

УДК 519.71

***МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ  
КИБЕРНЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ***

***Шмаль В.Н.***

*кандидат технических наук,*

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования "Российский университет транспорта",*

*Москва, Россия*

***Лобанова А.А.***

*студент,*

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования "Российский университет транспорта",*

*Москва, Россия*

***Баранов А.А.***

*студент,*

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования "Национальный исследовательский технологический  
университет «МИСиС»",*

*Москва, Россия*

**Аннотация**

В данной статье говорится о математическом моделировании в области кибернетических систем и его актуальности, об исследованиях кибернетики и их целях, одна из которых заключается в том, чтобы сделать социальные системы более эффективными. В статье говорится о том, что социальное взаимодействие изучается с помощью принципов кибернетики и о том, что в кибернетике

используются две методологии: качественная и количественная, приводится их сравнение. Настоящая статья рассказывает о том, что представляет из себя многоуровневое моделирование и для чего используется многоуровневый анализ данных, а также о том, что такое математические модели и какова их основная цель. В статье объясняется, для чего социологи и психологи используют математический анализ и чем в популяционной генетике полезен один из методов интерпретации статистического теста, рассказывается об основании двухэтапного эксперимента.

**Ключевые слова:** моделирование, эксперимент, тесты, кибернетика, анализ данных, статистика, исследования.

## ***MATHEMATICAL MODELING IN THE FIELD OF CYBERNETIC SYSTEMS***

***Shmal V.N.***

*candidate of technical sciences,*

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport",*

*Moscow, Russia*

***Lobanova A.A.***

*student,*

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Russian University of Transport",*

*Moscow, Russia*

***Baranov A.A.***

*student,*

*Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National University of Science and Technology «MISIS»",  
Moscow, Russia*

### **Annotation**

This article discusses mathematical modeling in the field of cybernetic systems and its relevance, cybernetic research and its goals, one of which is to make social systems more efficient. The article says that social interaction is studied using the principles of cybernetics and that two methodologies are used in cybernetics: qualitative and quantitative, and their comparison is given. This article explains what multi-level modeling is and what multi-level data analysis is used for, as well as what mathematical models are and what their main purpose is. The article explains why sociologists and psychologists use mathematical analysis and why one of the methods of interpreting a statistical test is useful in population genetics, and describes the basis of a two-stage experiment.

**Key words:** modeling, experiment, tests, cybernetics, data analysis, statistics, research.

Исследования в области кибернетики предоставляют средства для изучения структуры и функций любой системы, включая социальные системы, такие как управление бизнесом и организационное обучение. Одна из целей таких исследований заключается в том, чтобы сделать социальные и другие системы более эффективными и действенными. [18]

Существует ряд качественных и количественных методов, которые используются для изучения поведения и структуры организаций. Один из самых эффективных среди них – это анализ исторических прецедентов. Эффективность компьютерного моделирования кибернетических систем

предоставляет способ изучения особенностей реагирования систем на обратную связь. [14]

Связанная с предыдущими, но тем не менее обособленная область — это кибернетика в процессе планирования, которая исследует вопрос о том, какие допущения используются при планировании решений, а также объем их эффективности. [16]

Современный анализ проблем, с которыми сталкиваются менеджеры при попытке обеспечить оптимальные результаты своей деятельности, также можно классифицировать как кибернетику, особенно стремящуюся понять циклы обратной связи организации в отношении планирования, составления графиков, принятия решений и оценки эффективности. [2] Социальные взаимодействия между людьми в организациях, такие как социальные нормы поведения или иерархии, также изучались с использованием принципов кибернетики. [1]

В кибернетике используются две основные методологии: качественная и количественная. Они могут применяться для разработки и информирования управленческих решений организации, изучения социального взаимодействия, производства рабочего продукта или обеспечения грамотного и эффективного обучения. Две эти методологии различаются по объему, полученным результатам и применяемому уровню сложности. [3]

Качественные исследования более информативны, они сосредоточены на фактах, полученных в результате повседневного взаимодействия. Было высказано предположение, что другие методологии могут быть полезны для практиков, но имеют ограниченную ценность для ученых. [4] В социальных науках теория в форме изложения эмпирических результатов исследования обычно не считается достоверной, если она не подтверждена проверкой на опыте. Скорее, результаты принимаются как показания того, чего можно

ожидать от возникновения явления при обстоятельствах, обнаруженных в конкретный момент времени. [6]

Количественные же подходы используют статистические показатели в рамках, основанных на ранее установленных моделях, для прогнозирования будущего в соответствии с результатами исследования. [20] Результаты этих прогнозов можно проверить с помощью тестов или других похожих способов. Приложения чаще всего требуются для того, чтобы понять, почему результаты не обязательно совпадают с предсказаниями или ожиданиями практикующих специалистов, и изучить возможные причины расхождений между результатами и ожиданиями. [10] Количественный подход основан на модели прогнозирования и считается более строгим процессом, нежели чем качественный подход. [13]

Количественное исследование можно разделить на пять типов: общий класс, частный класс, континуальный класс, предметный класс и динамический класс. Конкретный метод класса фокусируется на более подробных поведенческих данных, таких как экспериментальные показатели или тесты. Другие данные могут быть использованы для качественных исследований, особенно для результатов интервью или наблюдения. [19]

Факторы, которые можно оценить для определения достоверности качественных данных, включают статус участника, пространство, в котором он работает, и то, как работают участники: совместно или друг против друга. Стандартные статистические тесты могут использоваться для того, чтобы определить, отражают ли данные количественную модель. [3]

Аналогичный подход используется в маркетинговых исследованиях, а также в подробных изучениях бизнес-процессов, особенно в количественных исследованиях рыночных операций и эффективности организаций. [5]

Самая простая форма количественного исследования - одномерный анализ данных. Он может включать в себя сбор данных о населении для выявления и объяснения взаимосвязей между различными характеристиками с последующим подгонкой моделей к данным для понимания отношения между наблюдаемыми переменными. [7]

Когда данные собираются для нескольких переменных, это называется многоуровневым моделированием, которое представляет собой статистический метод, используемый для попытки уменьшить или объяснить взаимосвязи между определенными факторами. В этом случае каждый уровень данных моделируется индивидуально, модель выбирается из оцененных представителей, а затем оцениваются корреляции моделей. [11] Многоуровневый анализ данных обычно используется для уменьшения количества случайных ошибок в данных путем факторизации интересующих зависимых переменных в большое количество зависимых переменных. Обычно для уменьшения этой ошибки и получения более точных моделей используются несколько форм статистических тестов. При включении нескольких переменных многомерный анализ используется для оценки влияния этих переменных и определения наиболее подходящего для практического применения статистического теста. При этом многомерный статистический анализ не зависит от порядка, в котором оцениваются переменные. [14]

Математические модели — это математические представления информации, которые используются для прогнозирования и интерпретации данных. [7] Основная цель математических моделей - описывать явления, а не доказывать их. Таким образом, математические модели могут что-то предсказывать, но не могут ничего «доказать». Одна из задач математических моделей - сравнить их прогнозы с фактически полученными данными. Успех математической модели зависит от двух переменных: объяснительной силы и предсказуемости. [2]

Точные предсказания прошлого имеют первостепенное значение при разработке математической модели. Поэтому так важно учитывать влияние исторических данных.

Также важно уметь обобщать одну или несколько моделей с разными переменными, чтобы делать прогнозы для нескольких различных переменных. Итак, обобщаемость — это возможность применения одной модели к любому типу данных. [1]

Социологи и психологи обычно используют статистические методы для изучения отношений между установками, убеждениями, мнениями, поведением и эмоциями. Они могут использовать такой математический анализ для измерения отношения, чувств, убеждений и мнений. Стандартный статистический тест должен был бы измерить корреляцию между оценками испытуемых и средней парой. Таким образом, чем больше корреляция, тем точнее статистический тест проходит проверку на нормальность. [17]

Статистический анализ включает в себя операции, которые влияют на данные до того, как будет выполнена какая-либо проверка данных. Например, данные обычно преобразуются перед анализом с использованием принятых методов преобразования, таких как стандартная ошибка предсказания и стандартная ошибка корреляции. [11] Обычно многие статистики (например, эпидемиологи, нейробиологи) используют статистические тесты для количественной оценки распространенности заболевания в популяции или выборке. В некоторых случаях интересующая модель имеет преимущество, заключающееся в том, что существует вероятность разработки тестов, демонстрирующих ее способность моделировать конкретные результаты. [20]

Анализ сложных систем требует статистических методов для точной оценки количества задействованных независимых переменных. Часто этот факт

используется для проверки гипотезы о взаимосвязи между независимыми переменными, результатом и взаимосвязью между ними. [13]

Хотя существует множество различных статистических тестов, многие из них часто комбинируются сложными способами для анализа данных большим количеством способов, чем может представить исходная модель. Большинство статистических тестов оценивает статистик с соответствующей квалификацией. [5] Результаты могут быть признаны правильными, но если тест не дает значимого результата (например, когда он указывает, что связь между зависимой и независимой переменными не является статистически значимой), то может быть оценен повторно. [7]

Статистические тесты иногда выполняются компьютерным программным обеспечением. Например, набор статистических тестов (в том числе более одного) может быть запущен по результатам компьютерной программы с использованием математического алгоритма (с общим уравнением), а не статистического программирования.

Однако один из методов интерпретации статистического теста — это интерпретация результата, полученного статистическим программным обеспечением, а затем его использование в моделировании с использованием интересующей совокупности. [8]

В статистическом дизайне статистики часто занимаются планированием и построением экспериментов, различными действиями, необходимыми для проведения эксперимента, и, наконец, анализом данных. Обычно анализ данных выполняется для того, чтобы определить, согласуются ли наблюдаемые результаты с интересующими гипотезами. [19] Например, план эксперимента может быть основан на гипотезе о том, что субъект с большей вероятностью откажется от конкретного нового предложения, если считает, что ему заплатили за предыдущее неудачное предложение («контрольная гипотеза»).

Гипотеза может быть проверена с использованием этапа сбора данных (например, экспериментов). В ином случае, гипотеза может быть проверена на дополнительном этапе (например, путем создания моделирования эксперимента с моделированием в качестве контроля и наблюдениями в качестве субъектов). Результаты анализа могут быть использованы для того, чтобы определить, согласуются ли наблюдаемые результаты с гипотезой или же они не согласуются с ней. В популяционной генетике анализ может быть использован для определения того, является ли конкретная генетическая или экологическая ассоциация повторяемой (т.е. воспроизводимой) или представляет ли она случайную ассоциацию. [12]

Двухэтапный эксперимент — это эксперимент, в котором первая часть эксперимента представляет собой сравнение средств испытуемых; вторая часть — это исследование с целью определить, какие из возможных переменных были причиной вариации (и можно ли вообще определить какую-либо причину). [9]

Обоснование двухэтапного эксперимента состоит в том, что, если есть какое-то необъяснимое различие в средних значениях, например, результат неизвестного искажающего фактора, это должно быть обнаружено на втором этапе, тогда как одноступенчатый эксперимент либо даст единственное объяснение, или вовсе приведет к нулевому результату.

При проведении популяционного анализа могут быть рассмотрены самые разные вопросы. Статистический анализ, как правило, наиболее надежен при использовании в сочетании с теоретическими методами. Эти теоретические методы используются для оценки соответствующего статистического моделирования. Они помогают в разработке гипотез, а также могут позволить проверить эти гипотезы. [8]

Итак, статистический анализ относится к процессу, с помощью которого наблюдения используются для получения вероятностного распределения значений из совокупности, то есть мощности статистического теста или того, насколько вероятно, что наблюдаемые данные будут интерпретированы как истинные или ложные с помощью разумного вывода.

### **Библиографический список:**

1. Андрейченко, К. П. Математическое моделирование динамических систем: учебное пособие / К. П. Андрейченко, Д. К. Андрейченко. —Саратов: Изд-во Саратовского ГТУ, 2000. —140 с
2. Аполов О.Г. Теория систем и системного анализа. Курс лекций. Уфа, 2012, 274 с
3. Асанов А.З. Введение в математическое моделирование динамических систем. Казань: Изд. Казанского гос. университета. 2007. 205 с
4. Белов П.Г. Системный анализ и моделирование процессов в техносфере. - М.: Издательский центр «Академия», 2003. 512 с
5. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. / Пер. с англ. В.Я.Алтаева.–М.: Наука, 1963.–276с
6. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. М.: Наука, 1978. –399 с
7. Веников В.А. Теория подобия и моделирования. М.; Высшая школа, 1976. – 479 с
8. Голубева Н. В. Математическое моделирование систем и процессов. Издательство: "Лань", 2013. –192 с
9. Зарубин В.С. Математическое моделирование в технике. Учебник. М.: - МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2010, 496 с
10. Кузьмин В.В. Математическое моделирование технологических процессов сборки, механической обработки изделий в машиностроении: учеб. пособие / В.В. Кузьмин. –М.: Высш. шк., 2008.–279 с

11. Лебедев А.Л. Основы теории подобия и моделирования. Л.: ЛЭТИ, 1971.– 245с
12. Налимов В.В. Теория эксперимента.–М.: Наука, 1971.–208 с
13. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: учебное пособие. Изд.: Высшая школа. 2001. –343 с
14. Тарасик В. П. Математическое моделирование технических систем: учебник для вузов / В. П. Тарасик. –2-е изд., испр. и доп. –Минск: Дизайн ПРО, 2004. –640 с
15. Уорнер М. Классики менеджмента. СПб.: Питер, 2001. -1168 с
16. Фёрстер Э., Рёнц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа.–М.: Финансы и статистика, 1981.–302с
17. Хикс Ч.Р. Основные принципы планирования эксперимента. М.:Мир, 1967. – 406 с
18. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Иностранная литература, 1959. 432 с
19. Яглом И.М. Математические структуры и математическое моделирование. М.: Сов. радио, 1980.–144 с.

*Оригинальность 93%*