

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОВЕРКИ ГИПОТЕЗ

*А. Е. Филиченко, ФММП БНТУ, г. Минск*

*Резюме – в статье рассматриваются математические методы для принятия решений в условиях, когда неизвестно распределение, параметры распределения и имеются выборки небольших объемов.*

*Ключевые слова: анализ данных, исследования, непараметрические критерии.*

**Введение.** Экономика как наука предполагает результат, который получают при повторении некоторого события в одинаковых условиях. Для этого существуют экономические законы, и они объясняются теорией. Например, можно сравнить инфляцию в разных странах похожими параметрами и сделать общие выводы. Но при этом можно обнаружить, что в каждой стране своя особенность наступления этого события или своя специфика. Для того, чтобы при проведении исследования можно было бы опираться на закон, надо знать, что его повторяемость высокая, не меньше 200 раз. [1]

Основанием для принятия решений, формулировки выводов по результатам наблюдений является анализ данных. При исследовании социально-экономических процессов – это работа с выборками, которые получают в результате проведения эксперимента. Их представляют в виде таблиц и графиков и обрабатывают с помощью математических методов.

**Основная часть.** Методы анализа данных предполагают знание основ теории вероятностей, в частности понятия случайных величин и законов их распределения. С помощью методов анализа можно проводить исследование связи между случайными величинами и установления этой связи с помощью корреляции, находить точечные и интервальные оценки выборочных данных, выдвигать гипотезы и принимать или опровергать их. Построение регрессионных моделей помогают делать качественные прогнозы. Умение создавать и сравнивать группы данных позволяет найти различия между ними и определить, случайны они или нет, для чего существуют основные алгоритмы. Методы анализа помогают также анализировать тренды об изменении продаж или количества пользователей сервиса.

Чтобы сделать общие выводы по проведенному исследованию, можно использовать статистику. Если необходимо полное исследование, сравнить или сопоставить события по различным параметрам, найти отклонения, исследовать внутренние данные компании или обратиться к внешним источникам, отслеживать важные социальные и культурные тренды, то следует использовать анализ данных [2].

Важным является умение интерпретировать полученные выводы для принятия решений в бизнесе. Это может быть оценка перспектив нового проекта или внедрения нового продукта.

Анализ данных содержит следующие этапы: формулировка цели исследования, сбор данных, их формализация и визуализация, выбор методов анализа и модели данных, обработка, анализ результатов и принятие решений.

Вывод, который делают из результатов анализа, может быть недостоверным. Это может быть связано с нерепрезентативной выборкой, отсутствием связи в выборке, случайным получением результата. Поэтому требуется построить гипотезу о статистической достоверности, то есть гипотезу о наличии связи между наблюдаемыми случайными величинами.

Для проверки гипотез существуют различные статистические критерии, которые соответствуют целям исследования и особенностям выборки. Как правило, это параметрические критерии для распределения данных, близких к нормальному. Например, критерий Стьюдента, где случайная величина распределена нормально, известно среднее значение и среднее квадратическое отклонение может быть найдено по выборке. Если о параметрах распределения и самом распределении ничего неизвестно, что часто бывает при решении новой задачи, то используют непараметрические критерии.

Непараметрические критерии позволяют обрабатывать данные выборок небольшого объема, что невозможно при применении параметрических, не основываются на оценке параметров и существуют для зависимых и независимых выборок. Они обладают меньшей мощностью по сравнению с аналогичными параметрическими критериями, использующими дополнительную информацию о наблюдаемых случайных величинах. Поэтому, если имеется достоверная дополнительная информация, то предпочтительнее использовать критерий, учитывающий эту информацию.

Непараметрические критерии основаны на рангах, порядке и эмпирических функциях распределения. Их достаточно много, но для них существуют классификация по виду изменения данных, объекту сопоставления, количеству замеров и групп. В частности, в категории «объект сопоставлений» существуют непараметрические критерии для одних и тех же показателей, объектов исследования, измеренных в разных ситуациях, до и после воздействия, при наличии или отсутствии контрольных данных [3].

Один из непараметрических - это критерий Вилкоксона, который используют для сопоставления показателей, полученных для одной и той же выборки испытуемых, но в разных условиях. Он используется для зависимых выборок или к одной и той же в двух разных условиях и позволяет установить направление изменений и их выраженность. Его можно применять для выборок объема от 5 до 50. [4]

Рассмотрим его применение на примере математических успехов студентов одной группы до и после дистанционного обучения. *Digitalnatives* жалуются, что не могут запомнить информацию изучаемого курса, но прекрасно запоминают, где ее можно найти. Дистанционное обучение в большой степени предоставляет

возможность найти ответ в интернете. Использование технологий и мультимедиа: презентации и яркие картинки нравятся цифровому поколению больше, чем классические книги и пособия. Поэтому выдвинем гипотезу о том, что дистанционное обучение способствовала возрастанию успехов у студентов. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Оценка математических успехов студентов одной группы до и после дистанционного обучения

Номер студента в списке группы	Экзаменационная оценка от 1 до 10 баллов		Разность ( $V_{\text{после}} - V_{\text{до}}$ )	Абсолютное значение разности	Ранговый номер разности
	очное обучение ( $V_{\text{до}}$ )	дистанционное обучение ( $V_{\text{после}}$ )			
1	4	4	0	0	3
2	4	4	0	0	3
3	6	7	1	1	10,5
4	7	6	-1	1	10,5
5	5	4	-1	1	10,5
6	8	9	1	1	10,5
7	5	4	-1	1	10,5
8	7	6	-1	1	10,5
9	6	4	-2	2	17,5
10	5	4	-1	1	10,5
11	7	6	-1	1	10,5
12	1	4	3	3	20
13	7	9	2	2	17,5
14	4	4	0	0	3
15	6	4	-2	2	17,5
16	5	4	-1	1	10,5
17	6	4	-2	2	17,5
18	5	4	-1	1	10,5
19	4	4	0	0	3
20	4	4	0	0	3

Сейчас мы не можем сформулировать статистическую гипотезу, соответствующую первоначальному предположению. Предполагалось, что дистанционное обучение будет увеличивать оценки, а данные показывают, что лишь в 4 случаях из 20 этот показатель действительно увеличился. Значит, можно сформулировать лишь гипотезу, предполагающую несущественность сдвига этого показателя в сторону снижения. Сформулируем гипотезы.

$H_0$ : Интенсивность сдвигов в сторону уменьшения оценок после дистанционного обучения не превосходит интенсивности сдвигов в сторону увеличения.

$H_1$ : Интенсивность сдвигов в сторону уменьшения оценок после дистанционного обучения превышает интенсивность сдвигов в сторону увеличения.

Проранжируем сдвиги. Сумма рангов соответствует расчету (1):

$$\sum rang = \frac{n(n+1)}{2} = \frac{20 \cdot (20+1)}{2} = 210.$$

Нетипичным сдвигом будет сдвиг в более редком встречающемся направлении, в данном случае – положительном. В таблице 1 эти сдвиги выделены. Сумма их рангов является эмпирическим значением критерия Вилкоксона (2):

$$T_{эм} = \sum R_{rang} = 10,5 + 10,5 + 20 + 17,5 = 58,5.$$

По таблице «Критические значения критерия Вилкоксона для уровней статистической значимости  $p \leq 0,05$  и  $p \leq 0,01$ » для  $n=20$  находим:  $T_{крит}(p = 0,01) = 43$ ,  $T_{крит}(p = 0,05) = 60$ .

Полученное эмпирическое значение находится в зоне неопределенности (рис.1). Поэтому гипотеза  $H_0$  отвергается. Интенсивность сдвигов в сторону уменьшения оценок после дистанционного обучения превышает интенсивность сдвигов в сторону увеличения.

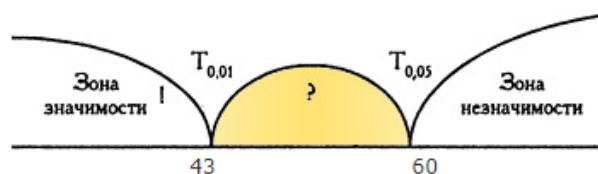


Рисунок 1 - Ось значимости

Источник: разработка автора

Из примера можно сделать вывод о том, что не стоит быть зависимым от внешних систем, от интернета и владеть только общими для всех массовыми навыками, а понимать их и уметь с помощью статистических процедур создавать модели процессов.

**Заключение.** В экономике не всегда участники рациональны и все знают наперед. Анализ данных собирает, обрабатывает и интерпретирует собранные данные. Это помогает принимать решение в бизнесе и, возможно, с привлечением специалистов из разных областей: психологии, социологии, экономики.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пути развития экономической науки. А.Савватеев. ПостНаука. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://postnauka.ru/video/154886/> - Дата доступа: 27.02.2021.

2. Чем занимаются аналитики данных. Академия Яндекса [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://academy.yandex.ru/posts/chem-zanimayutsya-analitiki-dannykh-i-kak-nachat-rabotat-v-etoj-oblasti/> - Дата доступа: 27.02.2021.

3. Непараметрические критерии. Интеллектуальный Портал Знаний statistica.ru [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://statistica.ru/theory/parametricheskie-kriterii/> - Дата доступа: 28.02.2021.

4. Сидоренко, Е. В. Методы математической обработки в психологии. — СПб.: ООО «Речь», 2000. — 350 с.

5. Филиченко, А.Е. Экономико-математические методы и модели: учебное пособие / под общей редакцией А.М. Темичева – Минск: ФУАинформ, 2015.

УДК 338.48

### ЦИФРОВИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ОЦЕНКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

*доктор экон. наук Г. А. Хацкевич, Институт бизнеса БГУ г. Минск, канд. экон. наук Н. Г. Забродская, ИЭФ БГУИР, г. Минск*

*Резюме – рассмотрены перспективы цифровизации, инновационного пути для белорусской экономики знаний. Предложены меры, необходимые для развития инновационной деятельности, включая поддержку бизнес образования, создание малых инновационных предприятий, авторскую методику оценки интеллектуальной собственности для стимулирования ее внедрения.*

*Ключевые слова: цифровизация, инновации, бизнес-образование, экономика знаний, нематериальные активы.*

**Введение.** В Стратегии развития информатизации в Республике Беларусь на 2016-2022 гг., утвержденной на заседании Президиума Совета Министров от 03.11.2015 г. № 26; Декрете Президента Республики Беларусь № 8 «О развитии цифровой экономики» от 21.12.2017 г, инновационное развитие страны предусматривает совершенствование бизнес образования, создание инновационных рыночных систем и организаций для ускорения внедрения передовых разработок, повышающих эффективность производственной и коммерческой деятельности [3]. Пандемия коронавируса потребовала от высшей школы срочного решения следующих задач: создание условий для обучения в очном и дистанционном формате; необходимость цифровизации учебных дисциплин и создания видеотеки; организация личных кабинетов преподавателей на сайте вуза, проблемы оплаты труда при свободном графике работы и утверждение расценок за электронные продукты с учетом прав авторов на интеллектуальную собственность. Можно констатировать недостаточность правительственных мер для достижения планируемых показателей подъема науки, образования, производства и улучшения условий жизни и труда населения, так как время освоение предприятиями Республики Беларусь современных технологий, структурно сложных образцов новой техники сопоставимо с периодом их морального старения. В промышленно развитых странах научно-технические проблемы народнохозяйственного значения решаются при проведении единой государственной политики, координации исследований в рамках государственных научно-технических программ, привлечения венчурных фондов и частного бизнеса. Широкое распространение получают новые формы финансирования инноваций с использованием информационно-коммуникационных технологий, цифровизации, исключающие банковских посредников, позволяющие сразу выявить коммерческую привлекательность проектов: краудфандинг, оффшоринг, венчурные фонды [4].

**Основная часть.** Важнейшими показателями экономического и интеллектуального развития страны является ее активность в области патентной и лицензионной деятельности. Мировыми лидерами по количеству заявок на патенты и полезные модели в 2019 г. являлись США, Китай, Япония, Германия и Республика Корея. На долю крупнейших китайских компаний Huawei (1-е место) и ZTE (2-е место) приходится наибольшее число поданных заявок [1]. В странах СНГ наилучшие показатели по количеству патентов у России (7 место), Украина на 23-м месте, Беларусь на 38-м, Казахстан на 42-м [1]. В Беларуси прослеживается устойчивая тенденция сокращения количества поданных заявок, по сравнению с 2012 г. их число сократилось более чем в 3,5 раза (2012 г. - 1871 заявок). Причина создавшегося положения – уменьшение средств, направляемых на научные исследования. В СССР 2-3 процента ВВП приходилось на развитие науки и НИОКР, как и в развитых странах мира. В Республике Беларусь он сократился с 2,1% в ВВП в 1990 г. до 0,7 - 0,9% в последние годы. Принятое законоположение о принадлежности результатов исследований организации, если оно было выполнено в рамках запланированных работ, привело в регистрации авторами патентов за границей. Реальный эффект от внедрения инноваций можно получить за счет амортизации после постановки на бухгалтерский учёт