–186.
10. Сачков Ю.В. Вероятность – на путях понимания сложности // Философия науки. – Вып. 4. – М.: ИФРАН, 1998. – С. 134–149.
11. Сачков Ю.В. К синтезу парадигм (концепций) жесткой детерминации и вероятностной детерминации // Философия науки. – Вып. 7. – М.: ИФРАН, 2001. – С. 148–175.
12. Ходанович А.И. Классические парадоксы вычислительной физики в современной науке и образовании // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 2–3. – С. 585–588.