УДК 372.8:378

ИННОВАЦИОННАЯ МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ В БОЛЬШИХ ПОТОКАХ

Краснощеков В.В., Семенова Н.В.

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

В статье рассматривается инновационный подход к преподаванию теории вероятностей и математической статистики в вузах. Большие лекционные потоки представляют собой вызов нового времени, поэтому использовать традиционные способы преподавания не представляется возможным. Предлагаемая схема включает три компонента: учебное пособие авторов, методику полекционного контроля и балльно-рейтинговую систему оценки учебной успешности студентов. Авторы сформулировали 7 принципов представляемой методики и раскрыли содержание каждого принципа. Одним из главных является принцип самостоятельности выполнения контрольных заданий. Авторы анализируют возможные варианты списывания, обращая особое внимание на применение студентами информационн-коммуникационных технологий и современных электронных устройств. К другим важным принципам относятся принципы полноты и обновления банка заданий. За каждое выполненное задание студенту начисляется определенное количество баллов. Баллы суммируются к концу семестра, и определяют оценку студента за освоение всего курса. Учебное пособие авторов способствует формированию у студентов вероятностного подхода к научному познанию. Это достигается за счет ряда характеристик пособия. Среди них следует выделить тематическое разнообразие заданий и необходимость комментариев студентов, объясняющих смысл полученных ответов решения заданий и необходимость комментариев студентов, объясняющих смысл полученных ответов решения заданий и

Ключевые слова: теория вероятностей и математическая статистика, полекционный контроль, балльнорейтинговая система, вероятностный подход к научному познанию

INNOVATIVE METHODOLOGY OF TEACHING THE PROBABILITY THEORY IN LARGE ACADEMIC FLOWS

Krasnoshchekov V.V., Semenova N.V.

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

The article deals with the innovative approach to teaching probability theory and mathematical statistics in universities. Large academic flows are a challenge to the new time, so it is not possible to use traditional teaching methods. The proposed scheme includes three components: the author's manual, the method of lecture control and the score-rating system of students' academic success estimation. The authors formulated 7 principles of the presented methodology and disclosed the content of each principle. One of the main is the principle of independent fulfillment of control tasks. The authors analyze possible cheating options, paying special attention to the application of information and communication technologies and modern electronic devices by students. Other important principles include the principles of completeness and updating of the bank of tasks. For each completed assignment, the student gets a certain number of points. Lecturer summarizes points by the end of the semester, and determines the student's assessment for mastering the entire course. The manual of authors contributes to the formation of a probabilistic approach to scientific knowledge among students. This is achieved through a number of characteristics of the manual. Among them it is necessary to highlight the thematic variety of assignments and the need for students' comments explaining the meaning of the answers to the solution of tasks.

Keywords: probability theory and mathematical statistics, lecture control, score-rating system, probabilistic approach to scientific knowledge

Теория вероятностей является одной из самых востребованных математических дисциплин вузовского цикла. Это объясняется широким распространением вероятностных моделей при описании процессов и явлений в самых разных научных областях – от социологии до статистической физики. По запросу «Вероятностные модели» сервис Google выдает 27 400 000 ссылок. Поэтому теория вероятности либо как отдельная дисциплина, либо как раздел математики входит в программы большинства направлений подготовки бакалавров, за исключением, может быть, творческих.

Оптимизация учебного процесса в вузах привела к укрупнению лекционных потоков. Цель исследования: разработать ин-

новационные методы преподавания теории вероятности для сохранения и повышения качества подготовки бакалавров.

Обоснование необходимости внедрения новой методики

Казалось бы, проблемы могут быть решены за счет внедрения дистанционных и смешанных технологий обучения. Однако проблема обеспечения качества дистанционного обучения пока находится в стадии решения, и окончательные выводы делать рано [1; 2]. Например, личный опыт авторов по контролю качества дистанционного освоения дисциплин в рамках модуля мобильности свидетельствует о несовершенстве существующих систем проверки аутентич-

ности обучающихся и исключения плагиата при ответе на контрольные вопросы. Таким образом, полем для инноваций пока остается традиционная схема организации учебного процесса в форме лекций и практических занятий.

Предлагаемая инновационная схема преподавания теории вероятностей в больших потоках состоит из трех компонентов: учебного пособия по теории вероятностей и математической статистике, методики полекционного контроля и балльно-рейтинговой системы оценивания учебной успешности студентов. Основу предлагаемой схемы составляет внедрение новых форм контроля.

Очевидно, что такая традиционная форма контроля, как устный экзамен по теории вероятности, устарела. Действительно, формальное проведение устного экзамена не позволяет адекватно оценить степень сформированности математических компетенций, особенно при наличии технических средств, нелегально используемых студентами. Глубокое, неформальное проведение устного экзамена требует сверхнормативных трудозатрат, и может на законных основаниях оспариваться и преподавателями и студентами.

Разделение математического курса на части и организация коллоквиумов (блочных экзаменов) для контроля освоения материала по частям достаточно долго практиковалась авторами. Эта схема в сочетании с элементами балльно-рейтинговой системы оценивания, которая иногда называется модульно-рейтинговой системой [3], еще 10 лет назад приносила неплохие плоды в форме активизации регулярной учебной деятельности студентов в течение семестра, повышения учебной успешности, абсолютной и качественной успеваемости, что подтверждается и работами других авторов [4]. Однако в связи с совершенствованием информационно-коммуникационной аппаратуры и повышением ее доступности для студентов оценить степень самостоятельности ответа на теоретические вопросы коллоквиума стало затруднительно. Поэтому авторы в последние годы проводили коллоквиумы, предлагая студентам исключительно практические задания, либо практические задания с элементами теории. Главное средство противодействия несанкционированному использованию электронных «помощников» - проектирование нестандартных заданий, отличающихся от представленных в классических задачниках.

Характеристики предлагаемой методики

В качестве альтернативы блочному экзамену авторы предлагают полекцион-

ный контроль как разновидность текущего контроля [5]. Для вероятностных разделов курса высшей математики организация полекционного контроля в сочетании с балльно-рейтинговой системой оценивания представляет несомненное удобство. Основные принципы методики и организации полекционного контроля по теории вероятностей и математической статистике таковы.

1. Принцип четкого темпорального планирования лекционного курса. Лекционный курс должен быть так разделен на темы, чтобы материал одной лекции покрывал только одну, максимум две темы. Полекционный контроль исключает возможность появления таких текстов в лекциях, как «вставка № 1 к примечанию 2 параграфа 8 предыдущей главы». Мы предполагаем, что многие из Вас встречались с подобными пассажами в студенческих конспектах лекций коллег. Поскольку предполагается давать задания по тематике предыдущей лекции, у лектора или его ассистента есть возможность восполнить пробел на практических занятиях перед предстоящим контролем по данной теме. Календарный план лекций с указанием тем контрольных мероприятий должен быть доступен студентам. Можно рассматривать этот принцип в качестве попытки приближения к такой одобренной международной образовательной средой форме методических материалов, как силлабус курса [6].

2. Принцип смещения контрольных заданий по отношению к тексту лекций. Студентам предлагаются к выполнению задания по материалу предыдущей, а не текущей лекции. Это необходимо для разбора образцов заданий самостоятельно и на практическом занятии перед очередным контрольным мероприятием на лекции. Получается как минимум двойное обращение к одной и той же теме в период времени, когда информация еще актуальна и не успела забыться (экспоненциальный участок на кривой забывания Эббингауза [7]). Прилежные студенты могут обращаться к теме 3-4 раза, возможно, с привлечением электронных обучающих ресурсов, перечень которых должен быть им предоставлен. Кроме того, этот принцип стимулирует студентов либо к посещению лекций, либо к самостоятельному освоению материала.

3. Принцип баланса простоты и сложности практических заданий. На выполнение задания студент должен тратить от 10 до 30 минут в зависимости от типа задания. Преподаватель обязан ориентировочно представлять временные затраты студента среднего по потоку уровня подготовки, что дает возможность правильного планирования времени для выполнения заданий на

лекции. В случае слишком простых заданий хорошо подготовленные студенты будут стремиться помочь своим слабоуспевающим товарищам, а те, в свою очередь, скорее всего, смогут дождаться помощи в аудитории или извне. В случае слишком сложных заданий лишь единицы смогут выполнить их, а большинство, столкнувшись с непреодолимым барьером, рискуют потерять мотивацию к изучению дисциплины вообще. Кроме того, любой преподаватель, самостоятельно составлявший контрольные задания, понимает, что трудозатраты на генерирование заданий повышенной сложности весьма значительны. Наилучшим выходом для обеспечения баланса простоты и сложности является уровневая дифференциация заданий по признаку сложности выполнения. Имея банк в виде сотни однотипных заданий, преподаватель сможет обеспечить уровень их сложности, соответствующей математической подготовке студентов потока в среднем.

4. Принцип самостоятельности выполнения заданий. Следует декларировать этот принцип уже на первой лекции, хотя его реализация представляет наибольшие трудности для преподавателя. В то же время самостоятельность является одним из ценных личностных качеств, поэтому преподавателю необходимо активно помогать студентам в развитии этого качества [8]. Следует разрешить студентам пользоваться учебниками, конспектами, калькуляторами, а ограничить общение с товарищами и пользование мобильной связью. Возможны 3 вида несамостоятельного выполнения заданий: решение с помощью друзей (в аудитории и через интернет), нахождение готового решения в интернете, решение посредством онлайн калькуляторов, которые не следует путать с обычными калькуляторами, и других электронных и сетевых помощников. Таким образом, интернет является основным источником несамостоятельного выполнения заданий. Если общение с товарищами в аудитории поддается минимизации, то справиться с электронными гаджетами в условиях поточной лекции сложно. В то же время индустрия коммуникативных гаджетов и соответствующего программного обеспечения интенсивно развивается. Велики предложения онлайн-калькуляторов, в том числе бесплатных, а также приложений для мобильных устройств наподобие Photomat, позволяющих получать решение за доли секунды после фотографирования задания. И конечно, нельзя не отметить венец триумфа искусственного интеллекта сегодняшнего дня - сетевую вопросно-ответную систему Wolfram Alpha [9]. К счастью,

опыт работы показывает, что наиболее слабые студенты оказываются операционально неграмотными даже во взаимодействии с онлайн-калькуляторами и ждут только несанкционированной помощи со стороны. Бороться же с изощренными коммуникативными гаджетами весьма затруднительно. Если же студент смог самостоятельно выполнить задание с помощью Wolfram Alpha и т.п., возможно, он и заслуживает оценки «удовлетворительно», поскольку демонстрирует не только навыки списывания, но и владение информационно-коммуникативными технологиями, пусть даже и не одобренными академической средой. Теория вероятностей в этом отношении находится в несколько лучшем положении в силу текстового характера многих заданий, хотя уровень развития поисковых систем дает возможность опознать желаемый фрагмент текста за доли секунды. Оригинальные задания по теории вероятности также не могут быть полностью решены с помощью электронных помощников, приложений для мобильных устройств и т.п. Тем не менее по возможности следует ограничить использование студентами мобильной связи.

5. Принцип обновляемости заданий. Даже самые оригинальные задания преподавателей-новаторов со временем вместе с решениями окажутся в интернете. Нечего и говорить про задания популярных учебников, а также вузовских методичек, использующихся преподавателями из года в год в одних и тех же потоках. Решения задач из этих учебников активно продаются в интернете, например, на сайте Kontromat.ru. Выполнение принципа обновляемости диктует необходимость смены банка заданий не реже, чем 1 раз в 5 лет. Преподавателям, использующим традиционные учебники, следует хотя бы менять числовые параметры, что, несомненно, поставит в тупик наиболее слабых студентов.

6. Принцип полноты банка заданий. Банк заданий каждого типа должен быть большим, в идеале — на 30% превышать число студентов в потоке, иначе не избежать помощи сильных студентов слабым, поскольку распространение информации о полученных заданиях происходит в аудитории молниеносно. Если студенты после второй-третьей лекции убедятся, что все задания разные, это сначала вызовет их негодование, поскольку в школе контрольные обычно различаются по принципу «первая колонка — вторая колонка». Затем попытки поиска одинаковых заданий постепенно сойдут на нет.

7. Принцип запрета на повторное выполнение заданий. Этот принцип наряду

с принципом самостоятельности является одним из наиболее сложных для реализации. Суть принципа состоит в том, что все задания одного типа выполняются только один раз в отведенном для этого на определенной лекции временном интервале. Многие студенты склонны к пропускам занятий, поэтому продекларировать этот принцип следует на первой лекции. После трехчетырех лекций студенты убеждаются, что преподаватель серьезно относится к контрольным работам, своевременно их проверяет, ведет накопление баллов. Это побуждает их более ответственно подходить к вопросам посещения лекций. Если студент пропустил контрольное мероприятие по уважительной причине, подтвержденной деканатом, то преподавателю следует уменьшить итоговые рубежные баллы для этого студента, чтобы он оставался в равных условиях с остальными.

Обсуждение результатов внедрения новой методики

Вести полекционный контроль можно на основании учебного пособия авторов [10]. В пособии собрано около 1500 заданий по 18 разделам теории вероятностей и математической статистики. На практике в зависимости от направления подготовки студентов некоторые типы заданий можно опускать. В пособии приведены решения образцов заданий каждого типа, поэтому его можно рекомендовать для самостоятельной работы студентов.

Вариант балльно-рейтинговой системы, применяемый авторами, включает принципы и схему оценивания успехов студентов, а также критерии оценивания заданий всех типов [11]. За полностью правильное выполнение задания студент получает от 10 до 30 баллов в зависимости от типа задания. З балла для 10-балльного задания означает, что студент сдал пустой листок, либо представленное решение полностью не соответствовало выданному заданию. Все оценки суммируются, студенты могут видеть нарастание своих баллов после каждой лекции. В конце семестра преподаватель объявляет рубежные баллы для итоговых оценок. Студенты, согласные со своей оценкой, получают возможность не сдавать экзамен. Студенты, не согласные с итоговой оценкой, или не получившие достаточного количества баллов для оценки «удовлетворительно», сдают экзамен в период сессии. При проведении экзамена студенты не имеют права пользоваться вспомогательными материалами и устройствами, кроме вероятностных и статистических таблиц и простейших калькуляторов, что является

хорошим средством мотивации при полекционном контроле.

Одной из главных характеристик учебного пособия авторов, используемого для реализации полекционного контроля, является его направленность на формирование у студентов вероятностного подхода к научному познанию. Вероятностный подход рассматривается как один из компонентов системного подхода Л. фон Берталанфи [12], подчеркивающий различный характер связей между элементами системы. Вероятностный подход дополняет детерминистский [13], на котором основано преподавание большинства дисциплин в программах общего образования [14].

Основные способы внедрения вероятностного подхода как методологии научного познания при решении заданий по теории вероятностей и математической статистике [15]:

- обязательное сопровождение полученного результата аргументированным выводом, поиск соответствия результата соображениям житейской логики;
- введение множественных вопросов в текст заданий;
- расширение тематического разнообразия практических заданий;
- исключение заданий со сложными математическими расчетами;
- демонстрация приоритета интервальных оценок над точечными.

Выводы по результатам решения необходимы для прояснения вероятностного смысла процессов и явлений, который в будущем поможет студентам строить жизненные стратегии. Множественные вопросы и, соответственно, сравнение множественных ответов дает студентам материал для выводов, который невозможно получить при традиционном подходе, когда студент дает ответ только на один практически сомнительный вопрос. Тематическое разнообразие заданий, во-первых, повышает мотивацию студентов, во-вторых, демонстрирует студентам универсальность и ограничения вероятностного подхода. Принципиальной характеристикой пособия является отсутствие заданий, требующих громоздких вычислений. Сложные комбинаторные схемы, вычисление большого количества интегралов отвлекают студентов от вероятностного смысла заданий, концентрируя их внимание на технике вычислений, которые в профессиональной деятельности явно будут возложены исключительно на компьютер. Наконец, важно продемонстрировать студентам важность интервальных оценок по сравнению с точечными, которые менее информативны, а во многих практических случаях вообще лишены смысла. В целом владение вероятностным подходом можно отнести к важным универсальным компетенциям.

Выводы

Предлагаемая инновационная методика преподавания теории вероятности позволяет организовать полекционный контроль в больших потоках. Комбинация с балльнорейтинговой системой дает возможность повысить качество подготовки бакалавров и способствовать формированию вероятностного подхода к познанию.

Список литературы

- 1. Киян И.В. Оценка качества педагогических технологий в системе дистанционного обучения // Успехи современного естествознания. 2012. \mathbb{N} 2. С. 76–84.
- 2. Дмитриева Е.Н., Курицына Г.В. Содержание оценки качества дистанционного обучения в вузе // Современные проблемы науки и образования. -2015. -№ 6. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=23913 (дата обращения: 20.06.2018).
- 3. Хуснетдинов Г.Р., Карпов Е.Н., Перов А.В. Модульно-рейтинговая система контроля знаний // Вестник Казанского юридического института МВД России. 2014. № 4 (18). С. 89–94.
- 4. Рождественская Е.А. Экзамен по высшей математике в условиях модульно-рейтинговой системы // Концепт. -2013. -№01. -ART 13003. URL: http://e-koncept. ru/2013/13003.htm (дата обращения: 21.06.2018).
- 5. Буйновский А.С., Медведева М.К., Молоков П.Б., Стась Н.Ф. Системный контроль как средство обучения и воспитания студентов. Ч. 1. Входной, текущий, тематический контроль // Известия Томского политехнического

- института. Инжиниринг георесурсов. 2007. Т. 310, № 3. С. 217–222.
- 6. Altman H.B., Cashin W.E. Writing a Syllabus// Kansas State University, 1992, September. IDEA Paper № 27. URL: http://honolulu.hawaii.edu/intcanet/committees/FacDevCom/guidebk/teachtip/writesyl.html (accessed 23.06.2018).
- 7. Метешкин А.А., Шевченко В.А., Шарыгин М.Н. Апробация формулы для вычисления времени забывания студентами учебного материала // Автомобильный транспорт. 2010. Вып. 26. С. 126–128.
- 8. Ефанова Л.Д. Самостоятельная работа и самостоятельность студентов в вузе // Концепт. 2016. 15.
- 9. Биддл П. Искусственный интеллект позволяет студентам легко списывать // Silamedia. URL: http://sila.media/wolfram/ (дата обращения: 23.06.2018).
- 10. Краснощеков В.В., Семенова Н.В. Математика. Тестовые задания по теории вероятностей и математической статистике. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. 223 с.
- 11. Краснощеков В.В., Семенова Н.В. Балльно-рейтинговая система оценки успехов студентов по дисциплине «Теория вероятностей и математическая статистика»// Инновационное будущее психологии и педагогики. Уфа: Аэтерна, 2014. С. 16—19.
- 12. Дорфман Л.Я. Эмпирическая психология: исторические и философские предпосылки. М.: Смысл, 2003. 107 с.
- 13. Сачков Ю.В. К синтезу парадигм (концепций) жесткой детерминации и вероятностной детерминации // Философия науки. Вып. 7. М., ИФРАН, 2001. С. 148–175.
- 14. 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.
- 15. Краснощеков В.В., Семенова Н.В. Формирование вероятностного подхода как методологии научного познания студентов вузов // Современные наукоемкие технологии. 2016. N2 9–3. C. 515–519.