**МИНИСТЕРСТВО** **НАУКИ** **И** **ВЫСШЕГО** **ОБРАЗОВАНИЯ**

**РОССИЙСКОЙ** **ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический

университет им. А.Н. Туполева-КАИ»

Чистопольский филиал «Восток»

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

**по дисциплине**

## ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ НАУЧНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Индекс по учебному плану: **Б1.О.05**

Направление подготовки: **27.04.05 Инноватика** Квалификация: **Магистр**

Профиль подготовки: **Цифровое производство**

Вид профессиональной деятельности: **организационно-управленческая, научно- исследовательская, проектная**

Рекомендованы УМК ЧФ КНИТУ-КАИ

Чистополь, 2022

# Практическое занятие

## «Организационно-правовые основы научно- исследовательской работы»

**Основные сведения из теории**

Система наук условно делится на естественные, гуманитарные и технические. Они в свою очередь делятся на научные направления. Существует Номенклатура научных специальностей, в которой приведены все имеющиеся научные специальности, сгруппированные по научным направлениям, с шифрами, состоящими из трех пар арабских цифр. Например, направление физико-математические науки – 01.00.00, а специальность «Математический анализ» – 01.01.01. Направление Экономические науки – 08.00.00, специальность «Экономика и управление народным хозяйством» - 08.00.05 и т.д. Номенклатура специальностей научных работников утверждена приказом Министерства образования и науки РФ от 25.02.2009 №59, в ред. Приказов Минобрнауки РФ от 11.08.2009 №294, от 10.01.2012 №5 32 Как видно из схемы, представленной на рисунке 2, основной формой организации коллективной научной деятельности являются научно- исследовательские институты (НИИ).

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в России осуществляется через аспирантуру и докторантуру. В России принята система присуждения ученых степеней кандидата и доктора наук. Научным работникам, совмещающим исследовательскую деятельность с преподавательской работой, присуждаются ученые звания: доцент, профессор. Аттестацию научных кадров в РФ осуществляет Высший аттестационный комитет - ВАК России. НИРС - научно-исследовательская работа студентов, предусмотрена учебным планом по всем специальностям университета на весь период обучения. Образование через науку - этот принцип реализуется в процессе обучения студентов. НИРС предусматривается и в учебное время (включенная в учебные планы) и во внеучебной деятельности, дополняющая учебные планы и программы.

Законодательные и нормативно-правовые акты, регламентирующие основы научно-исследовательской деятельности:

1. Федеральный закон от 23.08.1996 N 127-ФЗ (ред. от 22.12.2014, с изм. от 20.04.2015) "О науке и государственной научно-технической политике".
2. Федеральный закон от 27.09.2013 N 253-ФЗ "О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации".
3. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 31.12.2014, с изм. от 02.05.2015) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.03.2015).
4. Статья 72. Формы интеграции образовательной и научной (научно- исследовательской) деятельности в высшем образовании.
5. Положение о Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Российской Федерации (в ред. Постановления Правительства Российской Федерации от 10 декабря 2013 г. № 1139).
6. Положение о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (утв. приказом Министерства образо- вания и науки РФ от 13.01.2014г., № 7). Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. N 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

## Задание:

1. Подготовить предложения по возможным НИРС научно-исследовательская работа студентов.
2. Перечислить и обосновать перечень мероприятий, которые можно отнести к

НИРС.

# Практическое занятие

## «Сущность методологии исследования»

**Основные сведения из теории**

Любое исследование предполагает определенную организацию деятельности.

Особую роль в этом играет методология.

Методология — это логическая организация деятельности человека, состоящая в определении целей и предмета исследований, подходов и ориентиров его проведения, выборе средств и методов, определяющих наилучший результат. Основными составляющими методологии исследования социально-экономических процессов являются:

1. Определение объекта и предмета исследования. Объектом исследования в общем смысле выступает часть объективной реальности, то явление (процесс), которое содержит противоречие и порождает проблемную ситуацию. Таким образом, объектом исследования является система управления, относящаяся к классу социально- экономических систем, а также процессы, происходящие в ней. Предмет исследования — это те наиболее значимые с точки зрения практики и теории свойства, стороны, особенности объекта, которые подлежат изучению. Например, исследуя социально- экономические процессы, в качестве объекта исследователь имеет социально- экономическую систему (организацию), а предметом выступают те или иные ее стороны, процессы, состояния в зависимости от практической потребности управления и социально- экономического планирования. Предмет исследования диктуется проблемной ситуацией, возникающей в системе управления, т. е. необходимостью минимизировать или преодолеть некоторое противоречие. Проблема — это реальное противоречие, требующее своего разрешения. Функционирование системы характеризуется множеством разнообразных проблем: противоречия между стратегией и тактикой управления, между условиями рынка и возможностями фирмы, между квалификацией персонала и потребностями в инновациях и пр.
2. Определение цели и задач исследования. Цель исследования — это общая его направленность на конечный результат. Цель является основой распознавания и выбора проблем исследования. Цели исследования могут быть текущими и перспективными, общими и локальными, постоянными и эпизодическими. Задачи исследования — это то, что требует решения в процессе исследования; вопросы, на которые должен быть получен ответ. Задачи являются конкретизацией цели.
3. Подходы к исследованию. Подход — это исходная позиция, ракурс исследования, который определяет его направленность относительно цели.

Подходы бывают следующим:

* системный – учитывает максимальное количество аспектов проблемы в их взаимосвязи и целостности, определяет характер связи между аспектами и их характеристиками.
* аспектный – это выбор одной грани, аспекта проблемы по какому-либо принципу, учитывая ее актуальность или ресурсы, выделенные на исследование. Так, проблема инновационного развития организации может иметь экономический аспект, социально- психологический, технологический и т. д.
* концептуальный – основан на предварительной проработке концепции исследования, т. е. комплекса ключевых положений, определяющих общее направление исследования.
* эмпирический – базируется на опыте, т. е. на накоплении опытных данных в какой-либо предметной области, и последующем логическом выводе на основе этих данных.
* прагматический – ориентирован на получение ближайшего результата. Например, снижение риска при выходе организации на рынок.
* научный – используется научная постановка целей исследования и научный аппарат его проведения.

1. Ориентиры и ограничения. Ориентиры и ограничения позволяют проводить исследования более целенаправленно. Они бывают жесткие и мягкие, явные или предсказуемые, неявные и непредсказуемые.
2. Средства и методы исследования.

## Задание:

1. Предложить пример реального эксперимента, исследования, которые можно провести на инновационном предприятии.
2. Указать:

* объект и предмет исследования;
* определить цели и задач исследования;
* выбрать подходы к исследованию, обосновать выбор;
* указать ориентиры и ограничения исследования;
* перечислить средства и методы исследования.

# Практическое занятие

## «Принципы и проблема исследования»

**Основные сведения из теории**

При проведении исследования важно учитывать основные методологические принципы.

1. Принцип противоречия – проблема – это всегда противоречие между желаемым и возможным, известным и искомым.
2. Принцип оценки — любые события, явления, противоречия оцениваются по критериям важности, актуальности, сложности, связи с другими явлениями.
3. Принцип распознавания — состоит в необходимости отождествления, сравнения, определения класса явления, принадлежности его к определенной типологической группе.

Реализация методологических принципов на практике помогает найти наиболее эффективный вариант проведения исследования и его целенаправленного осуществления. В основе любой исследовательской деятельности лежит проблема. Именно она определяет средства, методы, подходы, предполагаемые результаты, ориентиры и ограничения, т. е. всю совокупность составляющих методологии исследования.

Проблема — это противоречие, решение которого требует создания новых методов изучения, поиска новых подходов, изыскания новых средств и ресурсов. Проблема всегда характеризуется неопределенностью. Исследователю следует отличать проблему от задачи. Основное отличие этих категорий состоит в том, что задача всегда имеет типовые схемы, алгоритм решения, а проблема требует их создания с элементами новых, неизвестных ранее изменений. Решение проблемы всегда требует творческих усилий.

Все проблемы в зависимости от глубины их познания разделяют на три класса:

1. Хорошо структурированные или количественно сформулированные проблемы. В таких проблемах существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах и символах, получающих, в конце концов, численные оценки.
2. Неструктурированные или качественно выраженные проблемы. Такие проблемы содержат лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны.
3. Слабоструктурированные или смешанные проблемы. Содержат и количественные, и качественные элементы, причем малоизвестные и неопределенные стороны проблемы имеют тенденцию доминировать.

Различают также проблемы неразвитые (предпроблемы) и развитые. Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

1. они возникли на базе определенной теории, концепции;
2. это трудные, нестандартные задачи;
3. их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия;
4. пути решения проблемы неизвестны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения. Существуют определенные трудности в выявлении проблем. Это принятие симптомов за проблему, предвзятое мнение о причинах проблемы, взгляд на проблему с учетом только одного аспекта, игнорирование того, как проблема воспринимается в разных частях социально-экономической системы, и др.

С точки зрения методологии исследований проблеме присуще следующие параметры:

1. Качество проблемы.
2. Определение проблемы.
3. Постановка проблемы.

Определение и распознавание проблемы как предмета исследования требует выполнения множества последовательных операций.

## Задание:

1. Предложить пример реального эксперимента, исследования, которые можно провести на инновационном предприятии.
2. Определить проблемы которые могут при этом возникнуть (не менее 3) и предложить различные способы их решения.

# Практическое занятие

## «Разработка гипотезы и концепции исследования»

**Основные сведения из теории**

Практически всегда в начале процесса исследования выдвигается предположение о его результатах, гипотеза. Если бы в своей работе исследователи не пользовались предположениями, то они превратились бы в собирателей фактов, в регистраторов событий.

Гипотеза — это требующее проверки и доказывания предположение о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов. Гипотеза — это также вероятностное знание, объяснение, понимание — вариант объяснения при недостаточности информации. Не любое предположение называют гипотезой, а лишь предположение, основанное на знании, в результате чего выдвигается это предположение. Таким образом, слово «гипотеза» имеет два смысла: особого рода знание и особый процесс развития знания.

Гипотеза должна отвечать следующим требованиям:

1. релевантности, т. е. относимости к фактам, на которые она опирается;
2. проверяемости опытным путем, сопоставляемое с данными наблюдения или эксперимента (исключение составляют непроверяемые гипотезы);
3. совместимости с существующим научным знанием;
4. обладания объяснительной силой, т. е. из гипотезы должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий. Большей объяснительной силой будет обладать та гипотеза, из которой выводится наибольшее количество фактов;
5. простоты, т. е. она не должна содержать никаких произвольных допущений, субъективистских наслоений.

Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогнозные.

Описательная гипотеза — это предположение о существенных свойствах объектов, характере связей между отдельными элементами изучаемого объекта.

Объяснительная гипотеза — это предположение о причинно-следственных зависимостях.

Прогнозная гипотеза — это предположение о тенденциях и закономерностях развития объекта исследования.

Основные этапы построения гипотез

1. Выдвижение гипотезы. Выдвигаемая гипотеза однозначно должна быть логически согласована с проблемой и целью, приложима к данным, заключенным в предварительном описании предмета исследования, включать понятия, получившие предварительное уточнение, интерпретацию, предоставлять возможность эмпирической проверки.
2. Формулировка (разработка) гипотезы. Выдвинутую гипотезу необходимо правильно и четко сформулировать, от этого зависит ход и результат ее проверки.
3. Проверка гипотезы. Основной задачей проводимого в последующем исследования является проверка гипотезы на достоверность. Подтвердившиеся гипотезы становятся теорией и законом и используются для внедрения в практику. Неподтвердившиеся либо отбрасываются, либо становятся основой для выдвижения новых гипотез и новых направлений в исследовании проблемной ситуации.

Концепция исследования является важнейшей составляющей в его проведении. Концепция исследования — это комплекс ключевых положений методологического характера, определяющих подход к исследованию и организации его проведения, т. е. это не только система теоретических взглядов на понимание и объяснение объекта и предмета исследования, но еще и генеральный замысел, определяющий стратегию действий при осуществлении программы, плана исследования. Концепция исследования бывает довольно обобщенной и абстрактной, но все-таки имеет большое практическое значение. Ее назначение — изложить теорию в конструктивной, прикладной форме. Таким образом, любая концепция включает в себя только те положения, идеи, взгляды, которые возможны для практического воплощения в исследовании той или иной системы, процесса, явления. Центральное звено в разработке концепции исследования принадлежит описанию гипотезы, определению направлений и методов исследования. Конкретизация концепции, как правило, отражается в плане исследования. Следует отметить, что разработка гипотезы и концепции не всегда является необходимым элементом. Некоторые исследования вполне обходятся без этих составляющих, однако их наличие во многом характеризует научность подхода к исследованию.

## Задание:

1. Предложить пример реального эксперимента, исследования, которые можно провести на инновационном предприятии.
2. Построить гипотезу согласно предложенным этапам.
3. Предложить методику проверки гипотезы.

# Практическое занятие

## «Научные методы познания в исследованиях»

**Основные сведения из теории**

В методологии научных исследований выделяют два уровня познания:

* эмпирический – наблюдение и эксперимент, а также группировка, классификация и описание результатов эксперимента, наблюдений;
* теоретический – построение и развитие научных гипотез, теорий, формулировка законов и выделение из них логических следствий, сопоставление различных гипотез и теорий.

Исходя из методологии диалектического материализма различают следующие методы научного познания: общенаучные и конретнонаучные (частные). Общенаучные методы используются в теоретических и эмпирических исследованиях. Они включают в себя анализ, синтез, индукцию и дедукцию, аналогию и моделирование, абстрагирование и конкретизацию, системный анализ и формализацию, гипотетический и аксиоматический методы, создание теории, наблюдение и эксперимент, лабораторные и полевые исследования.

Анализ – это метод исследования, который включает в себя изучение предмета путем мысленного или практического расчленения его на составные элементы (части объекта, его признаки, свойства, отношения, характеристики, параметры и т.д.). Каждая из выделенных частей анализируется раздельно в пределах единого целого.

В процессе научных исследований синтез связан с анализом, поскольку он позволяет соединить части предмета, расчлененного в процессе анализа, установить их связь и познать предмет как единое целое.

Индукция – метод исследования, при котором общий вывод о признаках множества элементов делается на основе изучения этих признаков у части элементов этого множества.

Дедукция – метод логического умозаключения от общего к частному, когда сначала исследуется состояние объекта в целом, а затем его отдельных элементов. Применительно к предыдущему примеру сначала анализируется производительность труда в целом по объединению и далее по его производственным единицам.

Аналогия – метод научного умозаключения, посредством которого достигается познание одних предметов и явлений на основании их сходства с другими. Он основывается на сходстве некоторых сторон различных предметов и явлений, например, производительность труда в объединении может исследоваться не по каждому предприятию, а лишь по выбранным в качестве аналога, выпускающим однородную с другими предприятиями товарную продукцию и имеющим одинаковые условия для производственной деятельности. При использовании этого метода полученные результаты распространяются на все аналогичные предприятия.

Сравнение – метод научного изучения, посредством которого устанавливаются сходство и различие предметов и явлений действительности.

Измерение – метод научного исследования процесса определения численного значения некоторой величины посредством определенной заранее единицы измерения.

Исторический подход – метод научного познания, в процессе которого происходит воспроизведение истории изучаемого объекта, явления во всей ее многогранности с учетом всех случайностей.

Логический подход – метод научного умозаключения, посредством которого достигается воспроизведение в мышлении сложного динамического явления в форме исторической теории с отвлечением от случайностей и отдельных несущественных фактов.

Моделирование – метод научного познания, основанный на замене изучаемого предмета, явления на его аналог (модель), содержащий существенные черты характеристики оригинала.

Абстрагирование – (от лат. – отвлекать) – метод отвлечения, позволяющий переходить от конкретных предметов к общим понятиям и законам развития. Он применяется в экономических исследованиях для перспективного планирования, когда на основании изучения работы предприятий за прошедший период времени прогнозируется развитие отрасли или региона на будущий период.

Конкретизация – метод исследования предметов во всей их разносторонности, в качественном многообразии реального существования во времени и пространстве в отличие от абстрактного, отвлеченного изучения предметов. При этом исследуется состояние предметов в связи с определенными условиями их существования и исторического развития.

Системный анализ – изучение объекта исследования как совокупности элементов, образующих систему. В научных исследованиях он предусматривает оценку поведения объекта как системы со всеми факторами, влияющими на его функционирование. Этот метод широко применяется в экономических исследованиях при комплексном изучении деятельности производственных объединений и отрасли в целом, определении пропорций развития народного хозяйства и т.п.

Комплексный анализ – метод всестороннего изучения объекта, явления в тесном взаимодействии с представителями самых разных наук и научных направлений.

Функционально-стоимостный анализ (ФСА) – метод исследования объекта (явления, изделия, процесса, структуры) по его функции и стоимости, применяемый при изучении эффективности использования материальных и трудовых ресурсов. Важнейшими его принципами являются следующие:

* функциональный подход при исследовании функций объекта и его элементов с целью наиболее полного удовлетворения заданных требований в выборе рациональных путей их реализации;
* народнохозяйственный подход к оценке потребительских свойств и затрат на разработку, производство и использование объекта;
* соответствие полезности функций затратам на их осуществление;
* коллективное творчество, использующее методы поиска и формирования технических решений, качественной и количественной оценок вариантов решений.

Наблюдение – метод изучения предмета путем его количественного измерения и качественной характеристики. Применяется при изучении трудоемкости изделий путем хронометражных наблюдений, при контрольном раскрое сырья, расхода материалов, выполнения технологических операций и т.п.

Эксперимент – научно поставленный опыт в соответствии с целью исследования для проверки результатов теоретических исследований.

# Практическое занятие

## «Основные методы поиска информации для научного исследования»

**Основные сведения из теории**

Понятие подготовленности специалиста в этом отношении складывается из следующих основных компонентов:

* четкого представления об общей системе научно- технической информации и тех возможностях, которые дает использование информационных органов своей области;
* знания всех возможных источников информации по своей специальности;
* умения выбрать наиболее рациональную схему поиска в соответствии с его задачами и условиями; – наличие навыков в использовании вспомогательных библиографических и информационных материалов.

Под «источником научной информации» понимается документ, содержащий какое- то специальное сообщение, а отнюдь не библиотека или информационный орган, откуда он получен. К сожалению, это часто путают. Документальные источники содержат в себе основной объем сведений, используемых в научной, преподавательской и практической деятельности. Несмотря на существенное многообразие документальных источников научной информации, все они делятся, прежде всего, на первичные и вторичные. В первичных документах и изданиях содержатся, как правило, новые научные и специальные сведения, а во вторичных – результаты аналитико-синтетической и логической переработки первичных документов. Оценка документальных источников информации включает в себя такие критерии, как полнота и достоверность данных, сроки их опубликования, наличие теоретических обобщений и критических материалов, реальность их получения. Применительно к задачам конкретного поиска каждый из перечисленных источников имеет свои определенные достоинства и недостатки. Не являются здесь исключением даже такие основные их виды, как книги и журнальные статьи.

Базы данных зарубежной периодики

JSTOR. Содержит издания по экономике, бизнесу, социологии, политологии, статистике, математике, здравоохранению, физике, философии, античным исследованиям, языкознанию, литературе и др. Охват — с первого выпуска издания до 2002–2005 гг.

Science Direct. Содержит более 1500 журналов изздательства Elsevier, среди них издания по экономике и эконометрике, бизнесу и финансам, социальным наукам и пси- хологии, математике и информатике. Охват — с 1995г. по настоящее время, для некоторых изданий — «глубокие архивы» (до 1970 г. и ранее).

EBSCO. Содержит издания по экономике, бизнесу, менеджменту, социологии, политологии, информатике и др., всего более 14000 журналов, документов бизнесаналитики, отчетов по рынкам и компаниям и др. На платформе EBSCO предоставляется доступ к базам данных Business Source Complete, Academic Search Premier, EconLit, SocIndex with FullText и др. Ряд изданий содержат архивы до самого

первого выпуска, часть материалов предоставляется с полугодовой-годовой задержкой текущих выпусков («эмбарго»).

ProQuest. Содержит издания по экономике, менеджменту, социологии, политологии, праву, информатике и др., всего более 4000 полнотекстовых журналов. Охват — с 1971 г. по настоящее время (варьируется от издания к изданию).

InfoTrac OneFile. Политематическая база данных, содержит более 6 тысяч полнотекстовых журналов, в том числе по экономике, бизнесу, социологии, праву, информатике. Охват — с 80–90-х годов по настоящее время (варьируется в зависимости от издания).

Emerald Management Xtra. Содержит более 120 текущих и несколько десятков архивных (непродолжаю- щихся) журналов издательства Emerald (бывш. MCB University Press).

Emerald считается лидером на рынке профессиональных периодических изданий по бизнесу и менеджменту, в частности среди его журналов — известные «European Journal of Marketing» и «The Total Quality Management Magazine». Также предоставлен доступ к кол- лекции «Emerald Management Reviews» — обзорам статей из 400 ведущих журналов по менеджменту. Временной охват для большинства журналов — с самого первого выпуска по настоящее время, без эмбарго.

Springer Link. Содержит более 1200 журналов издательства Springer и купленного им издательства Kluwer. Дисциплинарный круг включает в себя математику, физику, технику, медицину и др. Также имеется более 200 изданий по экономике, социологии, праву, включая известные «Economic Theory», «Public Choice», «Theory and Society»,

«Journal of Business Ethics». Издания представлены в полном тексте, без эмбарго и с глубоким архивом (глубина варьируется от издания к изданию).

Blackwell Synergy. Журналы издательства Blackwell Publishing (ныне влившегося в издательство Wiley) охватывают широкий спектр тематических направлений, с особенным акцентом на экономику (в частности, журналы «Economica», «Kyklos», «Contemporary Economic Policy», «Review of Economic Studies», «Journal of Finance» и мн. др.), менеджмент («Journal of Management Studies», «Decision Sciences», «Journal of Product Innovation Management», «Industrial Relations»), статистику, общественные науки. Все издания представлены без эмбарго, некоторые с глубоким архивом.

Wiley InterScience. Подписка на полные тексты 13 журналов издательства Wiley. Проводился выбор наиболее цитируемых и престижных изданий по тематике ГУ-ВШЭ. В подписке «Strategic Management Journal», «Journal of Applied Econometrics», «Public Administration and Development», «International Journal of Finance & Economics», «Human Resource Management» и др. Все издания предсталены с 1996–97 г. по 2007 г. в полном тексте.

Taylor & Francis. Все журналы издательства «Taylor & Francis», включая выходящие под принадлежащей ему маркой «Routledge». Всего более 1000 изданий, в том числе по экономике, бизнесу, социологии, образованию, математике, праву, психологии и

др. Примеры журналов: «Regional Studies», «Economy and Society», «Acta sociologica»,

«International Journal of Human Resource Management», «Journal of Mathematical Sociology»... Все издания представлены в полном тексте, без эмбарго. Охват — с 90-х годов по настоящее время (варьируется в зависимости от издания).

SAGE Journals Online. Содержит более 400 журналов издательства SAGE. Дисциплинарный круг: социология, психология, экономика, менеджмент, образование, а также ряд других общественных, гуманитарных, естественных и медицинских наук. В частности, представлены журналы «Sociology», «Personality and Social Psychology Bulletin», «Organization Studies», «Journal of the Academy of Marketing 94 Science», «Journal of Conflict Resolution», «Politics & Society» и др. Издания представлены в полном тексте, без эмбарго. Охват — с 1999 г. по настоящее время.

Oxford Journals. Содержит более 190 журналов издательства Oxford University Press по всему спектру дисциплин (90 изданий по социальным и гуманитарным наукам). Охват

— с 1996 г. по настоящее время (глубина архива варьируется от издания к изданию; у 24-х изданий по общественным и экономическим наукам имеются глубокие архи- вы, вплоть до самого первого номера).

Cambridge Journals Online. Содержит более 110 журналов издательства Cambridge University Press, практи- чески все публикации CUP по общественным и гуманитарным наукам. Охват — с 1997 г. по настоящее время (глубина архива варьируется от издания к изданию).

Издания ACM. Публикации Association for Computing Machinery (ACM) — одной из наиболее авторитетных организаций, занимающейся развитием информатики и компьютерных наук. Более 40 научных и практических журналов, труды более 200 различных конференций, информационные бюллетени и др. Издания по программированию, вычислительной технике, телекоммуникациям, управлению информационными системами и т. д. Наибольшая глубина архива — до 1950 г. НЭБ. Содержит издания по математике, экономике, социологии, политологии, праву, информатике и др. Охват — с 1995-1999 г. по настоящее время.

Nature Publishing Group Издательство Nature Publishing Group (NPG) выпускает журнал «Nature» — вероятно, наиболее прославленное научное издание широкого профиля, обладающее к тому же самым высоким индексом цитирования. Представлены номера с 1997 г. по настоящее время. Кроме этого имеется доступ к четырем другим журналам издательства: «Nature Methods», «Nature Nanotechnology», «Nature Physics» и

«Nature Materials». ScienceОдин из ведущих мультидисциплинарных научных журналов. Всемирно известное научно-популярное издание публикуется Американской ассоциацией по развитию науки (AAAS), содержит обзоры новейших разработок в естественных и прикладных науках, освещает новости научного мира и комментирует их. Охват — с 1997 г. по настоящее время.

## Задание:

1. Найти, перечислить и дать краткое описание российских баз данных научных журналов.
2. Перечислить источники, базы данных научной литературы.

# Практическое занятие

## «Анализ результатов эксперимента. Обзор методов статистического анализа данных»

**Основные сведения из теории**

Статистические данные – это совокупность объектов (наблюдений, случаев) и признаков (переменных), их характеризующих. Например, объекты исследования – страны мира и признаки, – географические и экономические показатели их характеризующие: континент; высота местности над уровнем моря; среднегодовая температура; место страны в списке по качеству жизни, доли ВВП на душу населения; расходы общества на здравоохранение, образование, армию; средняя продолжительность жизни; доля безработицы, безграмотных; индекс качества жизни и т.д.

Переменные – это величины, которые в результате измерения могут принимать различные значения.

Независимые переменные – это переменные, значения которых в процессе экперимента можно изменять, а зависимые переменные – это переменные, значения которых можно только измерять.

Выделяют следующие методы анализа данных:

* Корреляционный анализ. Между переменными (случайными величинами) может существовать функциональная связь, проявляющаяся в том, что одна из них определяется как функция от другой. Но между переменными может существовать и связь другого рода, проявляющаяся в том, что одна из них реагирует на изменение другой изменением своего закона распределения. Такую связь называют стохастической. Корреляционный анализ позволяет установить силу и направление стохастической взаимосвязи между переменными (случайными величинами).
* Регрессионный анализ. В регрессионном анализе моделируется взаимосвязь одной случайной переменной от одной или нескольких других случайных переменных. При этом, первая переменная называется зависимой, а остальные – независимыми.
* Канонический анализ. Канонический анализ предназначен для анализа зависимостей между двумя списками признаков (независимых переменных), характеризующих объекты. Например, можно изучить зависимость между различными неблагоприятными факторами и появлением определенной группы симптомов заболевания, или взаимосвязь между двумя группами клинико-лабораторных показателей (синдромов) больного.
* Методы сравнения средних. В прикладных исследованиях часто встречаются случаи, когда средний результат некоторого признака одной серии экспериментов отличается от среднего результата другой серии. Так как средние это результаты измерений, то, как правило, они всегда различаются, вопрос в том, можно ли объяснить обнаруженное расхождение средних неизбежными случайными ошибками эксперимента или оно вызвано определенными причинами.
* Дисперсионный анализ можно определить как параметрический, статистический метод, предназначенный для оценки влияния различных факторов на результат эксперимента, а также для последующего планирования экспериментов. Поэтому в дисперсионном анализе можно исследовать зависимость количественного признака от одного или нескольких качественных признаков факторов. Если рассматривается один

фактор, то применяют однофакторный дисперсионный анализ, в противном случае используют многофакторный дисперсионный анализ.

* Частотный анализ. Таблицы частот, или как еще их называют одновходовые таблицы, представляют собой простейший метод анализа категориальных переменных. Таблицы частот могут быть с успехом использованы также для исследования количественных переменных, хотя при этом могут возникнуть трудности с интерпретацией результатов. Данный вид статистического исследования часто используют как одну из процедур разведочного анализа, чтобы посмотреть, каким образом различные группы наблюдений распределены в выборке, или как распределено значение признака на интервале от минимального до максимального значения. Как правило, таблицы частот графически иллюстрируются при помощи гистограмм.
* Кросстабуляция (сопряжение) – процесс объединения двух (или нескольких) таблиц частот так, что каждая ячейка в построенной таблице представляется единственной комбинацией значений или уровней табулированных переменных. Кросстабуляция позволяет совместить частоты появления наблюдений на разных уровнях рассматриваемых факторов.
* Анализ соответствий. Анализ соответствий по сравнению с частотным анализом содержит более мощные описательные и разведочные методы анализа двухвходовых и многовходовых таблиц. Метод, так же, как и таблицы сопряженности, позволяет исследовать структуру и взаимосвязь группирующих переменных, включенных в таблицу. В классическом анализе соответствий частоты в таблице сопряженности стандартизуются (нормируются) таким образом, чтобы сумма элементов во всех ячейках была равна 1.
* Кластерный анализ. Кластерный анализ – это метод классификационного анализа; его основное назначение – разбиение множества исследуемых объектов и признаков на однородные в некотором смысле группы, или кластеры.
* Дискриминантный анализ. Дискриминантный анализ включает статистические методы классификации многомерных наблюдений в ситуации, когда исследователь обладает так называемыми обучающими выборками. Этот вид анализа является многомерным, так как использует несколько признаков объекта, число которых может быть сколь угодно большим. Цель дискриминантного анализ состоит в том, чтобы на основе измерения различных характеристик (признаков) объекта классифицировать его, т. е. отнести к одной из нескольких заданных групп (классов) некоторым оптимальным способом.
* Факторный анализ. Факторный анализ – один из наиболее популярных многомерных статистических методов. Если кластерный и дискриминантный методы классифицируют наблюдения, разделяя их на группы однородности, то факторный анализ классифицирует признаки (переменные), описывающие наблюдения. Поэтому главная цель факторного анализа – сокращение числа переменных на основе классификация переменных и определения структуры взаимосвязей между ними.
* Деревья классификации. Деревья классификации – это метод классификационного анализа, позволяющий предсказывать принадлежность объектов к тому или иному классу в зависимости от соответствующих значений признаков, характеризующих объекты. Признаки называются независимыми переменными, а переменная, указывающая на принадлежность объектов к классам, называется зависимой. В отличие от классического дискриминантного анализа, деревья классификации способны выполнять одномерное ветвление по переменными различных типов категориальным,

порядковым, интервальным. Не накладываются какие-либо ограничения на закон распределения количественных переменных.

* Анализ главных компонент и классификация. На практике часто возникает задача анализа данных большой размерности. Метод имеет сходство с факторным анализом в постановочной части решаемых задач, но имеет ряд существенных отличий: при анализе главных компонент не используются итеративные методы для извлечения факторов; наряду с активными переменными и наблюдениями, используемыми для извлечения главных компонент, можно задать вспомогательные переменные и/или наблюдения; затем вспомогательные переменные и наблюдения проектируются на факторное пространство, вычисленное на основе активных переменных и наблюдений; перечисленные возможности позволяют использовать метод как мощное средство для классификации одновременно переменных и наблюдений.
* Многомерное шкалирование. Метод можно рассматривать как альтернативу факторному анализу, в котором достигается сокращение числа переменных, путем выделения латентных (непосредственно не наблюдаемых) факторов, объясняющих связи между наблюдаемыми переменными. Цель многомерного шкалирования – поиск и интерпретация латентных переменных, дающих возможность пользователю объяснить сходства между объектами, заданными точками в исходном пространстве признаков.
* Моделирование структурными уравнениями (причинное моделирование). Наметившийся в последнее время прогресс в области многомерного статистического анализа и анализа корреляционных структур, объединенный с новейшими вычислительными алгоритмами, послужил отправной точкой для создания новой, но уже получившей признание техники моделирования структурными уравнениями (SEPATH). Эта необычайно мощная техника многомерного анализа включает методы из различных областей статистики, множественная регрессия и факторный анализ получили здесь естественное развитие и объединение.
* Методы анализа выживаемости. Методы анализа выживаемости первоначально были развиты в медицинских, биологических исследованиях и страховании, но затем стали широко применяться в социальных и экономических науках, а также в промышленности в инженерных задачах (анализ надежности и времен отказов).
* Временные ряды. Временные ряды – это наиболее интенсивно развивающееся, перспективное направление математической статистики. Под временным (динамическим) рядом подразумевается последовательность наблюдений некоторого признака Х (случайной величины) в последовательные равноотстоящие моменты t.
* Нейронные сети. Нейронные сети представляют собой вычислительную систему, архитектура которой имеет аналогию с построением нервной ткани из нейронов. На нейроны самого нижнего слоя подаются значения входных параметров, на основании которых нужно принимать определенные решения. Например, в соответствии со значениями клинико-лабораторных показателей больного надо отнести его к той или иной группе по степени тяжести заболевания. Эти значения воспринимаются сетью как сигналы, передающиеся в следующий слой, ослабляясь или усиливаясь в зависимости от числовых значений (весов), приписываемых межнейронным связям. В результате на выходе нейрона верхнего слоя вырабатывается некоторое значение, которое рассматривается как ответ – отклик всей сети на входные параметры. Для того, чтобы сеть работала ее надо «натренировать» (обучить) на данных для которых известны значения входных параметров и правильные отклики на них.
* Карты контроля качества. В условиях современного мира чрезвычайно актуальным является проблема качества не только выпускаемой продукции, но и услуг оказываемых населению.

## Задание:

1. Для каждого вида метода анализа данных предложить эксперимент, исследование в котором его можно использовать.

# Практическое занятие

## «MS EXCEL для обработки результатов научного эксперимента»

**Основные сведения из теории**

Статистика (немец. Statistik, от латинского status  состояние) рассматривается как наука о методах изучения массовых явлений. Некоторые процессы, наблюдаемые в массовом количестве, обнаруживают определенные закономерности, которые, однако невозможно заметить в отдельном случае или же при небольшом числе наблюдений. Можно дать и иную формулировку: статистика  это наука, занимающаяся сбором и анализом данных о событиях, носящих массовый характер. При этом под данными принято понимать любой вид зарегистрированной информации. Явления, которые в случае событий массового характера отличаются определенной закономерностью, однако не обнаруживаются на основе единичного наблюдения, называются массовыми явлениями. Сама такая закономерность называется статистической закономерностью. Статистическая закономерность возникает в тех случаях, когда а) в исследуемом процессе действует один общий комплекс причин и когда б) наряду с этим в каждом отдельном случае действуют особые дополнительные причины, всякий раз иные. При этом сами причины, которые определяют массовые процессы, принято делить на две категории:  основные причины, которые действуют во всех случаях;  побочные (вторичные) причины, которые проявляются только в от- дельных случаях.

Статистическая закономерность проявляться более отчетливо в случае действия закона больших чисел. Этот закон отражает закономерности, присущие случайным событиям массового характера. При большом количестве наблюдений влияние случайных факторов взаимно уравновешивается и вступают в действие главные причины, которые отражаются в некотором постоянстве средних чисел. Например, каждый покупатель в магазине выбирает именно тот товар, который в данный момент ему нужен. Но в целом по магазину можно сравнительно точно предвидеть общий объем спроса, его структуру за год, от- дельные сезоны и даже дни недели. Для выявления конкретных закономерностей покупательского спроса и нужна статистическая информация, отображающая специфику спроса по дням недели, времени года и в целом за год. Для выполнения закона больших чисел важно соблюсти определенные условия.

1. Исследуемый массив должен быть однородным, т.е. быть одинакового качества. Это означает, что все элементы массива подпадают под действие одних и тех же основных причин. В противном случае могут возникнуть иные основные факторы и тогда общую картину выявить окажется невозможным. Однородна ли данная статистическая масса  этого нельзя установить на основе статистического исследования. Для этого нужен качественный анализ, который проводится методами, применяемыми в соответствующих областях науки (физические, экономические и т.д.).
2. Побочные причины, воздействующие на разные элементы массива, должны быть независимыми друг от друга или же мало зависимыми. Таким образом, не может быть хорошей статистики там, где нет достаточно многочисленных, однородных и независимых данных. Если это условие не соблюдено, то отсутствует и подлинная статистика.

Мощным инструментальным средством при выполнении статистических исследований является использование компьютерной техники. В этой связи широкое распространение в деловой сфере (понимай – в коммерческой деятельности) получили специальные пакеты прикладных программ. Они позволяют обеспечить весьма впечатляющую быстроту статистических расчетов, высокую надежность и достоверность результатов, возможность легко представлять данные в аналитической, графической или табличной формах. Среди подобных программ большой известностью пользуется приложение Microsoft Excel, которое включает в себя программную надстройку "Пакет анализа" и богатую библиотеку из большого числа статистических функций.

## Задание:

1. Проанализировать возможности MS EXCEL для обработки результатов научного эксперимента.
2. Проанализировать возможности MS EXCEL для обработки данных финансовых, материальных, информационных потоков на предприятии.

# Практическое занятие

## «MATLAB для обработки результатов научного эксперимента»

**Основные сведения из теории**

Формализация задачи и применение численных методов позволяют использовать хорошо изученные приемы решения и стандартное (универсальное) математическое обеспечение ЭВМ.

Применение ЭВМ повышает эффективность научных исследований, позволяет проводить моделирование сложных объектов и явлений.

Математическое моделирование включает следующие шаги:

1. выбор расчетной схемы и определение необходимой детализации;
2. математическое описание (составление системы уравнений);
3. выбор метода решения;
4. приведение модели (включающей уравнения, метод, исходные данные и начальные условия) к виду, удобному для решения на ЭВМ;
5. составление программы для ЭВМ;
6. проведение расчетов (моделирование);
7. при необходимости повторить шаги 3 - 6;
8. анализ результатов;
9. при необходимости повторить шаги 1 - 8;
10. оформление отчета (описание, схемы, рисунки, графики, формулы);
11. при необходимости повторить шаги 1 - 10, 3 - 10, 8 - 10.

Развитие ЭВМ и программного обеспечения приводит к ускорению и облегчению выполнения каждого шага моделирования.

До недавнего времени преобладал традиционный подход, отработанный на “больших” ЭВМ.

При этом каждый этап был изолирован от других и рассчитан на работу специализированной группы. Так постановкой задачи занимались “постановщики”, разрабатывали методы решения и программировали математики и программисты, обработкой на ЭВМ и построением графиков решения занимались операторы и т.д. Большое количество времени (человеческого и машинного) требовалось на отладку программ. Решение на ЭВМ проводилось в основном в пакетном режиме. Т.е. закладывали пакет входных данных (на перфокартах, магнитных лентах или в другом виде) и получали выходные данные (в основном на бумаге, реже на магнитном носителе).

При традиционном подходе хорошо решаются многовариантные задачи на хорошо отработанных моделях. Многомодельные системы в основном используются в дорогих САПР.

Увеличение быстродействия ЭВМ и развитие графического интерфейса позволило получать и отображать результаты в графическом виде в темпе решения, что значительно сократило объем промежуточных распечаток и бумажных отчетов.

На шаге 3 широко используются стандартные пакеты прикладных программ, для которых есть обоснование и контрольные примеры. Программисты со стажем наверняка помнят знаменитый пакет прикладных научных подпрограмм SSPLIB для ЕС ЭВМ, значительно расширивший вычислительные возможности языка Фортран.

Модульный состав пакета соответствует модульной структуре самого Фортрана и широко используемого в то время подхода: наработка необходимого набора методов решения и ряда моделей для определенного класса задач.

При системном подходе к моделированию должен рассматриваться весь комплекс вопросов: планирование, проведение и обработка результатов вычислительного эксперимента.

Важной задачей является обработка результатов вычислений. На этом этапе используются методы, хорошо зарекомендовавшие себя при экспериментах с реальными объектами. Результаты, полученные на математических моделях, могут быть сравнимы с результатами натурного эксперимента.

Первые персональные компьютеры в основном облегчали этап оформления результатов моделирования (шаг 10). Здесь используются текстовые редакторы, графические редакторы, программы построения графиков.

Наверное, нет смысла перечислять все текстовые редакторы, которые в разное время использовались для оформления научно-технических отчетов. Однако, на наш взгляд, особое (историческое) место занимает Лексикон, с использование которого можно было получить печатный текст, похожий на машинописный, как требовалось по ГОСТу.

Для построения графиков результатов использовался известный многим пакет GRAPHER, первые версии которого работали еще под MS DOS.

Современные пакеты подготовки печатной продукции включают средства оформления текста, подготовки математических формул, графиков, схем, таблиц. Современные технологии позволяют подготовить документ, включающий как объекты документы других типов или гиперссылки на другие документы и программы обработки.

Наибольшее применение (по количеству) в задачах моделирования получили персональные компьютеры. Изначально широкое их использование определялось не их быстродействием, а возможностью гармонично настроить рабочее место исследователя, организовать передачу данных между задачами, получить законченный отчет.

В последние годы в развитии программного обеспечения для персональных ЭВМ прослеживается тенденция применения интегрированных пакетов, включающих наряду со специализированными программами и программы подготовки отчетов.

Пакет MATLAB

Модульный подход к моделированию прослеживается и в современных пакетах.

Одним их из них является MATLAB фирмы “The MathWorks Inc” (USA), который по существу переместился с “больших” машин на персональные компьютеры.

Система MATLAB предназначена для выполнения инженерных и научных расчетов и высококачественной визуализации получаемых результатов. Эта система применяется в математике, вычислительном эксперименте, имитационном моделировании.

В пакет входит множество хорошо проверенных численных методов (решателей), операторы графического представления результатов, средства создания диалогов. Отличительной особенностью MATLAB по сравнению с обычными языками программирования является матричное представление данных и большие возможности матричных операций над данными. Используя пакет MATLAB можно как из кубиков построить довольно сложную математическую модель, или написать свою программу (весьма похожую на Фортран-программу). А можно используя SIMULINK и технологию визуального моделирования составить имитационную модель или систему автоматического регулирования.

Гибкий язык MATLAB дает возможность инженерам и ученым легко реализовывать свои идеи. Мощные численные методы и графические возможности позволяют проверять предположения и новые возникающие идеи, а интегрированная среда дает возможность быстро получать практические результаты.

Сегодня MATLAB используется во множестве областей, среди которых обработка сигналов и изображений, проектирование систем управления, финансовые расчеты и медицинские исследования. Его открытая архитектура делает возможным использование MATLAB и сопутствующих продуктов для исследования данных и создания собственных инструментов, использующих функциональные возможности MATLAB.

Для проектирования систем управления, цифровой обработки сигналов, коммуникационных систем широко используется Simulink, позволяющий моделировать динамические системы, оценивать их работу, модифицировать проект с помощью графических блок-диаграмм. Simulink - это интерактивная среда для моделирования и анализа широкого класса динамических систем.

Благодаря тесной интеграции с MATLAB, Simulink имеет непосредственный доступ к широкому диапазону средств проектирования и анализа. Традиционный подход к проектированию систем обычно заключается в создании прототипа, за которым следует всестороннее тестирование и внесение соответствующих изменений. Этот подход требует больших временных и финансовых затрат. Эффективной и общепринятой альтернативой является имитационное моделирование. Simulink - мощный инструмент для моделирования, обеспечивающий быстрое построение и тестирование виртуальных прототипов, и дающий доступ к любому уровню детализации проекта с минимальными

усилиями. Используя Simulink для итеративного исправления проекта до построения прототипа, инженер может разработать проект быстро и эффективно.

## Задание:

1. Проанализировать возможности MATLAB для обработки результатов научного эксперимента.
2. Подготовить доклад по все возможностям MATLAB.