

---

---

## ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКЕ

ГОРБАЧУК ВАСИЛИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

### INNOVATIVE FORMS OF ORGANIZING THE LEARNING PROCESS IN MATHEMATICAL STATISTICS

GORBACHUK VASILY ALEXANDROVICH

***ABSTRACT:** The article examines the use of innovative forms of organization of the educational process, as well as the most effective ways to integrate new information tools and technology training.*

***KEYWORDS:** forms of organization of the educational process, information and communication technologies, mathematical statistics.*

Информатизация общества требует на рынке труда специалистов, подготовленных по новейшим технологиям на основе совершенствования системы высшего образования, направленного на повышение ее качества и конкурентоспособности. Выпускники современных университетов должны быть готовы обслуживать мощные интеграционные процессы, которые уже доминируют в экономической, гуманитарной сферах, в промышленности, бизнесе и т.д. Сущность этих процессов заключается в кардинальной структурной перестройке общественных отношений. Возникает потребность в специалистах, готовых к эффективному труду и способных находить общий язык с менеджерами, бизнесменами, конструкторами, технологами, бухгалтерами, экономистами, юристами, математиками, программистами и т.д. Практика свидетельствует, что качественную подготовку специалистов в высших учебных заведениях (ВУЗ) можно обеспечить лишь при условии внедрения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в учебный процесс. Использование ИКТ должно стать нормой не только в процессе подготовки специалистов по ИКТ, но и во время подготовки других специалистов технического, экономического, гуманитарного профилей [5].

Вместе с тем эффективность и результативность самого учебного процесса зависит от многих компонентов методической системы обучения, от целей и содержания учебного материала, методов, средств и форм организации учебного процесса. При этом ни один из компонентов не может рассматриваться отдельно, поскольку достичь наилучшего результата можно только создав целостную методическую систему обучения и оптимального управления всеми ее составляющими [3].

В современной методической литературе для реализации содержания учебной работы, дидактических задач и методов обучения, традиционно под формой организации учебного процесса понимают способ организации, построения и проведения учебных занятий. Согласно Закону Украины «О высшем образовании» учебный процесс в университете осуществляется в таких формах: учебные занятия, самостоятельная работа, практическая подготовка, контрольные мероприятия. Основными видами учебных занятий являются: лекция, лабораторное, практическое, семинарское, индивидуальное занятие, консультация. Высшим учебным заведением могут быть установлены другие виды учебных занятий [1].

Учитывая современные требования к высшему образованию на сегодня, очевидно, нужно отойти от классических методов проведения традиционных учебных занятий и как

можно эффективнее объединить их с использованием ИКТ. Вопросы использования ИКТ в учебном процессе, а также проблемы контроля, оценки и диагностики знаний с помощью информационно-коммуникационных технологий в своих трудах разрабатывали много зарубежных и отечественных ученых, в частности А. Борк, Б Хантер, П. Клайн, К. Ингенкамп, Ю.И. Иванов, В.Д. Циделко, И.Е. Булах, М.И. Жалдак, М.И. Пак и др. Разработкой автоматизированных систем обучения и проверки знаний в разные времена занимались В.П. Андрущенко, В.И. Васильев, С.А. Раков, А.И. Ляшенко, М.Б. Чельшкова и др. Инструментарий для проверки знаний в системе дистанционного образования рассматривали в своих работах В. М. Кухаренко, Н. В. Морзе, Е. С. Полат, Н.Ф. Ефремова и другие.

В данной работе рассматриваются пути внедрения ИКТ в учебный процесс на примере изучения математической статистики студентами экономических специальностей педагогических вузов в рамках дисциплины «Теория вероятностей и математическая статистика». Стоит отметить, что применение информационных технологий значительно облегчает процесс обучения математической статистики. Благодаря мощным средствам информационно-компьютерной техники выполнение сложных математико-статистических исследований становится доступным широкому кругу педагогических работников и студентов. Нет необходимости заучивать сложные формулы, нужно только сформировать у студентов понимание сущности известных методов статистического анализа, условий их применения, возможных ограничений, технологий предварительной подготовки статистических данных для анализа и т.д. [2].

Однако, формирование этого понимания требует от преподавателя постоянного и методически правильного применения различных информационных технологий на протяжении всего процесса обучения математической статистики. То есть не только для помощи в расчетах на практических или лабораторно-практических занятиях, но и для большей наглядности или проблемности обучения во время проведения лекций. А это, в свою очередь, требует использования инновационных форм проведения лекций. Такими лекциями могут быть:

– *проблемная лекция*. Начинается с постановки проблемы, которую в процессе изложения материала необходимо решить. Готовой схемы из практики прошлого опыта нет. Проблемная лекция - это апробация многовариантных подходов, которые активизируют личный поиск студентов как исследовательскую деятельность. В группах с высоким уровнем познавательной деятельности преподаватель может сначала сам ставить проблему и демонстрировать возможные пути ее решения. В дальнейшем лектор создает проблемную ситуацию и побуждает студентов к поиску ее решения. Проблемная лекция активизирует студентов, способствует эффективному усвоению информации;

– *лекция-провокация*. Направлена для развития у студентов умения выступать в роли экспертов, оппонентов, рецензентов, вычленять недостоверную или неточную информацию. Студент становится активным участником учебного процесса;

– *бинарная лекция*. В такой лекции учебный материал подается в виде диалогического общения двух преподавателей между собой. Обсуждаются проблемы с разных позиций двумя специалистами, например, теоретиком и практиком, сторонником или противником той или иной точки зрения;

– *лекция-конференция*. Проводится по схеме научных конференций. Доклады студентов готовятся как логически законченные тексты, являющиеся результатом их самостоятельной работы. Преподаватель руководит подготовкой таких докладов и обобщает материал темы. Такие лекции значительно повышают роль самоподготовки;

– лекция - «пресс-конференция». Объявляется тема лекции и дается задание студентам в течение 2-3 минут подать в письменной форме вопросы, которые их наиболее интересуют. Лекция строится посредством раскрытия учебной темы, в процессе рассмотрения которого даются ответы на поставленные вопросы. В конце лекции преподаватель дает итоговую оценку вопросов как уровня знаний студентов;

– лекция-диалог (лекция беседа). Организовывается в форме диалога преподавателя с аудиторией. Такая лекция позволяет направлять внимание студентов на наиболее важные вопросы темы, учитывать их уровень. Вопросы лекции могут быть информационного и проблемного характера. Лекции такого типа комплексные: подача материала, его закрепление, применение, повторение и контроль;

– мини-лекция. Обычно проводится преподавателем в начале любого вида аудиторных занятий (семинарского, практического или лабораторного), в течении около десяти минут, по одному из важных вопросов темы;

– видео лекция. Способствует развитию наглядно-познавательного мышления. Лектор подбирает видео материалы по изучаемой теме. Студентам дается целевая установка на что обратить внимание в процессе просмотра видео материалов для дальнейшего ответа на вопросы;

– лекция-визуализация. Обеспечивается преобразование устной информации в визуальную форму техническими средствами обучения. Лектор использует такие формы наглядности, как слайды, пленки, планшеты, чертежи, рисунки, схемы и т.д. Информация кодируется в виде определенных символов, знаков, а дальше преподаватель комментирует их функциональные и системные взаимосвязи;

– лекция-экскурсия. Нетрадиционный вид лекции, которая проводится не в аудитории, а предполагает выезд в научно-исследовательский институт, лабораторию, на выставку, в музей и т.д.. Сама обстановка становится своеобразной наглядностью, которую невозможно воспроизвести в условиях учебного заведения;

– лекция с применением техники обратной связи (интерактивная лекция). Такая лекция предполагает активный диалог с аудиторией. Это способствует лучшему усвоению знаний благодаря высокой умственной активности студентов. После изложения определенного содержательного блока или проблемы студентам ставят контрольные вопросы, на которые они отвечают с помощью специального оборудования на рабочих местах. Преподаватель задает вопрос и называет 2-3 ответа, один из которых правильный. Если более 80% студентов дают правильный ответ, то подводится итог и переходят к следующему вопросу. Если правильный ответ дают только 50% и меньше студентов, то целесообразно вернуться к повторению предыдущего материала. Далее рассматриваются следующие контрольные вопросы и подводится итог правильных ответов[4].

Итак существует много видов лекций, отличных от традиционных, в которых можно и нужно использовать информационно-коммуникационные технологии. Однако, при подготовке полноценной лекции с использованием ИКТ все равно нужно придерживаться дидактических принципов отбора и изложения материала присущих классическим лекциям: научность; доступность излагаемого материала; преемственность; историчность лекции; связь теории с практикой [6].

Что касается обучения студентов математической статистике, то вышеупомянутые формы лекционных занятий должны также широко использоваться.

В Таблице 1 представлены формы организации учебного процесса, которые целесообразно использовать в изучении тем математической статистики с целью формирования соответствующих современным требованиям глубоких знаний, умений, практических навыков и компетентностей.

Таблица 1.

Формы организации учебного процесса по математической статистике с использованием ИКТ

Название темы	Умения, навыки и компетентности	Формы организации учебного процесса (с использованием ИКТ)
Тема 1. Введение в математическую статистику.	Уметь: делать статистический анализ выборок: строить вариационный ряд, выполнять графический анализ; находить эмпирическую функцию распределения; оценивать параметры распределения по выборке: смещенные, несмещенные оценки, точечные и интервальные оценки.	Лекция (с элементами визуализации и интерактивности), практическое занятие (с элементами использования ИКТ для упрощения расчетов), самостоятельная (индивидуальная) работа.
Тема 2. Статистические критерии и статистические гипотезы.	Уметь: находить критические значения и критические точки основных распределений (нормальное распределение, распределения Фишера, Стьюдента, Пирсона, «хи-квадрат» и т.д.); использовать эти критерии для проверки статистических гипотез; определять характеристики случайных величин на основе экспериментальных данных и выборок.	Лекция (с элементами визуализации и интерактивности, лекция-конференция), лабораторно-практическое занятие, самостоятельная (индивидуальная) работа, контроль в форме тестирования
Тема 3. Регрессионный и корреляционный анализ	Уметь: определять тренды типа (линейные, логарифмические, показательные, степенные); оценивать параметры линейного уравнения регрессии в т.ч. многофакторного; определять коэффициент корреляции; тестировать регрессию: применять Т-критерий и F-критерий;	Лекция (интерактивная лекция, лекция-визуализация, видео лекция и т.д.), лабораторно-практическое занятие, самостоятельная (индивидуальная) работа, контроль в форме тестирования

	определять доверительные интервалы; определять корреляционную матрицу для многомерных неупорядоченных выборок.	
Тема 4. Факторный, дисперсионный и кластерный анализ.	Уметь: классифицировать (разбиение на классы по определенному критерию) большие неоднородные выборки.	Лекция (с элементами визуализации и интерактивности), лабораторно-практическое занятие, самостоятельная (индивидуальная) работа
Тема 5. Непараметрическая статистика, непараметрические критерии	Уметь: находить критические значения и критические точки основных непараметрических распределений (Вилкоксона, Манна-Уитни, углового преобразования Фишера и т.д.); использовать эти критерии для проверки статистических гипотез.	Лекция (с элементами визуализации, лекция-конференция), практическое занятие (с элементами ИКТ для облегчения расчетов, построения графиков, нахождения критических значений), контроль в форме тестирования

Итак из приведенной таблицы видно, что ИКТ могут использоваться для любых форм учебных занятий в процессе организации учебного процесса.

Ниже приводится пример использования инновационного типа лекции в процессе обучения математической статистики. В данном случае автором предлагается проведение своеобразной лекции-конференции в паре с лекцией-визуализацией. В качестве темы лекции выбрана «Проверка статистических гипотез». Академическая студенческая группа разбивается на 7 подгрупп. Каждая из них получает задание на проверку одной из семи базовых статистических гипотез. Эти задания выносятся на самостоятельную проработку. Студенты, для облегчения расчетов, при подготовке ответов используют учебные или профессиональные программные средства (например, MS Excel, Statistica, SPSS и т.д.) и представляют их в виде презентации доказанной или опровергнутой гипотезы. Другие студенты слушают доклад, проверяют проведенные расчеты, задают вопросы докладчикам в отношении данного типа статистической гипотезы.

Рассмотрим конкретные примеры таких заданий и вариант ответа на одно из них.

*Сравнение двух дисперсий нормальных генеральных совокупностей.*

Двумя методами проведены измерения одной и той же физической величины. Получены следующие результаты: а) в первом случае  $x_1 = 9,6$ ;  $x_2 = 10,0$ ;  $x_3 = 9,8$ ;  $x_4 = 10,2$ ;  $x_5 = 10,6$ ; б) во втором случае  $y_1 = 10,4$ ;  $y_2 = 9,7$ ;  $y_3 = 10,0$ ;  $y_4 = 10,3$ . Можно ли считать, что оба метода обеспечивают одинаковую точность измерений, если принять уровень значимости  $\alpha = 0,1$ ? Предполагается, что результаты измерений распределены нормально и выборки независимы.

*Сравнение исправленной выборочной дисперсии с гипотетической генеральной дисперсией нормальной совокупности.*

Точность работы установки проверяется по дисперсии контролируемого веса изделий, которая не должна превышать  $\sigma_0^2 = 0,1$ . Взята проба из 25 случайно отобранных изделий, причем получены следующие результаты измерений:

контролируемый вес изделий	$x_i$	34,8	34,9	35,0	35,1	35,3
частота (число изделий)	$n_i$	2	3	4	6	5

Требуется при уровне значимости 0,05 проверить, обеспечивает ли установка требуемую точность.

*Сравнение двух средних генеральных совокупностей, дисперсии которых известны (большие независимые выборки).*

По двум независимым выборкам, объемы которых  $n = 40$  и  $m = 50$ , извлеченным из нормальных генеральных совокупностей, найдены выборочные средние:  $\bar{x} = 130$  и  $\bar{y} = 140$ . Генеральные дисперсии известны:  $D(X) = 80$ ,  $D(Y) = 100$ . Требуется при уровне значимости 0,01 проверить нулевую гипотезу  $H_0: M(X) = M(Y)$  при конкурирующей гипотезе  $H_1: M(X) \neq M(Y)$ .

*Сравнение двух средних нормальных генеральных совокупностей, дисперсии которых неизвестны и одинаковы (малые независимые выборки).*

Из двух партий изделий, изготовленных на двух предприятиях с одинаковым оборудованием, извлечены малые выборки, объемы которых  $n = 10$  и  $m = 12$ . Получены следующие результаты:

контролируемый вес изделий первого предприятия	$x_i$	3,4	3,5	3,7	3,9
частота (число изделий)	$n_i$	2	3	4	1
контролируемый вес изделий второго предприятия	$y_i$	3,2	3,4	3,6	
частота (число изделий)	$m_i$	2	2	8	

Требуется при уровне значимости 0,02 проверить гипотезу  $H_0: M(X) = M(Y)$  о равенстве среднего веса изделий при конкурирующей гипотезе  $H_1: M(X) \neq M(Y)$ . Предполагается, что случайные величины  $X$  и  $Y$  распределены нормально.

*Сравнение выборочной средней с гипотетической генеральной средней нормальной совокупности (при известной дисперсии генеральной совокупности)*

По выборке объема  $n = 100$ , извлеченной из нормальной генеральной совокупности с известным средним квадратическим отклонением  $\sigma = 5,2$ , найдена выборочная средняя  $\bar{x} = 27,56$ . При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  требуется: 1) найти критическую область, если проверяется нулевая гипотеза  $H_0: a = a_0$  о равенстве генеральной средней  $a$  гипотетическому значению  $a_0$  при конкурирующей гипотезе  $H_1: a > a_0$ ; 2) найти функцию мощности рассматриваемого критерия, приняв в качестве аргумента гипотетическое значение генеральной средней  $a = a_0$  ( $a > a_0$ ); 3) убедиться, что увеличение объема выборки влечет увеличение мощности критерия; 4) убедиться, что увеличение уровня значимости влечет увеличение мощности критерия.

*Сравнение выборочной средней с гипотетической генеральной средней нормальной совокупности (при неизвестной дисперсии генеральной совокупности)*

Проектный контролируемый вес изделий, изготавливаемый предприятием,  $a = a_0 = 35$  кг. Измерения 20 случайно отобранных изделий дали следующие результаты:

контролируемый вес изделий	$x_i$	34,8	34,9	35,0	35,1	35,3
частота (число изделий)	$n_i$	2	3	4	6	5

Требуется при уровне значимости 0,05 проверить нулевую гипотезу  $H_0: a = a_0 = 35$  При конкурирующей гипотезе  $H_1: a \neq 35$ .

*Сравнение двух средних нормальных генеральных совокупностей с неизвестными дисперсиями (зависимые выборки)*

Двумя весами в одном и том же порядке взвешены шесть изделий и получены следующие результаты взвешивания (в граммах): а) в первом случае  $x_1 = 2$ ;  $x_2 = 3$ ;  $x_3 = 5$ ;  $x_4 = 6$ ;  $x_5 = 8$ ;  $x_6 = 10$ ; б) во втором случае  $y_1 = 10$ ;  $y_2 = 3$ ;  $y_3 = 6$ ;  $y_4 = 1$ ;  $y_5 = 7$ ;  $y_6 = 4$ . При уровне значимости 0,05 установить, значимо или незначимо различаются результаты взвешивания, в предположении, что они распределены нормально.

Предлагаем возможное решение задания по *Сравнению двух дисперсий нормальных генеральных совокупностей*.

*Решение.* Будем судить о точности методов по величинам дисперсий. Таким образом, нулевая гипотеза имеет вид  $H_0: D(X) = D(Y)$ . В качестве конкурирующей примем гипотезу  $H_1: D(X) \neq D(Y)$ .

Найдем выборочные дисперсии. Для упрощения вычислений воспользуемся MS Excel или любым другим профессиональным или педагогическим программным средством.

Найдем исправленные выборочные дисперсии:

$$s_{u_i}^2 = \frac{\sum u_i^2 - \frac{(\sum u_i)^2}{n_1}}{n_1 - 1} = 0,148;$$

$$s_{v_i}^2 = \frac{\sum v_i^2 - \frac{(\sum v_i)^2}{n_2}}{n_2 - 1} = 0,1.$$

Сравним дисперсии (найдем наблюдаемое значение критерия). Найдем отношение большей исправленной дисперсии к меньшей:

По условию конкурирующая гипотеза имеет вид  $D(X) \neq D(Y)$ , поэтому критическая область двусторонняя и в соответствии с правилом (согласно которому при конкурирующей гипотезе вида  $H_1: D(X) \neq D(Y)$  критическую точку ищут по уровню значимости вдвое меньшему заданного ( $\alpha/2$ ) и числу степеней свободы  $k_1$  и  $k_2$  ( $k_1$  — число степеней свободы большей дисперсии)) при отыскании критической точки стоит брать уровень значимости вдвое меньше заданного.

По уровню значимости  $\alpha/2 = 0,1/2 = 0,05$  и числам степеней свободы  $k_1 = n_1 - 1 = 5 - 1 = 4$  и  $k_2 = n_2 - 1 = 4 - 1 = 3$  находим критическую точку  $F_{кр}(0,05;4;3) = 9,12$  (при помощи MS Excel или любого другого профессионального или педагогического программного средства).

Так как  $F_{набл} < F_{кр}$  — нет оснований отвергнуть нулевую гипотезу о равенстве генеральных дисперсий. Другими словами, исправленные дисперсии различаются незначимо и, следовательно, оба метода обеспечивают одинаковую точность измерений.

В заключение отметим, что, по нашему мнению, сочетание инновационных форм организации учебного процесса с использованием информационных средств обучения является максимально эффективным для решения ряда важных дидактических проблем: повышение мотивации и заинтересованности студентов, повышение эффективности обучения, что обусловлено не только увеличением количества учебного материала и учебных задач, которые могут быть усвоены студентами за отведенное время, но и обогащением содержания учебного материала, реализацией межпредметных и внутриспредметных связей, возможностью осуществлять прикладную и профессиональную направленность обучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Закон України «Про вищу освіту».

2. Білоусова Л.І., Колгатін О.Г., Колгатіна Л.С. Статистична обробка даних з використанням табличного процесора Excel. – Харків: Консум, 2002. – 36 с.
3. Горбачук В.О. Лабораторно-практичне заняття з математичної статистики
4. Караван Ю.В., Саницька А.А., Ташак М.С. Нетрадиційні форми лекцій у вищій школі. Режим доступу: <http://nauka.zinet.info/15/karavan.php>
5. Козлакова Г.О., Ковалюк Т.В. Впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчальний процес вищої школи: аналіз стану, проблеми, перспективи. Режим доступу: [http://novyn.kpi.ua/2009-3-2/07\\_Kozlakova.pdf](http://novyn.kpi.ua/2009-3-2/07_Kozlakova.pdf)
6. Мороз О.Г., Падалка О.С., Юрченко В.І. Викладач вищої школи: психолого-педагогічні основи підготовки / За заг. ред. О.Г. Мороза, – К.:НПУ, 2006, –206 с.