КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 14204 УДК 378.147
Васильева Т. В., Елисеенко И. Л. Построение методики обучения математической статистике студентов гуманитарных и технических направлений // Концепт. – 2014. – № 08 (август). – ART 14204. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14204.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Васильева Татьяна Владимировна,
кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток
vasileva.tv@dvfu.ru

Елисеенко Ирина Леонидовна,
кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебры, геометрии и анализа ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток
ilelis@bk.ru

Построение методики обучения математической статистике студентов гуманитарных и технических направлений

Аннотация. *В статье рассмотрены подходы к построению методики обучения математической статистике студентов гуманитарных и технических направлений с целью развития умения решать профессиональные задачи с использованием адекватного математического аппарата.*
Ключевые слова: *выборочный метод, статистические оценки параметров распределений, проверка гипотез, дисперсионный анализ, регрессионный анализ.*
Раздел: *(01) педагогика; история педагогики и образования; теория и методика обучения и воспитания (по предметным областям).*

Выпускник, освоивший образовательную программу бакалавра или магистра/специалиста, должен обладать общепрофессиональными расчетными компетенциями, связанными с умением решать профессиональные задачи с использованием адекватного математического аппарата. Математика позволяет перейти от чисто качественного изучения явлений к нахождению их количественных закономерностей. Преподавателю необходимо показать математику в действии, раскрывать её неограниченные возможности познания окружающего мира и решения задач практики.

В настоящее время для большинства направлений практической деятельности характерен статистический подход. В естественных науках статистические концепции стали господствующими. Закономерности экономики только в среднем могут считаться детерминистическими. При детальных исследованиях оказывается, что они носят типично случайный характер. Вот почему за последние десятилетия во все области естествознания, технические дисциплины, экономику, вопросы организации производства проникли методы теории вероятностей и математической статистики [1; 2]. Поэтому математику и присущий ей стиль мышления следует рассматривать как необходимый элемент общей культуры современного человека, даже если он не работает в технической или естественнонаучной областях.

Сущность требований к профессиональной компетенции сводится к расширению знаний, умений и навыков, необходимых непосредственно для повышения производительности труда, в сфере жизнедеятельности в целом. Только оптимальное сочетание профессионализма и универсализма обеспечит специалисту конкурентоспособность на рынке труда.

К сожалению, отношение студентов к математике, особенно на гуманитарных специальностях, становится все более потребительским. Они нацелены на «полезные знания», приносящие немедленную экономическую выгоду. Фундаментальные знания представляют интерес для немногих, все в меньшей степени сохраняя свою

Васильева Т. В., Елисеенко И. Л. Построение методики обучения математической статистике студентов гуманитарных и технических направлений // Концепт. – 2014. – № 08 (август). – ART 14204. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14204.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

привлекательность для студентов. Современные работодатели не нуждаются в выпускниках университетов, обладающих фундаментальными знаниями. Им требуется другое: способность динамично перенастраиваться на разные виды деятельности в условиях глобального рынка, владение некоторыми базовыми умениями. Для большинства студентов университетское образование является всего лишь эпизодом в их жизни параллельно с другими, не менее важными эпизодами: работой, личной жизнью. Современные студенты хотят, чтобы предметы усваивались легко, чтобы университетская жизнь была необременительной и праздничной.

Учебный процесс в настоящее время подразумевает доступность и легкую усвояемость сложных вопросов, игровые методы преподавания. Исключение студента из вуза чрезвычайное обстоятельство. От администраторов программ и преподавателей требуется бесконфликтность в отношениях со студентами. Любые проблематичные ситуации, возникающие в учебном процессе, заведомо будут разрешаться в пользу студентов, так как приходится считаться с демографическим уменьшением потенциальных студентов. Качество образовательных услуг поддерживается на высоком уровне за счет динамичности учебного процесса и наличия многообразных форм получения знания. От преподавателей требуется умение перенастраивать свое преподавание, находить контакт с любой аудиторией вне зависимости от уровня её подготовки.

За последние годы резко ухудшилась математическая подготовка школьников, поэтому ряды студентов пополняют все более слабо подготовленные абитуриенты, что вынуждает преподавателей ежегодно перестраивать учебный процесс, ликвидировать белые пятна в знаниях студентов. Это приходится делать в условиях малого количества часов, отводимых на математику, так как в высшей школе все меньше становится часов аудиторного обучения и все больше часов отводится на самостоятельную работу студентов.

Лекция как аудиторная форма обучения является самой неэффективной среди других форм обучения студентов. В современной высшей школе все виды аудиторной практической работы во все большей мере приобретают характер учебно-исследовательской деятельности. Такие занятия не только осуществляют практическую отработку изучаемого материала, но и развивают творческую инициативу студентов, активизируют их познавательную деятельность, формируют устойчивые профессиональные интересы.

Студентам необходимо давать задачи, несколько превышающие уровень их интеллектуального развития на данном этапе. Для решения таких задач, как правило, требуется помощь преподавателя. При этом помощь необходимо оказывать студентам с различным уровнем развития разную: обучаемым с высоким уровнем развития следует помогать минимально, со средним уровнем развития – несколько больше, а с низким уровнем развития – максимально. Самостоятельность как одно из важнейших качеств личности следует развивать, выдавая студентам достаточно сложные задачи для самостоятельной работы по обработке и интерпретации реальных данных.

К современным основным тенденциям развития математического образования можно отнести сближение науки и учебного предмета математики, усиление прикладной направленности в курсе математики, модернизацию форм и методов обучения. Навыки мыслительной деятельности, возникающие при решении задач, необходимы для любой профессии. Эффективное обучение всегда идет от известного к неизвестному, от простого к сложному, от конкретного к абстрактному. Это законы правильного, понятного обучения. Они всеобщи, им подчиняется восприятие и ребенка, и взрослого, и специалиста. Главным педагогическим принципом наших классиков был прин-

цип понимания. Большую долю старых учебников составляли неформальные, образные разъяснения. В современных учебниках этого нет. Экспериментально установлено, что половина студентов пользуется только конспектами. Среди причин – неумение студентов работать с книгой.

Преподавание математики должно быть постепенным и подробным, идти через простое, элементарное к сложному, составному. Законами обучения являются единство теории и практики, абстрактного и конкретного, логики и интуиции, рационального и эмоционального, мысли и действия – это законы познания.

Проблема преподавания математики и математической статистики в частности состоит в определении меры строгости. Эта мера должна быть различной для разных условий обучения, так как для разных специальностей ставятся разные цели обучения математике, для них дается различное количество часов, у студентов – разный уровень подготовки и способности. Авторам статьи часто предлагают вести математическую статистику сразу на нескольких специальностях отдельным курсом или в рамках курса «Прикладная математика» («Землеустройство и кадастры», «Социология», «Зарубежное регионоведение», «Физическая культура», «Адаптивная физическая культура», «Прикладная механика», «Фундаментальная и прикладная лингвистика», «Психология», «Приборостроение», и другие). Следовательно, нужны курсы с разным теоретическим уровнем изложения. На любом уровне необходимо излагать материал адекватно современным научным представлениям, соблюдая принцип научности, при этом изложение должно быть понятным. Это достигается подкреплением всех основных понятий и определений численными примерами на числовом материале, соответствующем будущей профессиональной деятельности студентов. Например, при изучении тем «Выборочный метод» и «Статистические оценки параметров распределений» на направлениях, связанных с физической культурой [3], приводятся результаты в тройном прыжке спринтеров с места первого разряда и мастеров спорта (табл. 1).

Таблица 1

Результаты в тройном прыжке с места (в см)

920	905	863	892	870	911	921	891
890	889	887	932	930	900	840	928
917	924	915	850	943	903	891	890
930	932	891	898	910	920	910	895

Далее выполняется группировка данных, строится интервальный ряд распределения. Вариационный ряд представляется графически в виде гистограмм частот и относительных частот, полигонов частот и относительных частот. Вычисляются показатели средних (мода, медиана и среднее арифметическое), показатели вариации (дисперсия, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации), выполняется проверка на нормальность распределения приведенных данных, и для вычисления среднего арифметического строится доверительный интервал с надежностью $p = 0{,}68$; $p = 0{,}954$; $p = 0{,}997$. Делается анализ полученных результатов.

При изучении темы «Проверка статистических гипотез» осуществляется сравнение выборочной средней со средней генеральной совокупности, сравнение двух дисперсий генеральных совокупностей, сравнение двух средних нормальных генеральных совокупностей по независимым и по связанным выборкам также на примерах спортивного содержания. Например, две группы юных баскетболистов в течение года тренировались по разным программам. Исследуется эффективность ведения мяча по прямой на отрезке 20 м на время. Результаты выполнения упражнения (в сек) следующие (см. табл. 2).

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 14204 УДК 378.147
Васильева Т. В., Елисеенко И. Л. Построение методики обучения математической статистике студентов гуманитарных и технических направлений // Концепт. – 2014. – № 08 (август). – ART 14204. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14204.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Таблица 2

Результаты выполнения упражнения (в сек)

Контрольная группа	11,9	12,4	9,5	10,3	12,7	14,9
	13,2	12,8	11,7	12,2	12,0	14,0
Экспериментальная группа	10,2	11,1	12,0	12,9	13,6	9,6
	11,3	12,4	14,0	10,5	11,7	11,9

Можно ли утверждать, что вторая программа, по которой занималась экспериментальная группа, более эффективна, чем первая?

Что касается социологии, то вся математизация социологической науки развивалась по пути заимствования ею математического аппарата из других областей знания. Наиболее активно внедрялись методы математической статистики и теории вероятностей [4; 5]. Социологи, внедряя статистические методы, делают прорыв вперед, к более развитому этапу состояния социологической науки. Социология характеризуется номинальностью подавляющего большинства переменных, которые используются в социологических исследованиях (по различным оценкам, 90–97%). Поэтому для неё важны анализ таблиц сопряженности, умение вычислять различные меры связи признаков: коэффициента ассоциации (если признак обладает альтернативной вариацией), тетрахорического коэффициента, коэффициента контингенции (сопряженности) для таблиц размерности $m \times n$. Активно используется критерий «хи-квадрат» для проверки гипотезы о связи между признаками. Так как критерий «хи-квадрат» величину связи никак не оценивает, то для её оценки используют коэффициенты, построенные на его основе: коэффициент Пирсона, коэффициент Крамера, коэффициент Чупрова. Студенты всё это должны осознать и научиться использовать для своей профессиональной работы в будущем.

Студентам всех гуманитарных специальностей важно научиться применять коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла, которые позволяют вычислить силу связи между двумя качественными признаками. Необходимо не только их вычислить, но и проверить значимость. В социологии коэффициент ранговой корреляции выявляет либо величину взаимосвязи установок, мнений, характеристик двух сравниваемых групп респондентов при их ответах на один и тот же вопрос, либо близость распределения ответов одних и тех же групп респондентов на смежные по содержанию вопросы, позиции которых являются показателями ранговой шкалы. Применение коэффициента ранговой корреляции используют также для сравнения данных анкетного опроса и данных контент анализа при изучении эффективности рекламной либо политико-агитационной деятельности средств массовой коммуникации. Например, необходимо рассчитать и проверить значимость коэффициента ранговой корреляции ответов двух групп респондентов на вопрос об использовании ими различных источников информации. Ответы ранжируем следующим образом: максимальное число обращающихся к тому или иному источнику информации обозначим 1, менее значимое – 2 и т. д. до 8 по мере убывания числа обращающихся (см. табл. 3).

Со студентами направления «Землеустройство и кадастры» необходимо тщательно изучить регрессионный анализ, так как позже в курсе «Экономико-математические методы моделирования» они будут использовать модели регрессионного анализа. Следует обратить их внимание на нелинейные модели по переменным и по параметрам, показать, какими преобразованиями можно свести нелинейные модели к линейным.

Студентам направления «Психология» необходимо дать однофакторный дисперсионный анализ с одинаковым и неодинаковым числом испытаний на различных условиях, чтобы они могли проверять гипотезы о равенстве групповых средних [6].

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 14204 УДК 378.147
Васильева Т. В., Елисеенко И. Л. Построение методики обучения математической статистике студентов гуманитарных и технических направлений // Концепт. – 2014. – № 08 (август). – ART 14204. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14204.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.

Таблица 3

Распределение ответов респондентов на вопрос об использовании ими различных источников информации

Источник информации	*Данные по 1-й группе, %*	*Ранги ответов по 1-й группе*	*Данные по 2-й группе, %*	*Ранги ответов по 2-й группе*
Интернет	98,1	1	93,2	1
Телепередачи	96,3	2	85,1	3
Радиопередачи	70,1	5	76,2	4
Сообщения газет	80,2	3	85,3	2
Общение с коллегами	47,3	7	62,8	5
Общение с друзьями	58,2	6	42,5	7
Общение с родственниками	30,1	8	40,7	8
Посещение митингов и собраний	75,0	4	58,9	6

Они в дальнейшем будут изучать специальный курс «Математические методы в психологии», но основы знаний математической статистики им необходимо заложить на втором курсе, чтобы использовать их при выполнении курсовых и выпускных работ, осознанно применять в своей дальнейшей профессиональной деятельности.

Для формирования профессиональных компетенций специалистов технических направлений обучения необходимо умение решать задачи математической статистики, такие как нахождение оценок вероятностных и числовых характеристик генеральной совокупности, построение доверительных интервалов для среднего значения и среднего квадратического отклонения генеральной совокупности, проверка статистических гипотез.

Например, известны результаты измерений 200 изделий [7] (табл. 4).

Таблица 4

Отклонения контролируемого размера изделия от номинала (в мм)

X_i	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2	2,3
n_i	6	9	26	25	30	26	21	24	20	8	5

где X_i – отклонение размера от номинала, n_i – количество изделий, имеющих отклонение X_i. Требуется найти точечные оценки среднего значения отклонения контролируемого размера от номинала и среднее квадратическое отклонение X_i, проверить гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности.

В теории интервального оценивания рассматриваются следующие задачи. По данным выборки продолжительности горения электроламп найти доверительный интервал с заданной надежностью для средней продолжительности горения лампы. Найти минимальный объем выборки, при котором с заданной надежностью будет достигнута заданная точность оценки среднего значения генеральной совокупности. По результатам измерений физической величины найти точность прибора с заданной надежностью.

Для проверки надежной работы приборов или станков проверяется ряд статистических гипотез. Например, даны результаты измерений контролируемого размера изделий, отобранных с двух станков-автоматов. Можно ли считать, что станки обладают одинаковой точностью? Здесь проверяется гипотеза о равенстве дисперсий двух генеральных совокупностей. При решении задачи проверки по результатам измерений контролируемого размера, обеспечивает ли станок заданную точность, используется гипотеза о равенстве среднего квадратического отклонения генеральной совокупности заданному числу. Проверкой гипотезы о равенстве двух средних генеральных совокупностей решается задача об установлении, значимо или незначимо отличаются

результаты измерений одних и тех же величин двумя приборами. При исследовании, удовлетворяет ли контролируемый размер изделий проектному размеру, проверяется гипотеза о равенстве математического ожидания генеральной совокупности определенному значению. Критерий Кочрена при сравнении нескольких дисперсий используется при решении, например, следующей задачи.

Проверяется устойчивость (отсутствие разладки) работы станка по величине контролируемого размера изделий. С этой целью каждые 30 минут отбирали пробу из 20 изделий, всего взяли 15 проб. В итоге измерения отобранных изделий были вычислены исправленные дисперсии (табл. 5).

Таблица 5

Исправленные дисперсии измерений контролируемого размера

Номер пробы	*Исправленная дисперсия*	*Номер пробы*	*Исправленная дисперсия*	*Номер пробы*	*Исправленная дисперсия*
1	0,082	6	0,109	11	0,112
2	0,094	7	0,121	12	0,109
3	0,162	8	0,094	13	0,110
4	0,143	9	0,156	14	0,156
5	0,121	10	0,110	15	0,164

Можно ли считать, что станок работает устойчиво?

Полученные на лекциях знания студенты закрепляют на практических занятиях, решая задачи с использованием реальных данных по своей будущей профессии.

Необходимо так построить процесс обучения, чтобы каждый студент был вынужден систематически заниматься. Студентам выдаются индивидуальные домашние задания по каждой изучаемой теме, при этом используются реальные данные из будущей профессии. Студенты могут сами подбирать данные или взять их у преподавателя. Проводятся также контрольные зачетные работы. В процессе решения задач математической статистики на реальных данных студенты демонстрируют владение профессиональной терминологией, приобретают умение анализировать характерные для своей будущей профессиональной деятельности ситуации.

При построении методики обучения математической статистике студентов разных направлений принимается последовательное проведение принципа подкрепления всех лекций численными примерами из будущей профессии, использование профессиональных данных на практических занятиях, обязательное выполнение индивидуальных домашних заданий по всем темам и контрольных зачетных работ. Необходимо заострять внимание студентов каждой специальности на тех темах, которые будут активно использоваться в их профессиональной деятельности.

Ссылки на источники

1. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2008 – 479 с.
2. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб. пособие для вузов. – М.: Высш. шк., 2004. – 400 с.
3. Елисеенко Э. Р. Методы математической статистики: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2010. – 43 с.
4. Тавокин Е. П. Основы методики социологического исследования: учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М., 2012. – 238 с.
5. Горшков М. К., Шереги Ф. Э. Прикладная социология. Методология и методы: учеб. пособие. – М.: Альфа-М; ИНФРА-М, 2011. – 414 с.
6. Сидоренко Е. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: Речь, 2007. – 349 с.
7. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике.

КОНЦЕПТ
научно-методический электронный журнал
ART 14204 УДК 378.147
Васильева Т. В., Елисеенко И. Л. Построение методики обучения математической статистике студентов гуманитарных и технических направлений // Концепт. – 2014. – № 08 (август). – ART 14204. – 0,4 п. л. – URL: http://e-koncept.ru/2014/14204.htm. – Гос. рег. Эл № ФС 77-49965. – ISSN 2304-120X.
ISSN 2304-120X

Tatyana Vasilyeva,
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the chair of applied mathematics, mechanics, controls and software, Far Eastern Federal University, Vladivostok
vasileva.tv@dvfu.ru
Irina Eliseenko,
Candidate of Physico-mathematical Sciences, Associate Professor at the chair of algebra, geometry and analysis, Far Eastern Federal University, Vladivostok
ilelis@bk.ru

Construction methods of teaching mathematical statistics to students of the humanities and technical majors

Abstract. The authors describe the approaches to the construction of teaching methods of mathematical statistics to students of the humanities and technical majors with the aim of developing skills of solving professional tasks using adequate mathematical apparatus.

Key words: sampling method, statistical estimation of distribution parameters, hypothesis testing, analysis of variance, regression analysis.

References

1. Gmurman, V.E. (2008) *Teorija verojatnostej i matematicheskaja statistika: ucheb. posobie dlja vuzov*, Vyssh. shk., Moscow, 479 p. (in Russian).
2. Gmurman, V.E. (2004) *Rukovodstvo k resheniju zadach po teorii verojatnostej i matematicheskoj statistike: ucheb. posobie dlja vuzov*, Vyssh. shk., Moscow, 400 p. (in Russian).
3. Eliseenko, Je.R. (2010) *Metody matematicheskoj statistiki: ucheb. posobie*, Izd-vo DVGU, Vladivostok, 43 p. (in Russian).
4. Tavokin, E.P. (2012) Osnovy metodiki sociologicheskogo issledovanija: ucheb. posobie, INFRA-M., Moscow, 238 p. (in Russian).
5. Gorshkov, M.K. & Sheregi, F.Je. (2011) *Prikladnaja sociologija. Metodologija i metody: ucheb. posobie*, Al'fa-M; INFRA-M, Moscow, 414 p. (in Russian).
6. Sidorenko, E. (2007) Metody matematicheskoj obrabotki v psihologii, Rech', St. Petersburg, 349 p. (in Russian).
7. Gmurman, V.E. (2004) *Rukovodstvo k resheniju zadach po teorii verojatnostej i matematicheskoj statistike: ucheb. posobie dlja vuzov*.

Рекомендовано к публикации:
Горевым П. М., кандидатом педагогических наук, главным редактором журнала «Концепт»