Научная статья
Original article
УДК 3054
DOI 10.55186/26584964_2022_5_6_27

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

FEATURES OF THE STUDY OF MATHEMATICAL STATISTICS

Олейникова Ярослава Игоревна, преподаватель кафедры общенаучных дисциплин, Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева, Россия, г.Санкт-Петербург

Горбунова Анна Андреевна, преподаватель кафедры общенаучных дисциплин, Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева, Россия, г.Санкт-Петербург

Есиков Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, старший преподаватель кафедры общенаучных дисциплин, Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Военной академии материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В.Хрулева, Россия, г.Санкт-Петербург

Oleinikova Yaroslava Igorevna, lecturer of the department of general scientific disciplines, Military Institute (Railway Troops and Military Communications) of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V.Khrulev, Russia, St. Petersburg

Gorbunova Anna Andreevna, lecturer of the department of general scientific disciplines, Military Institute (Railway Troops and Military Communications) of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V.Khrulev, Russia, St. Petersburg

Yesikov Alexander Nikolaevich, Ph.D., Associate Professor, senior lecturer of the department of general scientific disciplines, Military Institute (Railway Troops and Military Communications) of the Military Academy of Logistics named after Army General A.V.Khrulev, Russia, St. Petersburg

Аннотация: в статье рассматриваются преимущества и разность подходов при использовании различных методов математической статистики при изучении на учебных занятиях дисциплины «Математика», раздел «Теория вероятностей и элементы математической статистики». Для повышения интереса курсантов к изучению предмета и повышения качества знаний рассмотрены виды статистических методов, возможности и условия их применения при проведении исследований, в частности в математической статистике, целесообразность использования. В статье приведены примеры использования различных методов.

Abstract: the article discusses the advantages and differences of approaches when using various methods of mathematical statistics in the study of the discipline "Mathematics", the section "Probability theory and elements of mathematical statistics". To increase the interest of cadets in the study of the subject and improve the quality of knowledge, the types of statistical methods, the possibilities and conditions of their application in conducting research, in particular in mathematical statistics, the expediency of use are considered. The article provides examples of using various methods.

Ключевые слова: математическая статистика, теория вероятностей, методы математической статистики, метод статистического наблюдения, сводка и группировка материала статистического наблюдения, абсолютные и

относительные статистические величины, вариационные ряды, выборочный метод, корреляционный и регрессионный анализ, ряды динамики, статистические индексы.

Key words: mathematical statistics, probability theory, methods of mathematical statistics, statistical observation method, summary and grouping of statistical observation material, absolute and relative statistical quantities, variation series, sampling method, correlation and regression analysis, dynamics series, statistical indices.

Изучение точных дисциплин во ВТУЗах неразрывно связано с растущей востребованностью специалистов технических наук. Выпускник должен обладать способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований, все это вырабатывается комплексным подходом точных дисциплин и отражается в межпредметных связях в подходе к воспитанию и обучению. Межпредметные связи позволяют вычленить как главные элементы содержания образования, так и взаимосвязь между учебными предметами. Система межпредметных связей, в системе высшего технического образования, всегда будут оставаться актуальными. В некоторых ВТУЗах есть тенденция на сокращение часов, распределяемых на точные науки, в том числе на математику, поэтому крайне необходимо уделить внимание отбираемому учебному материалу, согласовывать его с требованиями специальных дисциплин, наполнять учебный материал практическими задачами, решаемыми в том числе и на специальных дисциплинах, наиболее близкими и интересными курсантам как будущим военным техническим специалистам, с учетом их специализации. Межпредметный подход при обучении курсантов состоит главным образом в реализации связи между приобретенными знаниями абстрактных математических моделей и умении в конкретной ситуации применить известный математический аппарат при решении

прикладных задач. В курсе математики, курсанты проходят курс «Теория вероятностей и элементы математической статистики». Примером применения знаний полученных при изучении этой темы дисциплины «Математика», является, например, решение проблемы Андреем Николаевичем Колмогоровым повышения эффективности огня артиллерии. Теория вероятностей использовалась для местонахождения самолетов и подводных лодок врага, для указания путей, позволяющих избежать встречи с подводными лодками противника.

Чтобы управлять, необходимо предвидеть. Для принятия решения по любому военному действию, необходимо предвидеть результат и его эффективность на различных этапах выполнения поставленной задачи. Математическая статистика становится мощным аппаратом для процесса подготовки и решения военных задач тактической, оперативной и стратегической направленности.

Математическая статистика – наука, изучающая методы исследования закономерностей в массовых случайных явлениях и процессах по данным, полученным из конечного числа наблюдений за ними, с целью получения вероятностно-статистических моделей случайных явлений. Построенные на основании этих методов закономерности относятся не к отдельным испытаниям, из повторения которых складывается данное массовое явление, а представляют утверждения об общих вероятностных характеристиках данного процесса. Такими характеристиками могут быть вероятности, плотности распределения вероятностей, математические ожидания, дисперсии и т. п. Найденные характеристики позволяют построить вероятностно-статистическую модель изучаемого явления. Применяя к этой модели методы теории вероятностей, исследователь может решать технико-экономические задачи, например, определять вероятность безотказной работы агрегата в течение заданного отрезка времени. Таким образом, теория вероятностей по вероятностной модели процесса предсказывает его поведение, а

математическая статистика по результатам наблюдений за процессом строит его вероятностно-статистическую модель. В этом состоит тесная взаимосвязь между данными науками.

Особенность специфики статистических методов заключается в их взаимосвязи, что обусловлено как разнообразием форм статистических закономерностей, так и сложностью самого процесса статистического исследования. Выбор метода зависит от содержания выполняемой работы в процессе исследования тех или иных явлений. Природа последних достаточно сложная и непредсказуемая, поэтому изучать их надо во взаимосвязи и взаимообусловленности. Для этого статистическая теория разработала достаточно широкий круг методологических и методических средств. Статистическое исследование может проводиться с помощью следующих методик.

1. Метод статистического наблюдения

Статистическое наблюдение является планомерным, организованным и в большинстве случаев систематическим сбором информации, направленным, главным образом, на явления и процессы разных аспектов жизни и деятельности. Данный метод реализуется через сбор предварительно определенных наиболее ярких признаков, цель которого состоит в последующем получении характеристик изучаемых явлений. Для статистического наблюдения должны выполняться некоторые важные требования:

- Наблюдение должно полностью охватывать изучаемые явления;
- Получаемые данные должны быть достоверными и точными;
- Получаемые данные должны быть легкосопоставимыми и однородными.

Статистическое наблюдение имеет две формы. Отчетность — способ статистического наблюдения, в котором информация поступает в конкретные статистические объекты учреждений, предприятий или организаций.

Специально организованное наблюдение – это действие, которое организуется и проводится с какой-то определенной целью, для получения сведений, которые отсутствуют в отчетах или для уточнения достоверности информации отчетов. К этой форме сбора информации относятся опросы.

Статистическое наблюдение можно категоризовать по двум признакам: на основе охвата единиц наблюдения, или на основе способов регистрации данных. К первой категории источников сбора сведений относятся наблюдение сплошное и несплошное, т. е. выборочное, ко второй документирование, опросы и прямое наблюдение. В статистике сведения об изучаемом явлении могут быть собраны различными способами: отчетным, экспедиционным, самоисчислением, анкетным, корреспондентским. В военном деле метод статистического наблюдения применяется при разработке оружия, перемещения войск, а так же в ведении дел военных судов и др.

2. Сводка и группировка материалов статистического наблюдения

Сводка - это переход от единичных данных к сведениям о группах единиц и совокупности в целом. В результате сводки множество индивидуальных показателей относящихся к каждой единице объекта наблюдения, превращаются в систему статистических таблиц и итогов, проявляются типические черты и закономерности изучаемого явления в целом. Проведение сводки включает три этапа:

•Предварительный контроль — проверка данных;

•Группировка данных по заданным признакам — определение производных показателей;

•Занесение данных сводки в статистические таблицы — наиболее удобная форма для восприятия полученной информации.

По форме обработки сводка бывает: централизованная (весь первичный материал поступает в одну вышестоящую организацию, и там полностью обрабатывается) и децентрализованная (обработка собранного материала идет по восходящей линии, т.е. материал подвергается сводке и группировке на

каждой ступени). Группировка – это распределение изучаемой совокупности на однородные группы по определенным существенным признакам. Полученные результаты группировки оформляются в виде массивов, заносимые в таблицы, содержащих сводную характеристику исследуемой совокупности по одному или нескольким признакам, которые взаимосвязаны логикой анализа. Решаемые задачи делятся и группируются на 3 типа: типологические, структурные и аналитические.

По технике выполнения сводка бывает механизированной и ручной. По технике обработки простой и сложной. При простой сводке результаты наблюдений подсчитываются и оформляются в таблицы. В результате сложной сводки производится комплекс последовательных операций с полученными данными. Данные группируются, составляются характеристики для разделения на группы и подгруппы, подсчитываются результаты по группам, подгруппам и объекту в целом, итоговые заключения результируются в статистических таблицах.

3. Абсолютные и относительные статистические величины.

В первую очередь, результаты статистического наблюдения получают в абсолютных величинах. Абсолютные величины характеризуют размер явлений в мерах массы, площади, объема, протяженности, времени и т.д. и служат основой для расчета и анализа статистических показателей. Индивидуальные абсолютные показатели получаются, как правило, непосредственно в процессе наблюдения в результате замера, взвешивания, подсчета, оценки и характеризуют единицу совокупности. В некоторых случаях абсолютные индивидуальные показатели представляют собой разность. Суммарные, итоговые объемные абсолютные показатели получают в результате сводки и группировки.

Абсолютные статистические показатели всегда являются числами именованными, т.е. имеют единицы измерения. Существует 3 типа единиц измерения абсолютных величин: натуральные, трудовые и стоимостные.

Величины, выражающие в статистике количественное соотношение между явлениями различных процессов жизни, называются относительными величинами. Они получаются в результате отношения одной величины к другой и характеризует структуру, состав той или иной совокупности. В процентах эти величины называются удельным весом. Величина с которой производится сравнение (знаменатель) называется основанием, базой сравнения; а та, которая сравнивается (числитель) - называется, сравниваемой, отчетной или текущей величиной. Относительные величины разделяются в зависимости от их содержания: величины планового задания, величины выполнения плана, величины динамики, величины структуры, величины координации, величины интенсивности и уровня экономического развития, величины сравнения. Для изучения какой-либо совокупности по варьирующим (количественно изменяющимся) признакам статистика использует средние величины. Средняя величина - это обобщающая количественная характеристика совокупности однотипных явлений по одному варьирующему признаку.

Одно из главных свойств средней величины заключается в том, что она представляет значение определенного признака во всей совокупности одним числом, несмотря на количественные различия его у отдельных единиц совокупности, и выражает то общее, что присуще всем единицам изучаемой выборки. Следовательно, средняя величина характеризует всю совокупность в целом через характеристику единицы совокупности.

Важнейшим условием научного использования средних величин в статистическом анализе общественных явлений является однородность совокупности, для которой исчисляется средняя. Формула определения средней величины зависит от того, в каком виде представлены исходные данные для ее расчета. Рассмотрим наиболее часто применяемые в статистике виды средних величин: средняя арифметическая; средняя гармоническая; средняя геометрическая; средняя квадратическая. Большое значение в

статистике имеют значение абсолютных показателей, широко используемых в анализе, планировании и управлении. Большинство показателей мы можем охарактеризовать с помощью абсолютных величин, но мы не будем ограничиваться только их использованием, это и невозможно. В научном анализе для раскрытия явления, выделения определенных закономерностей, разносторонней характеристики изучаемого явления, выделение и сопоставление признаков, приходится прибегать к сопоставлению абсолютных показателей друг с другом и исчислению на основе этих сопоставлений относительных и средних величин.

4. Вариационные ряды

Выбираемый метод статистического исследования зависит и от объема числовой информации. Многие явления имеют большой объем числовой информации. Для того, чтобы обработать и изучить такой большой объем данных, необходимо сначала каким-то образом его сгруппировать. Характер получаемой итоговой информации и какими свойствами обладают те или иные признаки - варианты зависит от того как сгруппировать ряд. Вариационный ряд представляет собой сгруппированный ряд числовых данных, ранжированный в порядке возрастания или убывания, каждая группа которого имеет определенный вес (или частоту). Информация о средних уровнях исследуемых показателей обычно бывает недостаточной для глубокого анализа изучаемого процесса или явления. Необходимо учитывать и разброс или вариацию значений отдельных единиц, которая является важной характеристикой изучаемой совокупности. Каждое индивидуальное значение признака складывается под совместным воздействием многих факторов. Одной из основных числовых характеристик вариационных рядов является средняя арифметическая. Данная величина показывает центральное значение признака, вокруг которого сосредоточенны все наблюдения. Средней арифметической вариационного ряда называется сумма произведений признаков (вариантов) ряда на соответствующие им частости. Средним

линейным отклонением вариационного ряда называется средняя арифметическая модуля отклонения признаков от их средней арифметической.

5. Выборочный метод

Одним из наиболее распространенных в статистике методов несплошного наблюдения является выборочный метод, при котором отбор подлежащих обследованию единиц совокупности осуществляется в случайном порядке. Совокупность, из которой производится отбор, называется генеральной. Показатели генеральной совокупности называются – генеральными показателями. Выборочная совокупность – это совокупность отобранных единиц, или просто выборкой. Выборочные показатели – это обобщающие показатели выборки. Цель выборочного метода основывается на рассуждениях по свойствам части выборки о численных характеристиках генеральной совокупности, по отдельным группам вариантов их общей совокупности, которая, бывает, представляется как совокупность неограниченно большого объема. Репрезентативность выборки зависит от целого ряда условий и прежде всего от того, как она осуществляется, или планомерно (т. е. по заранее намеченной схеме), или путем непланомерного отбора вариант из генеральной совокупности. Преимущества выборочного наблюдения можно реализовать, если он организован в соответствии с принципами теории выборочного метода:

- выборка единиц наблюдения должна быть случайной. Т.е. вероятность попадания в выборку для каждой единица должна быть одинаковой;
- выборка должна производиться из каждой части изучаемой совокопности;
- число единиц для выборочного обследования должно быть полным и достаточным.

Соблюдение этих принципов позволяет получить гарантию репрезентативности (представительности) выборочной совокупности. Репрезентативность означает, что объекты выборки достаточно хорошо представляют генеральную совокупность. В результате применения научно обоснованных способов формирования выборочной совокупности, достигается выборочное наблюдение. В зависимости от этих способов выборка может быть:

-механической;

- собственно случайной;

- серийной;

- типической;

- комбинированной.

6. Корреляционный и регрессионный анализ

Регрессионный и корреляционный анализы — это эффективные методы, которые разрешают анализировать значительные объемы информации с целью исследования вероятной взаимосвязи двух или больше переменных. Корреляционный анализ — это количественный метод определения тесноты и направления взаимосвязи между выборочными переменными величинами. Регрессионный анализ — это количественный метод определения вида математической функции в причинно-следственной зависимости между переменными величинами. Задачи корреляционного анализа сводятся к измерению тесноты известной связи между варьирующими признаками, определению неизвестных причинных связей (причинный характер которых должен быть выяснен с помощью теоретического анализа) и оценки факторов, оказывающих наибольшее влияние на результативный признак. Регрессионный анализ ставит следующие задачи: выбор типа модели (формы связи), выявление степени влияния независимых переменных на зависимую и определение расчётных значений зависимой переменной, т.е. функции регрессии. Решение всех данных задач приводит к необходимости

совместного использования этих методов. Корреляционно-регрессионный анализ состоит в построении и анализе математической модели в виде уравнения регрессии (корреляционной связи), характеризующего зависимость признака от определяющих его факторов. Корреляционно-регрессионный анализ предполагает следующие этапы:

• предварительный анализ (здесь формулируются основные направления всего анализа, определяется методика оценки результативного показателя и перечень наиболее существенных факторов);

• сбор информации и ее первичная обработка;

• построение модели (один из важнейших этапов);

• оценка и анализ модели.

7. Ряды динамики

Рядом динамики называют временную последовательность значений статистического показателя. Любой ряд динамики содержит моменты или периоды времени и числовых значений (уровней ряда), соотнесенных с моментом или периодом времени. Через "y" обозначают уровни ряда, через "t" обозначают период времени. Ряды динамики, к которым относятся уровни ряда, делятся на моментные и интервальные в зависимости от длительности времени. В интервальных рядах можно получить общую величину за ряд следующих друг за другом периодов суммированием динамики уровней ряда. Эта сумма не будет иметь смысла в моментных рядах. Различают ряды динамики абсолютных величин, относительных величин и средних величин, в зависимости от способа выражения уровней ряда. Ряды динамики иметь как равные интервалы, так и неравные. В интервальных и моментных рядах понятие интервала различно. Интервал моментного ряда - это период времени от одной даты до другой даты, за которые приведены данные. За интервал интервального ряда данные обобщаются за период времени. С помощью рядов динамики решают задачи определения скорости и интенсивности развития явлений, выявляют основную тенденцию их развития, выделяют сезонную

зависимость, сравнивают развитие во времени отдельных показателей разных стран, выявляют связи между развивающимися во времени явлениями.

8. Статистические индексы

Идексный метод имеет важное значение в статистических исследованиях в различных видах деятельности. Полученные показатели в результате использования этого метода используются для характеристики развития анализируемых показателей во времени, по территории, выявления роли факторов в изменении сложных явлений, изучения структуры и взаимосвязей. Индексы широко применяются в военных разработках государственной и ведомственной статистики.

Статистический индекс — это относительная величина сравнения сложных совокупностей и отдельных их единиц. При этом под сложной понимается такая статистическая совокупность, отдельные элементы которой непосредственно не подлежат суммированию. Слово "index" латинское и означает "показатель", "указатель". Например, объем военного вооружения в натуральном выражении суммировать нельзя (кроме однородного), а для обобщающей характеристики объема это необходимо. Для обобщающей характеристики таких совокупностей в динамике, в пространстве и по сравнению с планом применяются индексы. Кроме сводной характеристики явлений индексы позволяют дать оценку роли отдельных факторов в изменении сложного явления. Использование индексов предназначено для выявления структурных сдвигов. Индексы рассчитываются как для сложного явления (общие или сводные), так и для отдельных его элементов (индивидуальные индексы). В индексах, характеризующих изменение явления во времени различают базисный и отчетный (текущий) периоды. Базисный период - это период времени к которому относится величина, принятая за базу сравнения. Обозначается он подстрочным знаком "0". Отчетный период - это период времени, к которому относится величина, подвергающаяся сравнению.

Обозначается он подстрочным знаком "1". Индивидуальные индексы - это относительная величина.

Сводный индекс - характеризует изменение всей сложной совокупности в целом, т.е. состоящей из несуммируемых элементов. Следовательно, делаем вывод, чтобы рассчитать такой индекс надо перейти несуммарность элементов совокупности.

Индексируемая величина - это показатель, для которого рассчитывается индекс. Вес (соизмеритель) – это дополнительный показатель вводимый для целей соизмерения индексируемой величины. В числителе и знаменателе сводного индекса всегда сложная совокупность, выраженная суммой произведений индексируемой величины и веса.

Общие индексы могут быть цепными и базисными, в зависимости от базы сравнения и имеют две формы: агрегатную и форму среднего индекса, в зависимости от методологии расчета.

Статистические исследования всегда интересны, как в промежуточных результатах так и в конечных итогах. На самом пути исследований познается очень много. Будущее статистики, как науки, очевидно, но надо всегда помнить, что любая наука стремится к усовершенствованию. Ошибки, которые встречаются в статистике, чаще возникают не по причине несовершенства статистической науки, а из-за неумелого применения статистических методов.

Методы математической статистики используются при управлении боевыми действиями, на этапе проектирования и использования военной инфраструктуры, а так же оружия, исследования движения снаряда, проектировании хозяйственной деятельности. Применение методов математической статистики в управлении военными действиями состоит в том, чтобы используя полученные знания, уменьшить время принимаемых решений, увеличить качество результатов, достичь максимально лучших итогов. Использование методов математической статистики с применением

информационных технологий, в том числе с применением программ Statistica, MathCad, Maple и др. предоставляет возможность решать задачи с любыми возможными вариантами, достигая быстрый и точный прогноз или получать максимально интересные и нужные результаты исследований. Методы математической статистики используются не только для наращивания боевого потенциала, но также для анализа и дальнейшего исследования причин развития конфликтной ситуации. Полученные результаты используются в регулировании общих правил и маршрутизации дальнейших действий. Возможности математики в военном деле неисчислимы, анализ и исследование количественных изменений приводят к качественным изменениям, накапливая опыт многочисленными веками, превращая оборону нашей страны в непобедимую мощь.

Список литературы:

1. Рябова Т.В. Языковой принцип образовательного процесса в военном вузе / Т.В. Рябова, О.А. Кунникова // Специальная техника и технологии транспорта: Сборник научных статей. – Санкт-Петербург: Военный институт (Железнодорожных войск и военных сообщений) Федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военная академия материально-технического обеспечения им. генерала армии А.В. Хрулева», 2019. – С. 241-244.
2. О.А.Гончарова, Ю.А. Волков, Н.Я. Колентеев. Теория вероятностей и математическая статистика. – СПб: ВИ (ЖДВ и ВОСО) ВА МТО, 2018
3. Голованова Ю.В. Педагогические инновационные технологии как средство воздействия на процесс образования в высшей школе и информационной образовательной среде / Ю.В. Голованова // Тенденции развития науки и образования. – 2021 - № 75-4. – С 26-35. – DOI 10.18411/lj-07-2021-122.

4. Гулай Т.А., Долгополова А.Ф., Литвин Д.Б., Мелешко С.В. Теория вероятностей и математическая статистика / Учебное пособие / Ставрополь, 2013.

List of literature:

1. Ryabova T.V. The linguistic principle of the educational process in a military university / T.V. Ryabova, O.A. Kunnikova // Special equipment and technologies of transport: Collection of scientific articles. – St. Petersburg: Military Institute (Railway Troops and Military Communications) of the Federal State State-owned Military Educational Institution of Higher Education "Military Academy of Logistics named after Army General A.V. Khrulev", 2019. – pp. 241-244.
2. O.A.Goncharova, Yu.A. Volkov, N.Ya. Kolenteev. Probability theory and mathematical statistics. – SPb: VI (ZHDV and VOSO) VA MTO, 2018
3. Golovanova Yu.V. Pedagogical innovative technologies as a means of influencing the process of education in higher education and the information educational environment / Yu.V. Golovanova // Trends in the development of science and education. – 2021 - No. 75-4. – from 26-35. – DOI 10.18411/lj-07-2021-122
4. Gulai T.A., Dolgopolova A.F., Litvin D.B., Meleshko S.V. Probability theory and mathematical statistics / Textbook / Stavropol, 2013.

© Олейникова Я.И., Горбунова А.А., Есиков А.Н. 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Олейникова Я.И., Горбунова А.А., Есиков А.Н. ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.