

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н.И. Вавилова»

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНОЛОГИИ И МАШИН ЛЕСНОГО
ХОЗЯЙСТВА

Краткий курс лекций

для аспирантов 2 курса

Направление подготовки

35.06.04 Технологии и средства механизации и энергетическое оборудование в
сельском, лесном и рыбном хозяйстве

Профиль подготовки

Технология и машины лесозаготовок и лесного хозяйства

Саратов 2014

Введение

Одной из наиболее важных задач, стоящих перед специалистами лесного хозяйства становится изучение современных методов проведения научного эксперимента; современных методов анализа и интерпретации результатов научного эксперимента; методов планирования и проведения натурального и математического эксперимента; статистических процедур, применяемых для обработки информации.

На формирование способности подготавливать технические задания на разработку проектных решений, разрабатывать эскизные, технические и рабочие проекты технических разработок с использованием средств автоматизации проектирования и передового опыта разработки конкурентоспособных видов техники, участвовать в рассмотрении различной технической документации, подготавливать необходимые обзоры, отзывы, заключения направлен данный курс лекций.

Лекция 1

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ КУРСА

1.1 Наука

Наука - это непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества и мышления, получаемых и превращаемых в непосредственную производительную силу общества в результате специальной деятельности людей.

Науку можно рассматривать в различных измерениях:

- 1) как специфическую форму общественного сознания, основу которой составляет система знаний;
- 2) как процесс познания закономерностей объективного мира;
- 3) как определенный вид общественного разделения труда;
- 4) как один из важных факторов общественного развития и как процесс производства знаний и их использование.

Правильность научного знания определяется не только логикой, но прежде всего обязательной проверкой его на практике. Научные знания принципиально отличаются от слепой веры, от беспрекословного признания истинным того или иного положения, без какого-либо логического его обоснования и практической проверки. Раскрывая закономерные связи действительности, наука выражает их в абстрактных понятиях и схемах, строго соответствующих этой действительности.

Основным признаком и главной функцией науки является познание объективного мира. Наука создана для непосредственного выявления существенных сторон всех явлений природы, общества и мышления.

Цель науки - познание законов развития природы и общества и воздействие на природу на основе использования знаний для получения полезных обществу результатов. Пока соответствующие законы не открыты, человек может лишь описывать явления, собирать, систематизировать факты, но он ничего не может объяснить и предсказать.

Развитие науки идет от сбора факторов, их изучения и систематизации, обобщения и раскрытия отдельных закономерностей к связанной, логически стройной системе научных знаний, которая позволяет объяснить уже известные факты и предсказать новые.

Путь познания определяется от живого созерцания к абстрактному мышлению и от последнего к практике.

Процесс познания включает накопление фактов. Без систематизации и обобщения, без логического осмысления фактов не может существовать ни одна наука. Но хотя факты - это воздух ученого, сами по себе они еще не наука. Факты становятся составной частью научных знаний, когда они выступают в систематизированном, обобщенном виде.

Факты систематизируют и обобщают с помощью простейших абстракций — понятий (определений), являющихся важными структурными элементами науки. Наиболее широкие понятия называют категориями. Это самые общие абстракции. К категориям относятся философские понятия о форме и содержании явлений, в теоретической экономике - это товар, стоимость и т. д.

Важная форма знаний - принципы (постулаты), аксиомы. Под принципом понимают исходные положения какой-либо отрасли науки. Они являются начальной формой систематизации знаний (аксиомы евклидовой геометрии, постулат Бора в квантовой механике и т. д.).

Наиболее высокой формой обобщения и систематизации знаний является теория. Под теорией понимают учение об обобщенном опыте (практике), формулирующее научные принципы и методы, которые позволяют обобщить и познать существующие процессы и явления, проанализировать действие на них разных факторов и предложить рекомендации по использованию их в практической деятельности людей.

Наука включает в себя также методы исследования. Под методом понимают способ теоретического исследования или практического осуществления какого-либо явления или процесса. Метод - это инструмент для решения главной задачи науки - открытия объективных законов действительности. Метод определяет необходимость и место

применения индукции и дедукции, анализа и синтеза, сравнения теоретических и экспериментальных исследований.

В настоящее время все большее значение приобретает в качестве общего математический метод исследования, т.е. метод количественного изучения явлений и процессов. Это обусловлено бурным развитием кибернетики, вычислительной математики и ЭВМ.

Существует три группы основных возможностей повысить эффективность науки и научно-технического прогресса.

Возможности одной группы находятся в сфере непосредственной творческой деятельности исследователей и состоят в повышении методологического уровня научной работы, в выдвижении новых, более глубоких идей, в освоении перспективных методов исследований.

Возможности второй - в сфере управления научным процессом и состоят в создании наиболее благоприятных условий для плодотворного труда всех категорий работников науки и по всему спектру современного научного процесса.

Возможности третьей заключаются в совершенствовании социального, прежде всего экономического, механизма, способствующего быстрейшему освоению научных результатов производством и общественной практики в целом.

1.2 Научное исследование

Формой осуществления и развития науки является научное исследование, т. е. изучение с помощью научных методов явлений и процессов, анализ влияния на них различных факторов, а также изучение взаимодействия между явлениями с целью получить убедительно доказанные и полезные для науки и практики решения с максимальным эффектом.

Цель научного исследования - определение конкретного объекта и всестороннее, достоверное изучение его структуры, характеристик, связей на основе разработанных в науке принципов и методов познания, а также получение полезных для деятельности человека результатов, внедрение в производство с дальнейшим эффектом.

Основой разработки каждого научного исследования является методология, т. е. совокупность методов, способов, приемов и их определенная последовательность, принятая при разработке научного исследования. В конечном счете методология - это схема, план решения поставленной научно-исследовательской задачи.

Научное исследование должно рассматриваться в непрерывном развитии, базироваться на увязке теории с практикой.

Важную роль в научном исследовании играют возникающие при решении научных проблем познавательные задачи, наибольший интерес из которых представляют эмпирические и теоретические.

Эмпирические задачи направлены на выявление, точное описание и тщательное изучение различных факторов рассматриваемых явлений и процессов. В научных исследованиях они решаются с помощью различных методов познания: наблюдением и экспериментом.

Наблюдение — это метод познания, при котором объект изучают без вмешательства в него; фиксируют, измеряют лишь свойства объекта, характер его изменения.

Эксперимент - это наиболее общий эмпирический метод познания, в котором производят не только наблюдения и измерения, но и осуществляют перестановку, изменения объекта исследования и т. д. В этом методе можно выявить влияние одного фактора на другой. Эмпирические методы познания играют большую роль в научном исследовании. Они не только являются основой для подкрепления теоретических предпосылок, но часто составляют предмет нового открытия, научного исследования. Теоретические задачи направлены на изучение и выявление причин, связей, зависимостей, позволяющих установить поведение объекта, определить и изучить его структуру, характеристику на основе разработанных в науке принципов и методов познания. В

результате полученных знаний формулируют законы, разрабатывают теорию, проверяют факты и др. Теоретические познавательные задачи формулируют таким образом, чтобы их можно было проверить эмпирически.

В решении эмпирических и сугубо теоретических задач научного исследования важная роль принадлежит логическому методу познания, позволяющему на основе умозаключительных трактовок объяснять явления и процессы, выдвигать различные предложения и идеи, устанавливать пути их решения. Этот метод базируется на результатах эмпирических исследований.

Результаты научных исследований оценивают тем выше, чем выше научность сделанных выводов и обобщений, чем достовернее они и эффективнее. Они должны создавать основу для новых научных разработок.

По целевому назначению научные исследования бывают теоретические и прикладные.

Теоретические исследования направлены на создание новых принципов. Это обычно фундаментальные исследования. Цель их - расширить знания общества и помочь более глубоко понять законы природы. Такие разработки используют в основном для дальнейшего развития новых теоретических исследований, которые могут быть долгосрочными, бюджетными и др.

Прикладные исследования направлены на создание новых методов, на основе которых разрабатывают новое оборудование, новые машины и материалы, способы производства и организации работ и др. Они должны удовлетворять потребность общества в развитии конкретной отрасли производства. Прикладные разработки могут быть долгосрочными и краткосрочными, бюджетными или хоздоговорными.

Исследовательскую работу выполняют в определенной последовательности. Процесс выполнения включает в себя шесть этапов:

- 1) формулирование темы;
- 2) формулирование цели и задач исследования;
- 3) теоретические исследования;
- 4) экспериментальные исследования;
- 5) анализ и оформление научных исследований;
- 6) внедрение и эффективность научных исследований.

Каждое научное исследование имеет тему. Темой могут быть различные вопросы науки и техники. Обоснование темы это важный этап в разработке научного исследования.

Научные исследования классифицируют по различным признакам:

а) по видам связи с общественным производством - научные исследования, направленные на создание новых процессов, машин, конструкций и т. д., полностью используемых для повышения эффективности производства;

- научные исследования, направленные на улучшение производственных отношений, повышение уровня организации производства без создания новых средств труда;

- теоретические работы в области общественных, гуманитарных и других наук, которые используются для совершенствования общественных отношений, повышения уровня духовной жизни людей и др.;

б) - по степени важности для народного хозяйства

- работы, выполняемые по заданию министерств и ведомств;

- исследования, выполняемые по плану (по инициативе) научно-исследовательских организаций;

в) в зависимости от источников финансирования

- госбюджетные, финансируемые из средств государственного бюджета;

- хоздоговорные, финансируемые в соответствии с заключаемыми договорами между организациями-заказчиками, которые используют научные исследования в данной отрасли, и организациями, которые выполняют исследования;

г) по длительности разработки: долгосрочные, разрабатываемые в течение нескольких лет; краткосрочные, выполняемые обычно за один год.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение термина наука?.
2. Что является основным признаком и главной функцией науки?
3. Что понимается под методом теоретического исследования или практического осуществления?
4. Какие этапы включает в себя исследовательская работа?
5. Каким образом классифицируют научные исследования?

Список литературы

Основная

1. Новые технические и технологические решения лесопромышленных производств: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированного специалиста 250400 (656300) "Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств" по специальности 250401 (260100) "Лесоинженерное дело" / [Ю. А. Ширнин и др.]. - Йошкар-Ола, 2009. - 235 с.

Дополнительная

1. *Винокуров, В. Н.* Машины и механизмы лесного хозяйства и садово-паркового строительства : учебник для вузов / В. Н. Винокуров, Г. В. Силаев, А. А. Золотаревский ; под ред. В. Н. Винокурова. – М. : Академия, 2004. – 400 с.
2. *Застенский, Л. С.* Машины и механизмы лесного хозяйства : учеб. пособие / Л. С. Застенский ; МГУЛ. – М., 2005. – 240 с.
3. *Зима, И. М.* Механизация лесохозяйственных работ / И. М. Зима, Т. Т. Малюгин. – М. : Лесная промышленность, 1976. – С. 349–350.
4. *Ильин, Г. П.* Механизация работ в зелёном строительстве / Г. П. Ильин. – М. : Стройиздат, 1985. – С. 52–62.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ И ТВОРЧЕСТВА

2.1 Сущность научного знания

Под термином «наука» обычно понимается сфера деятельности людей, функцией которой является выработка и теоретическая систематизация объективных знаний о действительности. В настоящее время наука превратилась в непосредственную производительную силу и в важнейший социальный институт, оказывающий влияние на все сферы жизнедеятельности общества. Сейчас насчитывается более 15 тыс. дисциплин, в научной сфере задействовано свыше 5 млн профессиональных ученых, количество научных журналов исчисляется несколькими сотнями тысяч.

Основным субъектом науки, т.е. носителем сознательной целенаправленной деятельности в этой области, являются научные работники, коллективы ученых и вспомогательный персонал. Объектами науки принято считать все состояния бытия, которые становятся сферой приложения активности субъекта. Заметим, что объектом науки нередко становятся теоретические конструкции, которым нет непосредственного аналога в природном окружении. Например, в природе нет идеального газа, однако этой конструкцией широко пользуются ученые в конкретных областях естественно-научных исследований. Это существенно отличает науку от обыденного чувственного восприятия действительности.

Упомянем одну особенность науки. Если в искусстве и литературе то или иное произведение настолько тесно связано с автором, его создавшим, что не будь этого автора произведение просто не существовало бы, то в науке положение принципиально иное. Теории И. Ньютона, Ч. Дарвина, А. Эйнштейна и т.д. отражают черты индивидуальности своих создателей, которые сделали гениальные открытия в области естествознания. Однако эти теории рано или поздно все равно появились бы, поскольку они составляют необходимый этап развития науки. Об этом свидетельствуют факты из истории науки, когда к одним и тем же идеям приходят разные ученые независимо друг от друга.

Основная цель научной деятельности — получение знаний о реальности. Под знанием понимают форму существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека, который в своей деятельности отражает (идеально воспроизводит) объективные закономерные связи реального мира. Термин «знание» употребляется в трех основных смыслах:

- способности, умения, навыки, которые базируются на осведомленности, как что-либо сделать, осуществить;
- любая познавательная значимая информация;
- особая познавательная единица, существующая во взаимосвязи с практикой. Следует заметить, что понятия «истинное знание» и «знание» не совпадают, поскольку последнее может быть недоказанным, непроверенным (гипотезы) или неистинным знанием (заблуждение).

Научное знание строится и организуется по определенным законам. Отличительные качества научного знания - систематизированность и обоснованность. Для научной систематизации знания (классификации) характерны стремление к полноте, ясное представление об основаниях систематизации и их непротиворечивости. Здесь многое определяет специфический научный метод - процедура получения знания, позволяющая впоследствии его воспроизвести, проверить и передать другому. Элементами научного знания являются факты, закономерности, теории, научные картины мира. Обоснованность, доказательность получаемого знания - характерные признаки научности. Важнейшими способами обоснования эмпирического знания являются проверка наблюдениями и экспериментами, обращение к первоисточникам, статистическим данным. При обосновании теоретических концепций обязательными требованиями, предъявляемыми к ним, выступают их непротиворечивость, соответствие эмпирическим

данным, возможность описывать известные явления и предсказывать новые. Обоснование научного знания, приведение его в стройную, единую систему всегда было одним из важнейших факторов развития науки.

Познание как процесс отражения действительности.

Процесс отражения и воспроизведения действительности в мышлении субъекта, результатом которого является новое знание о мире, называется познанием. Непосредственные функции научного познания - описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности, и это позволяет управлять поведением изучаемых объектов и создавать системы с заранее заданным поведением. Описание заключается в фиксации результатов опыта (эксперимента или наблюдения) с помощью систем обозначения, принятых в науке. В процессе объяснения происходит раскрытие сути изучаемого объекта через постижение закона, которому подчиняется данный объект. Научное предвидение - это определение и описание на основе научных законов явлений природы и общества, которые не известны в данный момент, но могут возникнуть или быть изучены в будущем. Важнейшей формой научного предвидения является прогнозирование - выработка суждений о состоянии какого-либо объекта или явления в будущем (например, прогноз погоды). Это вероятностное суждение о будущем строится на основе специальных научных исследований и возможно благодаря тому, что мир един, а деление на наблюдаемый и ненаблюдаемый, на изученный и неизученный мир происходит в процессе мышления.

Одна из конечных целей научного познания - быть воплощенным на практике, т.е. в целенаправленной деятельности людей по освоению и преобразованию действительности. Часто эта деятельность связана с развитием техники - совокупности искусственных органов, средств (прежде всего орудий труда), предназначенных для усиления и расширения возможностей человека по преобразованию природы и использования в этом процессе ее сил и закономерностей. Основное назначение техники - облегчение и повышение эффективности трудовых усилий человека, освобождение его от работы в опасных условиях, улучшение его жизни в целом.

2.2 Средства и методы науки

Прогресс научного познания существенно зависит от развития используемых наукой средств наблюдения и экспериментальных установок. Так, создание радиотелескопов стало революционным событием в постижении Космоса, превратив астрономию во всеволновую. Микроскоп открыл человеку новые миры, а современный электронный микроскоп позволяет видеть даже атомы, которые несколько десятилетий назад считались принципиально ненаблюдаемыми и существование которых еще в начале XX в. вызывало сомнение. Физика элементарных частиц не могла бы развиваться без специальных установок, подобных синхрофазотронам.

Для проведения экспериментов и наблюдений сегодня активно используются космические корабли, подводные лодки, различного рода научные станции, специально организованные заповедники. Научные исследования требуют приборов и эталонов, которые позволяют зафиксировать те или иные свойства реальности и дать им количественную и качественную оценку, что предполагает создание специальных средств обработки результатов наблюдения и эксперимента.

Однако основным средством науки, в частности естествознания, были и остаются ее методы. В научном познании истинным должен быть не только его конечный результат (система научных знаний), но и ведущий к нему путь, т.е. метод. Естествознание и его отрасли имеют не только свой предмет, но и свою систему методов, обусловленных этим предметом. Под методом в самом широком смысле слова понимают путь исследования. Методологией именуют систему определенных принципов, приемов и операций, применяемых в той или иной сфере деятельности (в науке, политике, искусстве и т.п.), а также учение об этой системе.

Метод - совокупность правил, приемов, способов, норм познания и действия. Это есть

система предписаний, принципов, требований, которые ориентируют субъекта в решении конкретной задачи, достижении результата в данной сфере деятельности. Метод организует поиск истины, позволяет экономить силы и время, двигаться к цели кратчайшим путем.

Основная функция метода - регулирование познавательной и иных видов деятельности. При этом не следует ни недооценивать (или вовсе отвергать) роль метода и методологии в естествознании, ни преувеличивать, абсолютизировать значение метода как простого и доступного «инструмента» научного открытия.

В естествознании постоянно происходит взаимообмен методами и приемами исследования. Например, во второй половине XX в. полезным оказалось применение методов физики и химии к изучению биологических систем и систем, рассматриваемых в рамках наук о Земле. Однако сущность и специфику последних физическими и химическими методами уловить не удастся. Для этого нужны свои собственные - геологические, биологические, географические и др. - методы и приемы исследования.

Характеристика основных методов науки

Рассмотрим основные методы, используемые в науке. Диалектика - учение о наиболее общих законах развития природы, общества и познания и основанный на этом учении метод мышления и действия.

Абстрагирование - мысленное отвлечение от несущественных свойств, связей, отношений предметов и одновременное выделение, фиксирование одной или нескольких интересующих исследователя сторон этих предметов. Известно несколько способов абстрагирования. Абстрагирование отождествления происходит посредством образования понятий через объединение их в особый класс, т.е. путем отождествления предметов, связанных отношениями типа равенства. Изолирующая абстракция - выделение свойств и отношений, неразрывно связанных с предметами, и обозначение их определенными «именами», что придает таким абстракциям статус самостоятельных предметов (например, «белизна», «устойчивость» и т.д.).

Анализ - метод познания, содержанием которого является совокупность приемов и закономерностей расчленения предметов исследования на составные его части. Прямой, или эмпирический, анализ применяется на этапе поверхностного ознакомления с объектом исследования и дает возможность познать явление, однако недостаточен для проникновения в сущность явлений. Возвратный, или элементарно-теоретический, анализ применяется для постижения сущности исследуемого объекта, позволяя познать причинно-следственные связи и закономерности. Структурно-генетический анализ применяется для выявления в сложном явлении таких элементов, которые представляют самое главное в них, некую элементарную единицу, оказывающую решающее влияние на все остальные стороны сущности объекта. Анализу противопоставляется синтез - метод познания, содержанием которого является совокупность приемов и закономерностей соединения отдельных частей предмета в единое целое. Выделяют виды синтеза, аналогичные видам анализа, о которых было сказано выше.

Говоря о степени универсальности методов и области их применения, отметим, что существуют:

- методы мышления (теоретические методы), содержащие правила, следуя которым можно получить научное знание;
- методы эмпирического исследования — правила наблюдений, экспериментов и т.д.;
- методы, которые используются как на эмпирическом, так и на теоретическом уровне исследования.

2.3 Структура и уровни научного знания

Структура научного знания.

В самом простом виде структуру научного знания можно представить в виде следующего ряда: фактический материал; первоначальные обобщения в понятиях и других абстракциях; научные предположения (гипотезы); законы, принципы и теории;

философские установки; методы, идеалы и нормы научного познания; социокультурные основания; стиль мышления.

Научные картины мира и концепции складываются из научных фактов, гипотез, проблем, принципов, законов, теорий и т.д. Научные факты - это факты, установленные путем наблюдения или экспериментов. Гипотеза - вид знания предположительного характера, истинность или ложность которого еще предстоит доказать. Научная проблема - осознанные вопросы, для ответа на которые недостаточно имеющихся знаний. Научные принципы - наиболее общие и важные фундаментальные положения теории. Законы науки - теоретические утверждения, выражающие существенные связи явлений. Научная теория - систематизированные знания в совокупности, объясняющие множество фактов и описывающие посредством системы законов определенный фрагмент реальности.

Уровни научного знания и их соотношение.

Научное знание включает в себя два основных взаимосвязанных, но качественно различных уровня - *эмпирический* и *теоретический*. Каждый из них выполняет определенные функции и располагает специфическими методами исследования.

Фундаментом науки являются твердо установленные факты, полученные эмпирическим, т.е. опытным, путем, например совокупность эмпирических данных, полученных в результате астрономических наблюдений за перемещениями небесных тел. Эмпирические знания являются результатом непосредственного контакта с реальностью в наблюдении или эксперименте. На эмпирическом уровне происходит не только накопление фактов, но и их первичная систематизация и классификация, что позволяет выявлять эмпирические законы и правила, которым подчиняются наблюдаемые явления. На этом уровне исследуемый объект отражается преимущественно в своих внешних связях и проявлениях, в которых выражаются внутренние отношения.

Среди *эмпирических* методов выделяют несколько основных:

- наблюдение - целенаправленное восприятие явлений объективной действительности; необходимо, чтобы наблюдение не вносило какие-либо изменения в изучаемую реальность;

- эксперимент - наблюдение за объектами и явлениями в специально созданных и контролируемых условиях, когда изучаемый объект ставится в особые, специфические и варьируемые условия, чтобы выявить его существенные характеристики и возможности их изменения под влиянием внешних факторов;

- измерение - выявление количественных характеристик изучаемой реальности. В результате измерения происходит сравнение объектов по каким-либо сходным свойствам или сторонам;

- описание - фиксация средствами естественного или искусственного языка сведений об объектах и явлениях;

- сравнение - одновременное выявление соотношения и оценка общих для двух или более объектов свойств или признаков.

Теоретический уровень подразумевает использование таких методов познания, как формализация, когда происходит построение абстрактных моделей, раскрывающих сущность изучаемых процессов действительности; аксиоматизация, с помощью которой строят теории на основе аксиом - утверждений, доказательства истинности которых не требуется; гипотетико-дедуктивный метод, в рамках которого создаются системы дедуктивно связанных между собой гипотез, из которых выводятся утверждения об эмпирических фактах.

К числу основных компонентов теоретического уровня знания относятся проблема, гипотеза и теория. Проблема - форма знания, содержанием которого является то, что еще не познано, но что нужно познать, т.е. это знание о незнании, вопрос, возникший в ходе познания и требующий ответа; проблема включает два основных этапа движения познания - постановку и решение. Гипотеза - это знание в форме предположения, сформулированного на основе ряда фактов. Гипотетическое знание носит вероятностный, а не достоверный характер и требует проверки, обоснования. В результате доказательства одни из выдвинутых гипотез становятся теорией, другие видоизменяются, уточняются и

конкретизируются, третьи отбрасываются как заблуждения, если проверка дает отрицательный результат. Решающей проверкой истинности гипотезы является практика во всех своих формах, а вспомогательную роль играет логический (теоретический) критерий истины.

Наиболее развитой формой научного знания является теория- знание, дающее целостное отображение закономерных и существенных связей в определенной области действительности. Теория строится для целей объяснения объективной реальности. Главная задача теории заключается в том, чтобы описать, систематизировать и объяснить все множество данных эмпирического уровня. При этом следует иметь в виду, что теория описывает непосредственно не окружающую действительность, а идеальные объекты, которые в отличие от реальных характеризуются не бесконечным, а вполне определенным количеством свойств. Так, механика описывает не реальные процессы, с которыми человек имеет дело в действительности, а процессы, относящиеся к идеальным объектам, например материальным точкам, которые описываются очень небольшим количеством свойств, а именно массой и возможностью находиться в пространстве и во времени.

Помимо идеальных объектов в теории задаются взаимоотношения между ними, которые описываются законами. Кроме того, из первичных идеальных объектов можно конструировать производные объекты. В итоге теория, которая описывает свойства идеальных объектов, взаимоотношения между ними, а также свойства конструкций, образованных из первичных идеальных объектов, способна описать все то многообразие данных, которые получены на эмпирическом уровне. Для этого на основе исходных идеальных объектов строится теоретическая модель конкретного явления и предполагается, что эта модель в существенных своих сторонах, в определенных отношениях соответствует тому, что есть в действительности.

Теоретический уровень знания обычно расчленяется на две составляющие - фундаментальные теории и теории, которые описывают конкретную область реальности, базируясь на этих фундаментальных теориях. Так, механика описывает материальные точки и взаимоотношения между ними, а на основе ее принципов строятся различные конкретные теории, описывающие те или иные области реальности. Например, для описания поведения небесных тел строится небесная механика в предположении, что Солнце - центральное тело, обладающее большой массой, а планеты - материальные точки, движущиеся вокруг центрального тела по законам механики и закону всемирного тяготения.

Роль теории в науке, в частности в естествознании, определяется тем, что здесь объект умственно контролируется, поэтому, вообще говоря, теоретический объект можно описать как угодно детально и получить в принципе как угодно далекие следствия из теоретических представлений. Если исходные абстракции верны, можно быть уверенным, что и следствия из них будут верны. Сила теории состоит в том, что она может развиваться без прямого контакта с действительностью, но при условии, что исходные принципы соотносятся с действительностью.

Особо следует подчеркнуть, что граница между эмпирическим и теоретическим уровнями условна и подвижна: теоретический уровень опирается на данные эмпирического уровня, а эмпирическое знание не свободно от теоретических представлений, оно обязательно погружено в определенный теоретический контекст. Например, на экспериментальной фотографии, сделанной в магнитном поле, появились спиральные линии. Из теории известно, что в магнитном поле заряженные частицы движутся по спирали, причем электроны - в одну сторону, а позитроны - в другую, поэтому делается вывод, что на фотографии - след движущегося электрона или позитрона. Если теоретических представлений в исследуемой области нет, эти траектории ничего не скажут. Таким образом, не следует абсолютизировать один уровень в ущерб другому, сводя все научное знание в целом к эмпирическому его уровню либо игнорируя эмпирические данные.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается сущность научного знания?
2. Какие средства и методы науки Вы знаете?
3. Какие уровни научного знания Вы знаете?
4. В чем заключается главная задача теории?

Список литературы

Основная

1. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Дашков и К⁰, 2009 - 244 с. ISBN 978-5-7695-8720-7
2. Лебединский В. В., Безуглов И. Г., Безуглов А. И. Основы научных исследований: учеб. пособие. – М.: Академический проект, 2008 – 194 с. ISBN 978-5-7695-7949-3
3. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология: учеб. пособие. - М.:-СИНТЕГ, 2007 – 668 с. ISBN 978-5-7695-9136-5

Дополнительная

1. Свиридов Л.Т. Основы научных исследований: учеб. пособие. - Воронеж, ВГЛТА, 2003 - 212 с.
2. Доспехов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / 4е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1979 - 416 с.

Лекция 3

СПОСОБНОСТИ, ТАЛАНТ И КАЧЕСТВА НЕОБХОДИМЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЮ

3.1 Понятия о способностях

Способности - это такие психологические особенности человека, от которых зависит успешность приобретения знаний, умений, навыков, но которые сами к наличию этих знаний, навыков и умений не сводятся. В противном случае оценка на экзамене, ответ у доски, удачно или неудачно выполненная контрольная работа позволили бы сделать окончательное заключение о способностях человека. Между тем данные психологических исследований и педагогического опыта свидетельствуют о том, что иногда человек, первоначально что-то не умевший и тем невыгодно отличавшийся от окружающих, в результате обучения начинает чрезвычайно быстро овладевать навыками и умениями и вскоре обгоняет всех на пути к мастерству. У него проявляются большие, чем у других, способности. Способности и знания, способности и умения, способности и навыки не тождественны друг другу. По отношению к навыкам, умениям и знаниям способности человека выступают как некоторая возможность. Подобно тому как брошенное в почву зерно является лишь возможностью по отношению к колосу, который может вырасти из этого зерна лишь при условии, что структура, состав и влажность почвы, погода и т.д. окажутся благоприятными, способности человека являются лишь возможностью для приобретения знаний и умений. А будут или не будут приобретены эти знания и умения, превратится ли возможность в действительность, зависит от множества условий. В число условий входят, например, следующие: будут ли окружающие люди (в семье, школе, трудовом коллективе) заинтересованы в том, чтобы человек овладел этими знаниями и умениями: как его будут обучать, как будет организована трудовая деятельность, в которой эти умения и навыки понадобятся и закрепятся, и т.д. Способности - это возможность, а необходимый уровень мастерства в том или ином деле - это действительность. Выявившиеся у ребенка музыкальные способности ни в коей мере не являются гарантией того, что ребенок будет музыкантом. Для того чтобы это произошло, необходимо специальное обучение, настойчивость, проявленная педагогом и ребенком, хорошее состояние здоровья, наличие музыкального инструмента, нот и многих других условий, без которых способности могут заглухнуть, так и не развившись. Психология, отрицая тождество способностей и существенно важных компонентов деятельности - знаний, навыков и умений, подчеркивает их единство. Способности обнаруживаются только в деятельности, которая не может осуществляться без наличия этих способностей. Нельзя говорить о способностях человека к рисунку, если его не пытались обучать рисовать, если он не приобрел никаких навыков, необходимых для изобразительной деятельности. Только в процессе специального обучения рисунку и живописи может выясниться, есть ли у обучающегося способности. Это обнаружится в том, насколько быстро и легко он усваивает приемы работы, цветовые отношения, научается видеть прекрасное в окружающем мире. Серьезной психологической ошибкой педагога являются скоропалительные, без серьезной проверки утверждения, что у данного школьника нет способностей, на том лишь основании, что ребенок не овладел еще необходимыми умениями и навыками, прочными знаниями, сложившимися приемами работы. Известно немало случаев, когда в детстве человек не встречал со стороны окружающих признания тех способностей, дальнейшее развитие которых принесло ему заслуженную славу. Альберт Эйнштейн в средней школе считался весьма заурядным учеником, и ничего, казалось бы, не предвещало его грядущей гениальности. В чем же выражается единство способностей, с одной стороны, и умений, знаний и навыков - с другой? Способности обнаруживаются не в знаниях, умениях и навыках, как таковых, а в динамике их приобретения, т. е. в том, насколько при прочих равных условиях быстро, глубоко, легко и прочно осуществляется процесс овладения знаниями и умениями, существен-но важными для данной деятельности. Говоря о способностях, необходимо охарактеризовать их

качественные и количественные особенности. Для педагога в равной мере важно знать, и к чему обнаруживает способности ученик, а следовательно, какие индивидуально-психологические особенности его личности вовлекаются в процесс деятельности как обязательное условие ее успешности (качественная характеристика способностей), и в какой мере способен ученик выполнять требования, предъявляемые деятельностью, насколько быстрее, легче и основательнее он овладевает навыками, умениями и знаниями по сравнению с другими (количественная характеристика способностей).

3.2 Талант. Его происхождение и структура

Высшую ступень развития способностей называют талантом. Талант - это сочетание способностей, дающее человеку возможность успешно, самостоятельно и оригинально выполнять какую-либо сложную трудовую деятельность. Так же как и способности, талант представляет собой лишь возможность приобретения высокого мастерства и значительных успехов в творчестве. В конечном счете творческие достижения зависят от общественно-исторических условий существования людей. Нельзя ставить знак равенства между талантом как потенциальной возможностью создания значительных ценностей в науке, искусстве и социальной жизни и реализацией этих возможностей в продуктах материальной и духовной культуры общества. То, какие дарования получают наиболее благоприятные условия для полноценного развития, зависит от потребностей эпохи и особенностей конкретных задач, которые стоят перед государством. В период войн бурно развиваются полководческие таланты, в мирное время - инженерные, конструкторские и т.д.

Талант - это сочетание способностей, их совокупность. Отдельно взятая, изолированная способность не может быть аналогом таланта, даже если она достигла очень высокого уровня развития и ярко выражена. Об этом, в частности, свидетельствуют обследования людей, обладавших феноменальной памятью. Между тем именно в памяти, ее прочности и емкости многие готовы видеть эквивалент таланта. С середины 20-х до конца 50-х годов группа московских психологов проводила эксперименты с испытуемым С.Ш., обладавшим феноменальной памятью. Удивительные мнемические способности С.Ш. не вызывали ни у кого сомнений. Однако они не нашли в конечном счете никакого применения (кроме демонстрирования на эстраде). В созидательной деятельности человека память - это лишь один из факторов, от которого зависят успешность и продуктивность творчества. Не в меньшей степени они зависят от гибкости ума, наличия богатой фантазии, сильной воли, глубоких интересов и других психологических качеств. С.Ш. не развил у себя других способностей, кроме способности запоминать, и поэтому не достиг успехов в творчестве, которые соответствовали бы его удивительному дарованию. Конечно, хорошо развитая память - важная способность, отвечающая требованиям многих видов деятельности. Самых обычных объемов и прочности памяти достаточно для того, чтобы творчески, успешно и оригинально (т.е. талантливо) выполнять какую-нибудь общественно полезную деятельность. Итак, талант настолько сложное сочетание психических качеств личности, что он не может быть определен какой-либо одной-единственной способностью, пусть это даже будет такая ценная способность, как высокая продуктивность памяти. Скорее, наоборот, отсутствие или, точнее, слабое развитие какой-либо даже важной способности, как об этом свидетельствуют психологические исследования, может быть с успехом компенсировано интенсивным развитием других способностей, входящих в сложный ансамбль качеств таланта. Структура таланта определяется в конечном счете характером требований, которые предъявляет личности данная деятельность (политическая, научная, художественная, производственная, спортивная, военная и т.д.). Поэтому составляющие талант способности будут далеко не идентичны, если сравнивать, например, между собой талантливый композитор и талантливый авиаконструктор. Как известно, психологический анализ выделяет в способностях общие и специальные качества. Психологический анализ таланта, в свою очередь, позволяет выделить общие структуры способностей. Они выступают как

наиболее характерные группировки психических качеств, обеспечивающие возможность осуществления на самом высоком уровне многих видов деятельности. Этот анализ был осуществлен при изучении детей с ярко выраженной одаренностью к различным видам умственной деятельности. (Понятие "одаренность" употребляется здесь как тождественное понятию "талант", но более удобное именно для характеристики детей. Деятельность ребенка, принимая во внимание его возраст, отличается весьма относительной успешностью, самостоятельностью, оригинальностью.) Среди таких детей был и ученик V класса Саша К., который в возрасте семи лет поступил в IV класс, где не только блестяще учился, но создал своего рода труд, содержащий систематическое описание птиц, живущих в СССР; в работе было 314 страниц и огромное количество рисунков (исследования Я.С. Лейтеса). В результате изучения ряда одаренных детей удалось выявить некоторые существенно важные способности, которые в совокупности образуют структуру умственной одаренности. Первая особенность личности, которая может быть выделена на таком образом, - это внимательность, собранность, постоянная готовность к напряженной работе. На уроке ученик не отвлекается, ничего не пропускает, постоянно готов к ответу. Он отдает себя целиком тому, что его заинтересовало. Вторая особенность личности высокоодаренного ребенка, неразрывно связанная с первой, заключается в том, что готовность к труду у него перерастает в склонность к труду, в трудолюбие, в неумную потребность трудиться. Третья группа особенностей связана непосредственно с интеллектуальной деятельностью: это особенности мышления, быстрота мыслительных процессов, систематичность ума, повышенные возможности анализа и обобщения, высокая продуктивность умственной деятельности. Указанные способности, которые в целом образуют структуру умственной одаренности, по свидетельству многочисленных психологических наблюдений над одаренными детьми, проявляются у подавляющего большинства таких ребят и отличаются лишь степенью выраженности каждой из этих способностей, взятой в отдельности. Если же говорить о специфических различиях в одаренности, то они обнаруживаются главным образом в направленности интересов. Один ребенок после какого-либо периода исканий останавливается на математике, другой - на биологии, третий увлекается художественно-литературным творчеством, четвертый - историей и археологией и т.п. Дальнейшее развитие способностей каждого из этих детей происходит в конкретной деятельности, которая не может осуществляться без наличия данных способностей. Поэтому структура специальной одаренности включает комплекс приведенных выше качеств личности и дополняется рядом способностей, отвечающих требованиям конкретной деятельности. Так, установлено, что математическая одаренность характеризуется наличием специфических способностей, среди которых могут быть выделены следующие: формализованное восприятие математического материала, которое принимает характер быстрого схватывания условий данной задачи и выражения их формальной структуры (при этом конкретное содержание задачи как бы выпадает и остаются голые математические соотношения, своего рода очищенный от всех конкретных значений "скелет"); способности к выявлению сути задачи; к обобщению математических объектов, отношений и действий - нахождение за различными частными деталями общих принципов; способность к свертыванию систематических рассуждений и действий, когда вся многозначная структура рассуждения при решении задачи заменяется конкретным указанием на последовательность математических действий (исследования В.А. Крутецкого).

3.3 Природные предпосылки и способностей и таланта

Высшую ступень развития способностей называют талантом. Талант - это сочетание способностей, дающее человеку возможность успешно, самостоятельно и оригинально

Правильное понимание сущности способностей человека предполагает выяснение вопроса об их отношении к мозгу - субстрату всех психических процессов, состоянии, качествах и особенностях. Как и все индивидуально-психические особенности личности,

способности не приобретаются человеком в готовом виде, как нечто данное ему от природы, врожденное, а формируются в жизни и деятельности. На свет человек появляется без психических свойств, а лишь с общей возможностью их приобретения. Только в результате взаимодействия с действительностью и активной деятельности человеческий мозг начинает отражать окружающий мир, обнаруживая свои индивидуально-психологические качества и особенности (в том числе и способности). В таком смысле и следует понимать принятое в психологии положение, что способности не являются врожденными. Защита этой точки зрения - необходимое условие борьбы за научное понимание личности человека и его способностей. Еще Платон утверждал, что способности являются врожденными и что все знания, которыми пользуется человек - это его воспоминания о пребывании в идеальном мире "абсолютных знаний". Учение о врожденности способностей проникает в богословскую догматику. В XVII веке в трудах французского философа Декарта подобный подход фигурирует в качестве учения о "врожденных идеях". Следует иметь в виду, что ошибочное мнение, согласно которому способности даны человеку от рождения готовыми, распространено и у нас среди некоторой части родителей и даже педагогов. Это мнение является не столько порождением психологических и педагогических теорий, сколько результатом психологической и педагогической малограмотности. Иногда оно превращается в своего рода ширму педагогической пассивности и беспомощности некоторых воспитателей. По существу, эта удобная "психологическая гипотеза" (способности - готовый дар природы) освобождает от необходимости задумываться над причинами неуспеваемости того или иного ученика и принимать действенные меры к их устранению. Таким образом, отвергая концепцию врожденности способностей, психология выступает прежде всего против фатализма - представления о роковой предопределенности способностей человека природным фактором.

Вопросы для самоконтроля

2. В чем заключается сущность таланта исследователя?
2. В чем заключаются способности исследователя?
3. Какие уровни таланта Вы знаете?
4. В чем заключаются природные предпосылки способностей и таланта исследователя?

Список литературы

Основная

1. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Дашков и К⁰, 2009 - 244 с. ISBN 978-5-7695-8720-7
2. Лебединский В. В., Безуглов И. Г., Безуглов А. И. Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Академический проект, 2008 - 194 с. ISBN 978-5-7695-7949-3
3. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология: учеб. пособие. - М.:-СИНТЕГ, 2007 - 668 с. ISBN 978-5-7695-9136-5

Дополнительная

1. Свиридов Л.Т. Основы научных исследований: учеб. пособие. - Воронеж, ВГЛТА, 2003 - 212 с.

2. *Доспехов В.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / 4е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1979 - 416 с.

Лекция 4

МЕТОДИКА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

4.1 Методология теоретических исследований

Теоретические исследования должны быть творческими. Творчество — это создание по замыслу новых ценностей, новые открытия, изобретения, установление неизвестных науке фактов, создание новой, ценной для человечества информации. Опровергнуть существующие или создать новые научные гипотезы, дать глубокое объяснение процессов или явлений, которые раньше были непонятными или слабоизученными, связать воедино различные явления, т. е. найти стержень изучаемого процесса, научно обобщить большое количество опытных данных - все это невозможно без теоретического творческого мышления. Творческий процесс требует совершенствования известного решения. Совершенствование является процессом переконструирования объекта мышления в оптимальном направлении. Когда переработка достигает границ, определенных поставленной ранее целью, процесс оптимизации приостанавливается, создается продукт умственного труда. В теоретическом аспекте - это гипотеза исследования, т. е. научное предвидение. При определенных условиях процесс совершенствования приводит к оригинальному теоретическому решению. Оригинальность проявляется в своеобразной, неповторимой точке зрения на процесс или явление. Творческий характер мышления при разработке теоретических аспектов научного исследования заключается в создании представлений воображения, т. е. новых комбинаций из известных элементов, и базируется на следующих приемах: сборе и обобщении информации; постоянном сопоставлении, сравнении, критическом осмыслении; отчетливом формулировании собственных мыслей, их письменном изложении; совершенствовании и оптимизации собственных положений. Творческий процесс теоретического исследования имеет несколько стадий: знакомство с известными решениями; отказ от известных путей решения аналогичных задач; перебор различных вариантов решения; решение. Творческое решение часто не укладывается в заранее намеченное планом. Иногда оригинальные решения появляются "внезапно", после казалось бы длительных и бесплодных попыток. Чем больше известных (типичных, шаблонных) решений, тем труднее добиться оригинального решения. Часто удачные решения возникают у специалистов смежных областей, на которых не давит груз известных решений. Творческий процесс представляет по существу разрыв привычных представлений и взгляд на явления с другой точки зрения. Собственные творческие мысли, оригинальные решения возникают тем чаще, чем больше сил, труда, времени затрачивается на постоянное обдумывание объекта исследования, чем глубже научный работник увлечен исследовательской работой. Успешное выполнение теоретических исследований зависит не только от кругозора, настойчивости и целеустремленности научного работника, но и от того, в какой мере он владеет методами дедукции и индукции. Дедуктивный — это такой способ исследования, при котором частные положения выводятся из общих. Индуктивный — это такой способ исследования, при котором по частным фактам и явлениям устанавливаются общие принципы и законы. Данный способ широко применяют в теоретических исследованиях. Так, Д. И. Менделеев, используя частные факты о химических элементах, сформулировал закон, известный под названием "периодический". При теоретических исследованиях используют как индукцию, так и дедукцию. Обосновывая гипотезу научного исследования, устанавливают ее соответствие общим законам диалектики и естествознания (дедукция). В то же время гипотезу формулируют на основе частных фактов (индукция). Особую роль в теоретических исследованиях играют способы анализа и синтеза. Анализ — это способ научного исследования, при котором явление расчленяется на составные части. Синтез — противоположный анализу способ, заключающийся в исследовании явления в целом, на основе объединения связанных друг с другом элементов в единое целое. Синтез позволяет обобщать понятия,

законы, теории. Методы анализа и синтеза взаимосвязаны, их одинаково используют в научных исследованиях. При анализе явлений и процессов возникает потребность рассмотреть большое количество фактов (признаков). Здесь важно уметь выделить главное. В этом случае может быть применен способ ранжирования, с помощью которого исключают все второстепенное, не влияющее существенно на рассматриваемое явление. В научных исследованиях широко применяется способ абстрагирования, т. е. отвлечение от второстепенных фактов с целью сосредоточиться на важнейших особенностях изучаемого явления. Например, при исследовании работы какого-либо механизма анализируют расчетную схему, которая отображает основные, существенные свойства механизма. В ряде случаев используют способ формализации. Сущность его состоит в том, что основные положения процессов и явлений представляют в виде формул и специальной символики. Применение символов и других знакомых систем позволяет установить закономерности между изучаемыми фактами. В теоретических исследованиях возможны два метода: логический и исторический. Логический метод включает в себя гипотетический и аксиоматический. Гипотетический метод основан на разработке гипотезы, научного предположения, содержащего элементы новизны и оригинальности. Гипотеза должна полнее и лучше объяснить явления и процессы, подтверждаться экспериментально и соответствовать общим законам диалектики и естествознания. Этот метод исследования является основным и наиболее распространенным в прикладных науках. Гипотеза составляет суть, методологическую основу, теоретическое предвидение, стержень теоретических исследований. Являясь руководящей идеей всего исследования, она определяет направление и объем теоретических разработок. Сформулировать наиболее четко и полно рабочую гипотезу, как правило, трудно. От того, как сформулирована гипотеза, зависит степень ее приближения к окончательному теоретическому решению темы, т. е. трудоемкость и продолжительность теоретических разработок. Успех зависит от полноты собранной информации, глубины ее творческого анализа, стройности и целенаправленности методических выводов по результатам анализа, четко сформулированных целей и задач исследования, опыта и эрудиции научного работника. На стадии формулирования гипотезы теоретическую часть необходимо расчленить на отдельные вопросы, что позволит упростить их проработку. Основой для проработки каждого вопроса являются теоретические исследования, выполненные различными авторами и организациями. Научный работник на основе их глубокой проработки, критического анализа и формулирования (в случае необходимости) своих предложений развивает существующие теоретические представления или предлагает новое, более рациональное теоретическое решение темы. Аксиоматический метод основан на очевидных положениях (аксиомах), принимаемых без доказательства. По этому методу теория разрабатывается на основе дедуктивного принципа. Более широкое распространение он получил в теоретических науках (математике, математической логике и др.). Исторический метод позволяет исследовать возникновение, формирование и развитие процессов и событий в хронологической последовательности с целью выявить внутренние и внешние связи, закономерности и противоречия. Данный метод исследования используется преимущественно в общественных и, главным образом, в исторических науках. В прикладных же науках он применяется, например, при изучении развития и формирования тех или иных отраслей науки и техники. Между логическим и историческим методами существует единство, основанное на том, что любое логическое познание должно рассматриваться в историческом аспекте. В прикладных науках основным методом теоретических исследований является гипотетический. Его методология включает в себя следующее: изучение физической, химической, экономической и т. п. сущности исследуемого явления с помощью описанных выше способов познания; формулирование гипотезы и составление расчетной схемы (модели) исследования; выбор математического метода исследования модели и ее изучение; анализ теоретических исследований и разработка теоретических положений. Описание физической или экономической сущности исследуемого явления (или процесса) составляет основу теоретических разработок. Такое описание должно всесторонне

освещать суть процесса и базироваться на законах физики, химии, механики, физической химии, политэкономии и др. Для этого исследователь должен знать классические законы естественных и общественных наук и уметь их использовать применительно к рабочей гипотезе научного исследования. В последнее время все большее значение приобретают исследования по вопросам прогнозирования и экономического обоснования, а также организации производства, отражающих в комплексе сложные системы. Оптимизация структур предприятий, информационные и другие управленческие процессы занимают ведущее место в исследованиях, что обусловлено внедрением ЭВМ. Учитывая изложенное, можно более эффективно и экономно сформулировать гипотезу научного исследования и наметить план его выполнения. Первичным в познании физической и экономической сущности процессов выступают наблюдения. Любой процесс зависит от многих действующих на него факторов. Каждое наблюдение или измерение может зафиксировать лишь некоторые факторы. Для того чтобы наиболее полно понять процесс, необходимо иметь большое количество наблюдений и измерений. Выделить главное и затем глубоко исследовать процессы или явления с помощью обширной, но не систематизированной информации затруднительно. Поэтому такую информацию стремятся "сгустить" в некоторое абстрактное понятие - "модель". Под моделью понимают искусственную систему, отображающую основные свойства изучаемого объекта — оригинала. Модель — это изображение в удобной форме многочисленной информации об изучаемом объекте.

Этап теоретических разработок научного исследования включает в себя следующие основные разделы: 1) изучение физической или экономической сущности процесса, явлений; 2) формулирование гипотезы исследования, выбор, обоснование и разработка физической или экономической модели; 3) математизация модели; 4) анализ теоретических решений, формулирование выводов. Может быть принята и другая структура теоретической части исследования, например, если не удастся выполнить математические исследования, то формулируют рабочую гипотезу в словесной форме, привлекая графики, таблицы и пр. Однако необходимо стремиться к применению математизации выдвинутых гипотез и других научных выводов.

4.2 Методология экспериментальных исследований

Наиболее важной составной частью научных исследований являются эксперименты. Это один из основных способов получить новые научные знания. Более 2/3 всех трудовых ресурсов науки затрачивается на эксперименты. В основе экспериментального исследования лежит эксперимент, представляющий собой научно поставленный опыт или наблюдение явления в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за его ходом, управлять им, воссоздавать его каждый раз при повторении этих условий. От обычного, обыденного, пассивного наблюдения эксперимент отличается активным воздействием исследователя на изучаемое явление.

Основной целью эксперимента является проверка теоретических положений (подтверждение рабочей гипотезы), а также более широкое и глубокое изучение темы научного исследования.

Эксперимент должен быть проведен по возможности в кратчайший срок с минимальными затратами при самом высоком качестве полученных результатов.

Различают эксперименты естественные и искусственные.

Естественные эксперименты характерны при изучении социальных явлений (социальный эксперимент) в обстановке, например, производства, быта и т. п.

Искусственные эксперименты широко применяются во многих естественнонаучных исследованиях. В этом случае изучают явления, изолированные до требуемой степени, чтобы оценить их в количественном и качественном отношении.

Иногда возникает необходимость провести поисковые экспериментальные исследования. Они необходимы в том случае, если затруднительно классифицировать все факторы, влияющие на изучаемое явление вследствие отсутствия достаточных

предварительных данных. На основе предварительного эксперимента строится программа исследований в полном объеме.

Экспериментальные исследования бывают лабораторные и производственные.

Лабораторные опыты проводят с применением типовых приборов, специальных моделирующих установок, стендов, оборудования и т. д. Эти исследования позволяют наиболее полно и доброкачественно, с требуемой повторяемостью изучить влияние одних характеристик при варьировании других. Лабораторные опыты в случае достаточно полного научного обоснования эксперимента (математическое планирование) позволяют получить хорошую научную информацию с минимальными затратами. Однако такие эксперименты не всегда полностью моделируют реальный ход изучаемого процесса, поэтому возникает потребность в проведении производственного эксперимента.

Производственные экспериментальные исследования имеют целью изучить процесс в реальных условиях с учетом воздействия различных случайных факторов производственной среды.

Методология эксперимента — это общая структура (проект) эксперимента, т. е. постановка и последовательность выполнения экспериментальных исследований.

Методология эксперимента включает в себя следующие основные этапы:

- 1) разработку плана-программы эксперимента;
- 2) оценку измерений и выбор средств для проведения эксперимента;
- 3) проведение эксперимента;
- 4) обработку и анализ экспериментальных данных.

Приведенное количество этапов справедливо для традиционного эксперимента. В последнее время широко применяют математическую теорию эксперимента, позволяющую резко повысить точность и уменьшить объем экспериментальных исследований.

В этом случае методология эксперимента включает такие этапы: разработку плана-программы эксперимента; оценку измерения и выбор средств для проведения эксперимента; математическое планирование эксперимента с одновременным проведением экспериментального исследования, обработкой и анализом полученных данных.

Проведение эксперимента является важнейшим и наиболее трудоемким этапом. Экспериментальные исследования необходимо проводить в соответствии с утвержденным планом-программой и особенно методикой эксперимента. Приступая к эксперименту, окончательно уточняют методику его проведения, последовательность испытаний.

При сложном эксперименте часто возникают случаи, когда ожидаемый результат получают позже, чем предусматривается планом. Поэтому научный работник должен проявить терпение, выдержку, настойчивость и довести эксперимент до получения результатов.

Особое значение имеет добросовестность при проведении экспериментальных работ; недопустима небрежность, что приводит к большим искажениям, ошибкам. Нарушения этих требований — к повторным экспериментам, что продлевает исследования.

Обязательным требованием проведения эксперимента является ведение журнала. Форма журнала может быть произвольной, но должна наилучшим образом соответствовать исследуемому процессу с максимальной фиксацией всех факторов. В журнале отмечают тему НИР и тему эксперимента, фамилию исполнителя, время и место проведения эксперимента, характеристику окружающей среды, данные об объекте эксперимента и средствах измерения, результаты наблюдений, а также другие данные для оценки получаемых результатов.

Журнал нужно заполнять аккуратно, без каких-либо исправлений. При получении в одном статистическом ряду результатов, резко отличающихся от соседних измерений, исполнитель должен записать все данные без искажений и указать обстоятельства, сопутствующие указанному измерению. Это позволит установить причины искажений и квалифицировать измерения как соответствующие реальному ходу процесса или как грубые промахи.

Одновременно с измерениями исполнитель должен проводить предварительную обработку результатов и их анализ. Здесь особо должны проявляться его творческие способности. Такой анализ позволяет контролировать исследуемый процесс, корректировать эксперимент, улучшать методику и повышать эффективность эксперимента.

Особое место отведено анализу эксперимента — завершающей части, на основе которой делают вывод о подтверждении гипотезы научного исследования. Анализ эксперимента — это творческая часть исследования. Иногда за цифрами трудно четко представить физическую сущность процесса. Поэтому требуется особо тщательное сопоставление фактов, причин, обуславливающих ход того или иного процесса и установление адекватности гипотезы и эксперимента.

При обработке результатов измерений и наблюдений широко используют методы графического изображения. Графическое изображение дает наиболее наглядное представление о результатах экспериментов, позволяет лучше понять физическую сущность исследуемого процесса, выявить общий характер функциональной зависимости изучаемых переменных величин, установить наличие максимума или минимума функции.

Для графического изображения результатов измерений (наблюдений), как правило, применяют систему прямоугольных координат. Прежде чем строить график, необходимо знать ход (течение) исследуемого явления. Качественные закономерности и форма графика экспериментатору ориентировочно известны из теоретических исследований.

Точки на графике необходимо соединять плановой линией так, чтобы они по возможности ближе проходили ко всем экспериментальным точкам. Если соединить точки прямыми отрезками, то получим ломаную кривую. Она характеризует изменение функции по данным эксперимента. Обычно функции имеют плавный характер. Поэтому при графическом изображении результатов измерений следует проводить между точками плавные кривые.

Резкое искривление графика объясняется погрешностями измерений.

При графическом изображении результатов экспериментов большую роль играет выбор системы координат или координатной сетки.

Координатные сетки бывают равномерными и неравномерными. У равномерных координатных сеток ординаты и абсциссы имеют равномерную шкалу. Например, в системе прямоугольных координат длина откладываемых единичных отрезков на обеих осях одинаковая.

Из неравномерных координатных сеток наиболее распространены полулогарифмические, логарифмические, вероятностные.

Полулогарифмическая сетка имеет равномерную ординату и логарифмическую абсциссу.

Логарифмическая координатная сетка имеет обе оси логарифмические; вероятностная - ординату, обычно равномерную, и абсциссу - вероятностную шкалу.

Назначение неравномерных сеток разное. Чаще их применяют для более наглядного изображения функций. Так, многие криволинейные функции спрямляют на логарифмических сетках. Вероятностная сетка применяется в различных случаях: при обработке измерений для оценки их точности, при определении расчетных характеристик.

Большое значение имеет выбор масштаба графика, что связано с размерами чертежа и соответственно с точностью снимаемых, с него значений величин. Известно, что чем крупнее масштаб, тем выше точность снимаемых значений. Однако, как правило, графики не превышают размеров 20x15 см, что является удобным при составлении отчетов.

Масштаб по координатным осям обычно применяют разный. От его выбора зависит форма графика - он может быть плоским (узким) или вытянутым (широким) вдоль оси.

Расчетные графики, имеющие максимум (минимум) функции или какой-либо сложный вид, особо тщательно необходимо вычерчивать в зонах изгиба. На таких участках количество точек для вычерчивания графика должно быть значительно больше, чем на главных участках.

Вопросы для самоконтроля

3. В чем заключается методология теоретических исследований?
2. В чем заключаются методология экспериментальных исследований?
3. Какие уровни анализа теоретических исследований Вы знаете?
4. В чем заключаются анализ экспериментальных исследований?

Список литературы

Основная

1. *Шкляр М. Ф.* Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Дашков и К⁰, 2009 - 244 с. ISBN 978-5-7695-8720-7
2. *Лебединский В. В., Безуглов И. Г., Безуглов А. И.* Основы научных исследований: учеб. пособие. – М.: Академический проект, 2008 – 194 с. ISBN 978-5-7695-7949-3
3. *Новиков А. М., Новиков Д. А.* Методология: учеб. пособие. - М.:-СИНТЕГ, 2007 – 668 с. ISBN 978-5-7695-9136-5

Дополнительная

1. *Свиридов Л.Т.* Основы научных исследований: учеб. пособие. - Воронеж, ВГЛТА, 2003 - 212 с.
2. *Доспехов В.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / 4е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1979 - 416 с.

Лекция 5

ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

5.1 Классификация методов математико-статистической обработки данных

Методы математико-статистической обработки данных – математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе исследования, могут обобщаться, приводиться в систему, выявляя скрытые в них закономерности.

Классификация методов:

Методы обработки данных	
<i>Первичные</i> (первичной обработки) с их помощью получаем показатели, непосредственно отражающие результаты производимых измерений. Самая элементарная статистика $M, M_o, M_d, \overline{S^2}, \sqrt{S^2}$.	<i>Вторичные</i> (вторичной обработки) методы с помощью которых на базе первичных выявляют скрытые статистические закономерности.

5.2 Понятие о кривой распределения

Частота (f) – это число, которое показывает, сколько раз встречается в выборке каждое частное значение изучаемого признака.

Совокупность полученных частот образует распределение первичных результатов.

При графическом представлении результатов (рис. 1.) и при достаточно большом количестве измерений, т. е. большой выборке (см, ниже), кривая распределения чаще всего имеет характерный, колоколообразный вид. Такое распределение первичных результатов получило название нормального, или Гауссова, распределения. Нормальное распределение от других возможных распределений отличается рядом простых свойств. Прежде всего оно однозначно определяется всего лишь двумя параметрами, а именно: средней арифметической величиной (M) и среднеквадратичным отклонением (σ) или дисперсией (S). Мода (M_o) и медиана (M_e) этого распределения совпадают со значением средней арифметической величины. Кроме того, форма нормального распределения симметрична относительно центра, т. е. местоположения M, M_o и M_e .

Иногда нормальное распределение подвергают операции нормирования, полагая среднеарифметическую величину равной нулю, а среднеквадратичное отклонение равным ± 1 . Наряду с нормальным распределением результатом эксперимента часто встречаются асимметричные распределения и бимодальные (рис. 1.).

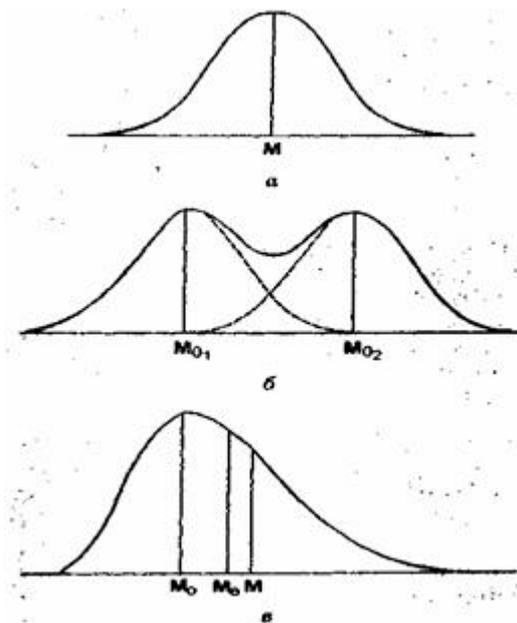


Рис. 1. Виды распределения первичных результатов:

а – нормальное распределение,

б – бимодальное распределение,

в – асимметричное распределение.

M – средняя арифметическая величина;

Mo1, и *Mo2* – моды двух максимальных классов частот;

Me - медиана: прерывистыми линиями показано, что бимодальное распределение может быть получено путем сдвига двух нормальных распределений друг относительно друга.

Под **выборкой** понимается все **множество значений** изучаемой переменной величины, зарегистрированное в эксперименте. Объем выборки измерений принято обозначать символом *N*. Обработка результатов любого исследования начинается с представления их в удобной для обозрения форме.

5.3 Меры центральных тенденций (первичные методы)

Одним из способов описания результатов исследовательской работы является представление числовых значений исследуемых показателей.

На основе графического и табличного методов представления первичных данных может быть произведен расчет статистик. Цель этих вычислений – с помощью нескольких информативных показателей дать компактную математическую оценку исследованию.

Показатели, описывающие выборку Ю. Н. Тюрин, А. А. Макаров (1998) предлагают разделить на 4 группы:

1. *Показатели положения* описывают положение данных на числовой оси: минимальный и максимальный показатели, меры центральных тенденций.

2. *Показатели разброса* описывают степень разброса данных относительно своего центра: показатели изменчивости, коэффициент эксцесса.

3. *Показатели асимметрии* характеризуют степень симметричности распределения данных около своего центра: коэффициент асимметрии, гистограмма и др.

4. Показатели, описывающие закон распределения, дают представление о законе распределения данных: диаграммы, таблицы частот и т. д.

Меры центральных тенденций – это величины, во круг которых группируются остальные данные. Они используются для сжатия и обобщения «сырых» показателей и сравнения между собой серий величин.

Наиболее часто используемыми мерами центральных тенденций являются – среднее арифметическое, медиана, мода.

1.) Выборочная средняя или средняя арифметическая ($M = \bar{X}$) результат суммирования исходных данных (X_i), деленные на их общее число.

Как статистический показатель выборочная средняя представляет собой среднюю оценку изучаемого в ходе исследования психологического качества. Сравнивая непосредственно средние значения двух выборок, мы можем судить об относительной степени развития оцениваемого качества (у какой из групп средний показатель больше, следовательно, у данной группы и качество развито сильнее).

Среднее арифметическое вычисляется по формуле:

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

, где n – общее число данных (кол-во испытуемых);

X_i – результат (показатель) i -того испытуемого;

\sum – знак суммирования; $i \in [1; n]$.

Пример: Высчитаем арифметическую среднюю для выборки из 3-х испытуемых:

$X_1=2$;

$$X_2=5; \quad M = \bar{X} = \frac{1}{3} \cdot (2+5+4) = \frac{11}{3} \approx 4;$$

$$X_3=4. \quad M = \bar{X} \approx 4.$$

2.) Медиана (M_E, M_d) – значение изучаемого признака, которое делит выборку, упорядоченную по величине данного признака пополам.

Это не отдельное измерение, а точка в последовательном ряду данных на измерительной шкале, выше или ниже которой находятся по половине наблюдений.

Вычисление медианы не сгруппированных данных, упорядоченных по степени их возрастания или убывания:

а) нечетное количество результатов:

$$5, 7, 9, 13, 17, 18, 20, 21, 22 \quad M_E=17$$

б) четное количество данных:

$$5, 7, 9, 13, 17, 18, 20, 21, 22, 23 \quad M_E=(17+18):2=17,5$$

Если наблюдение содержит четное количество признаков, то M_E есть точка, лежащая посередине между двумя центральными значениями, когда они упорядочены.

3.) Мода (M_0) – это показатель, наиболее часто встречающийся в выборке. Моду определяют, когда необходимо быстро получить предварительные данные о выборке или когда результаты представлены в номинативной шкале.

4.) *Дисперсия* ($\overline{S^2}$) – характеризует, насколько каждое частное значение отклоняется от средней величины в данной выборке

Чем больше дисперсия, тем больше отклонение или разброс данных, тем более неоднородна группа по показателям.

$$\overline{S^2} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \overline{X})^2$$

, где n – общее число данных (кол-во испытуемых);
 X_i – результат (показатель) i -того испытуемого;
 \overline{O} – арифметическая средняя;
 \sum – знак суммирования; $i \in [1; n]$.

Пример: Вычислим дисперсию следующей последовательности показателей:

$$X_1=2; \quad \overline{S^2} = \frac{1}{3} ((2-4)^2 + (5-4)^2 + (4-4)^2) = \frac{1}{3} \cdot (4+1+0) = \frac{5}{3};$$

$$X_2=5; \quad \overline{S^2} = \frac{5}{3}.$$

$$X_3=4$$

$$M=4$$

5.) *Стандартное отклонение* или *среднее квадратичное отклонение* (σ – сигма) – это мера разнообразия показателей, входящих в группу. Оно показывает, на сколько в среднем отклоняется каждая варианта от средней арифметической.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (\tilde{O}_i - \overline{X})^2}{n}}$$

Вопросы для самоконтроля

4. В чем заключается методы математико-статистической обработки?
2. В чем смысл понятия кривая распределения?
3. Какие первичные методы обработки результатов исследований Вы знаете?
4. В чем заключаются статистические показатели исследований?

Список литературы

Основная

1. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Дашков и К⁰, 2009 - 244 с. ISBN 978-5-7695-8720-7
2. Лебединский В. В., Безуглов И. Г., Безуглов А. И. Основы научных исследований: учеб. пособие. – М.: Академический проект, 2008 – 194 с. ISBN 978-5-7695-7949-3
3. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология: учеб. пособие. - М.:-СИНТЕГ, 2007 – 668 с. ISBN 978-5-7695-9136-5

Дополнительная

1. Свиридов Л.Т. Основы научных исследований: учеб. пособие. - Воронеж, ВГЛТА, 2003 - 212 с.
2. Доспехов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / 4е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1979 - 416 с.

Лекция 6

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ

6.1 Статистический ряд. Гистограмма

При большом числе наблюдений (порядка сотен) простая статистическая совокупность перестает быть удобной формой записи статистического материала - она становится слишком громоздкой и мало наглядной. Для придания ему большей компактности и наглядности статистический материал должен быть подвергнут дополнительной обработке - строится так называемый «статистический ряд».

Предположим, что в нашем распоряжении результаты наблюдений над непрерывной случайной величиной X , оформленные в виде простой статистической совокупности. Разделим весь диапазон m_i наблюдаемых значений X на интервалы или «разряды» и подсчитаем количество значений, приходящееся на каждый i -й разряд. Это число разделим на общее число наблюдений n и найдем частоту, соответствующую данному разряду:

$$p_i^* = \frac{m_i}{n} \quad (6.1.1)$$

Сумма частот всех разрядов, очевидно, должна быть равна единице.

Построим таблицу, в которой приведены разряды в порядке их расположения вдоль оси абсцисс и соответствующие частоты. Эта таблица называется статистическим рядом:

l_i	$x_1; x_2$	$x_2; x_3$...	$x_i; x_{i+1}$...	$x_k; x_{k+1}$
p_i^*	p_1^*	p_2^*	...	p_i^*	...	p_k^*

Здесь l_i - обозначение i -го разряда x_i, x_{i+1} - его границы; p_i^* - соответствующая частота; k - число разрядов.

При группировке наблюдаемых значений случайной величины по разрядам возникает вопрос о том, к какому разряду отнести значение, находящееся в точности на границе двух разрядов. В этих случаях можно рекомендовать (чисто условно) считать данное значение принадлежащим в равной мере к обоим разрядам и прибавлять к числам m_i , того и другого разряда по 1/2.

Число разрядов, на которые, следует группировать статистический материал, не должно быть слишком большим (тогда ряд распределения становится невыразительным, и частоты в нем обнаруживают незакономерные колебания); с другой стороны, оно не должно быть слишком малым (при малом числе разрядов свойства распределения описываются статистическим рядом слишком грубо). Практика показывает, что в большинстве случаев рационально выбирать число разрядов порядка 10 – 20. Чем богаче и однороднее статистический материал, тем большее число разрядов можно выбирать при составлении статистического ряда. Длины разрядов могут быть как одинаковыми, так и различными. Проще, разумеется, брать их одинаковыми. Однако при оформлении данных о случайных величинах, распределенных крайне неравномерно, иногда бывает удобно выбирать в области наибольшей плотности распределения разряды более узкие, чем в области малой плотности.

Статистический ряд часто оформляется графически в виде так называемой

гистограммы. Гистограмма строится следующим образом. По оси абсцисс откладываются разряды, и на каждом из разрядов как их основании строится прямоугольник, площадь которого равна частоте данного разряда. Для построения гистограммы нужно частоту каждого разряда разделить на его длину и полученное число взять в качестве высоты прямоугольника. В случае равных по длине разрядов высоты прямоугольников пропорциональны соответствующим частотам. Из способа построения гистограммы следует, что полная площадь ее равна единице.

6.2 Статистические показатели ряда распределений

Статистический ряд распределения - это упорядоченное распределение единиц совокупности на группы по определенному признаку. В зависимости от признака, положенного в основу образования ряда распределения, различают атрибутивные и вариационные ряды распределения.

Атрибутивными называют ряды распределения, построенные по качественным признакам, то есть признакам, не имеющим числового выражения (распределение по видам труда, по полу, по профессии и т.д.). Атрибутивные ряды распределения характеризуют состав совокупности по тем или иным существенным признакам. Взятые за несколько периодов, эти данные позволяют исследовать изменение структуры.

Вариационными рядами называют ряды распределения, построенные по количественному признаку. Любой вариационный ряд состоит из двух элементов: вариантов и частот. *Вариантами* называются отдельные значения признака, которые он принимает в вариационном ряду, то есть конкретное значение варьирующего признака.

Частотами называются численности отдельных вариантов или каждой группы вариационного ряда, то есть это числа, которые показывают, как часто встречаются те или иные варианты в ряду распределения. Сумма всех частот определяет численность всей совокупности, ее объем. *Частостями* называются частоты, выраженные в долях единицы или в процентах к итогу. Соответственно сумма частостей равна 1 или 100%.

В зависимости от характера вариации признака различают три формы вариационного ряда: ранжированный ряд, дискретный ряд и интервальный ряд.

Ранжированный вариационный ряд - это распределение отдельных единиц совокупности в порядке возрастания или убывания исследуемого признака. Ранжирование позволяет легко разделить количественные данные по группам, сразу обнаружить наименьшее и наибольшее значения признака, выделить значения, которые чаще всего повторяются.

Дискретный вариационный ряд характеризует распределение единиц совокупности по дискретному признаку, принимающему только целые значения. Например, тарифный разряд, количество детей в семье, число работников на предприятии и др.

Если признак имеет непрерывное изменение, которые в определенных границах могут принимать любые значения («от - до»), то для этого признака нужно строить *интервальный вариационный ряд*.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается понятие статистического ряда?
2. Что такое гистограмма?
3. Какие статистические показатели ряда распределений Вы знаете?
4. В чем заключаются понятие вариационного ряда?

Список литературы

Основная

1. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Дашков и К⁰, 2009 - 244 с. ISBN 978-5-7695-8720-7

2. *Лебединский В. В., Безуглов И. Г., Безуглов А. И.* Основы научных исследований: учеб. пособие. – М.: Академический проект, 2008 – 194 с. ISBN 978-5-7695-7949-3

3. *Новиков А. М., Новиков Д. А.* Методология: учеб. пособие. - М.:-СИНТЕГ, 2007 – 668 с. ISBN 978-5-7695-9136-5

Дополнительная

1. *Свиридов Л.Т.* Основы научных исследований: учеб. пособие. - Воронеж, ВГЛТА, 2003 - 212 с.

2. *Доспехов В.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / 4е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1979 - 416 с.

Лекция 7

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ

7.1 Корреляционный анализ

Корреляционный анализ – это совокупность методов обнаружения так называемой корреляционной зависимости между случайными величинами.

Для двух случайных величин X и Y корреляционный анализ состоит из следующих этапов:

- построение корреляционного поля и составление корреляционной таблицы;
- вычисление выборочного коэффициента корреляции;
- проверка статической гипотезы о значимости корреляционной связи.

Рассмотрим подробнее каждый из указанных этапов.

Корреляционное поле и корреляционная таблица являются исходными данными при корреляционном анализе. Пусть (x_k, y_k) , $k = 1, 2, \dots, n$ – результаты парных наблюдений над случайными величинами X и Y . Изображая полученные результаты в виде точек в декартовой системе координат, получим корреляционное поле. По характеру расположения точек поля можно составить предварительное представление о форме зависимости случайных величин (например, о том, что одна из них в среднем возрастает или убывает с возрастанием другой).

Пример 7.1. Исследование зависимости между среднемесячными доходами X на семью (в тыс. у.е.) и расходами Y на покупку кондитерских изделий (в у.е.) представлено в таблице:

X	4,8	3,8	5,4	4,2	3,4	4,6	3,4	4,8	5,0	3,8	5,2	4,0	3,8	4,6	4,4
Y	75	68	78	71	64	73	66	75	75	65	77	69	67	72	70

Построить корреляционное поле и сделать предварительный вывод о форме зависимости случайных величин.

Решение. Корреляционное поле, построенное по статистическим данным, приведено на рис. 7.1.

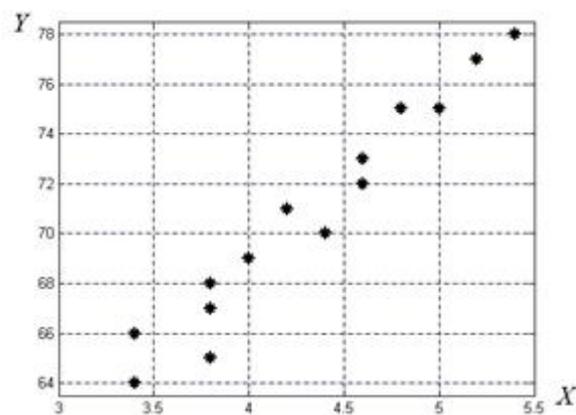


Рис. 7.1.

Анализ рис. 7.1 позволяет сделать вывод о наличии сильной линейной статистической связи между среднемесячными доходами семьи и затратами на приобретение ею кондитерских изделий. При этом связь имеет положительную тенденцию, т.е. с ростом переменной X наблюдается увеличение отклика Y .

При большом объеме выборки результаты группируются и представляются в виде корреляционной таблицы.

Пример 7.2. По 20 туристическим фирмам были установлены затраты X на рекламу и количества туристов Y , воспользовавшихся услугами каждой фирмы. В таблице фирмы ранжированы по величине затрат на рекламу:

Порядковый номер фирмы	Затраты на рекламу, усл. ден. ед.	Количество туристов, воспользовавшихся услугами фирмы, чел.
1	8	800
2	8	850
3	8	720
4	9	850
5	9	800
6	9	880
7	9	950
8	9	820
9	10	900
10	10	1000
11	10	920
12	10	1060
13	10	950
14	11	900
15	11	1200
16	11	1150
17	11	1000
18	12	1200
19	12	1100
20	12	1000

Построить корреляционную таблицу и сделать предварительный вывод о форме зависимости случайных величин.

Решение. Исходные данные, ранжированные по величине затрат на рекламу, уже могут быть использованы при ответе на вопрос о наличии или отсутствии корреляционной связи. Этот простейший прием обнаружения связи называется сопоставлением двух параллельных рядов. Согласно этому элементарному приему, значения факторного признака X располагают в неубывающем порядке и затем прослеживают направление изменения результивного признака Y .

По таблице можно видеть, что в целом для всей совокупности фирм увеличение затрат на рекламу приводит к увеличению количества туристов, пользующихся услугами фирмы. Хотя в отдельных случаях наличие такой зависимости может не усматриваться. Например, сопоставим данные по фирмам с порядковыми номерами 7 и 11. Здесь можно увидеть даже обратное соотношение: у фирмы 11 количество туристов меньше, чем у фирмы 7, хотя затраты на рекламу выше. В каждом отдельном случае количество туристов, воспользовавшихся услугами фирмы, будет зависеть не только от размера затрат фирмы на рекламу, но и от того, как сложатся прочие факторы, определяющие величину результивного признака.

7.2 Регрессионный анализ

Зависимость между случайными величинами X и Y называется стохастической, если с изменением одной из них (например, X) меняется закон распределения другой (Y). В качестве примеров такой зависимости приведем зависимость веса человека (Y) от его

раста (X), предела прочности стали (Y) от ее твердости (X) и т.д.

В теории вероятностей стохастическую зависимость Y от X описывают условным математическим ожиданием:

$$y(x) = M[Y | X = x] = \begin{cases} \sum_k y_k \Phi\{Y = y_k | x\}, Y - СВДТ \\ \int_{-\infty}^{\infty} y \cdot f(y | x) dy, Y - СВНТ \end{cases}$$

которое, как видно из записи, является функцией от независимой переменной x, имеющей смысл возможного значения случайной величины X.

Уравнение $y=y(x)$ называется уравнением регрессии Y на x. Переменная x называется регрессионной переменной или регрессором. График функции $y=y(x)$ называется линией или кривой регрессии. Кривые регрессии обладают следующим свойством: среди всех действительных функций $\varphi(x)$ минимум $M[(Y-\varphi(x))^2]$ достигается для функции

$$\alpha(x) = M[Y | X = x],$$

т.е. регрессия Y на x дает наилучшее в среднеквадратическом смысле предсказание величины Y по заданному значению $X=x$. На практике это используется для прогноза Y по X: если непосредственно наблюдаемой величиной является лишь компонента X случайного вектора (X, Y) (например, X – диаметр сосны), то в качестве прогнозируемого значения Y (высота сосны) берется условное математическое ожидание $y(x)$. Наиболее простым является случай, когда регрессия Y на x линейна:

$$y(x) = a_0 + a_1 x$$

Если (X;Y) - случайный вектор, распределенный по двумерному нормальному закону, то коэффициенты a_0 и a_1 определяются равенствами:

$$a_0 = m_y - \rho \frac{\sigma_y}{\sigma_x} m_x, \quad a_1 = \rho \frac{\sigma_y}{\sigma_x},$$

уравнением регрессии в этом случае является прямая линия

$$y(x) = m_y + \rho \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot (x - m_x),$$

проходящая через центр рассеивания $(m_x; m_y)$ с угловым коэффициентом,

$$r_{x,y} = \rho \cdot \frac{\sigma_y}{\sigma_x},$$

называемым коэффициентом регрессии Y на x.

В реальных экспериментах, связанных со статической обработкой опытных данных, условный закон распределения случайной величины Y при условии $X = x$ обычно заранее неизвестен. В таком случае, речь может идти лишь о каком либо приближении к теоретической кривой регрессии, построенном на основе выборочных данных. Другими словами, задача заключается в подборе подходящей функциональной зависимости, наилучшим образом (в некотором статистическом смысле) приближающей стохастическую зависимость.

Во многих случаях можно считать, что «независимая» переменная X находится под контролем экспериментатора, и может быть измерена с любой заданной точностью, в то

время как измеряемые значения Y как функции от X (выборочные значения y_i при фиксированных x_i) определяются с ошибкой (содержат шум измерения). Если вид функциональной зависимости зафиксирован, то статистическую модель регрессии можно записать следующим образом:

$$y_i = y(x_i) = \varphi(x_i; \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_m) + \varepsilon(x_i)$$

Указанный критерий минимизации суммы квадратов отклонений носит название метода наименьших квадратов (сокращенно МНК), а полученные в результате решения этой задачи оценки $\tilde{\alpha}_0, \tilde{\alpha}_1, \dots, \tilde{\alpha}_m$, параметров называются МНК-оценками.

Регрессионный анализ проводится в три этапа.

На первом этапе по характеру корреляционного поля выдвигают гипотезу о виде функциональной зависимости. Довольно часто используют следующее представление для функции φ :

$$\varphi(x_k; \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_m) = \alpha_0 + \sum_{k=1}^m \alpha_k \varphi_k(x)$$

где $\varphi_k(x)$ – известные координатные функции. Такая модель регрессии называется линейной по параметрам. В частном случае, когда, $\varphi_k(x) = x^k$ модель называется полиномиальной.

На втором этапе по имеющимся выборочным данным осуществляют подгонку модели, т.е. находят МНК-оценки неизвестных параметров регрессии оценки $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_m$.

На третьем этапе анализируют качество построения модели: проверяются так называемые корректность и адекватность модели. Этот этап осуществляется средствами проверки статистических гипотез.

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается корреляционный анализ?
2. Что такое регрессионный анализ?
3. Какие статистические показатели ряда распределений Вы знаете?
4. Какие этапы проведения регрессионного анализа Вы знаете?

Список литературы

Основная

1. Шкляр М. Ф. Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Дашков и К⁰, 2009 - 244 с. ISBN 978-5-7695-8720-7
2. Лебединский В. В., Безуглов И. Г., Безуглов А. И. Основы научных исследований: учеб. пособие. – М.: Академический проект, 2008 – 194 с. ISBN 978-5-7695-7949-3
3. Новиков А. М., Новиков Д. А. Методология: учеб. пособие. - М.:-СИНТЕГ, 2007 – 668 с. ISBN 978-5-7695-9136-5

Дополнительная

1. Свиридов Л.Т. Основы научных исследований: учеб. пособие. - Воронеж, ВГЛТА, 2003 - 212 с.
2. Доспехов В.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / 4е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1979 - 416 с.

Лекция 8

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

8.1 Типы дисперсионного анализа

Суть дисперсионного анализа сводится к изучению влияния одной или нескольких независимых переменных, обычно именуемых факторами, на зависимую переменную. Зависимые переменные представлены в виде шкал. Независимые переменные являются номинативными, то есть отражают групповую принадлежность, и могут иметь две или более градации (или уровня). Примерами независимой переменной X_i с двумя градациями могут служить пол (женский: X_1 , мужской: X_2) или тип экспериментальной группы (контрольная: X_1 , экспериментальная: X_2). Градации, соответствующие независимым выборкам объектов, называются межгрупповыми, а градации, соответствующие зависимым выборкам, - внутригрупповыми.

В зависимости от типа и количества переменных, различают

- однофакторный и многофакторный дисперсионный анализ (одна или несколько независимых переменных);
- одномерный и многомерный дисперсионный анализ (одна или несколько зависимых переменных);
- дисперсионный анализ с повторными измерениями (для зависимых выборок);
- дисперсионный анализ с постоянными факторами, случайными факторами, и смешанные модели с факторами обоих типов;

8.2 Математическая модель дисперсионного анализа

Математическая модель дисперсионного анализа представляет собой частный случай основной линейной модели.

Пусть с помощью методов A_j , ($1 \leq j \leq m$) производится измерение нескольких параметров x_j , ($1 \leq j \leq n$), чьи точные значения - μ_j , ($1 \leq j \leq n$). В таком случае, результаты измерений различных величин различными методами можно представить как:

$$x_{i,j} = \mu_i + a_{i,j} + e_{i,j},$$

где:

- $x_{i,j}$ — результат измерения i -го параметра по методу A_j ;
- μ_i — точное значение i -го параметра;
- $a_{i,j}$ — систематическая ошибка измерения i -го параметра в группе по методу A_j ;
- $e_{i,j}$ — случайная ошибка измерения i -го параметра по методу A_j .

Тогда дисперсии следующих случайных величин:

$$x_{i,j}$$

$$x_{i,j} - x_{i,*} - x_{*,j} + x_{*,*}$$

$$x_{i,*}$$

$$x_{*,j}$$

где:

$$x_{*,j} = \frac{1}{n} \sum_i x_{i,j},$$

$$x_{i,*} = \frac{1}{m} \sum_j x_{i,j},$$

$$x_{*,*} = \frac{1}{nm} \sum_{i,j} x_{i,j}$$

выражаются как:

$$s^2 = \frac{1}{nm} \sum_i \sum_j (x_{i,j} - x_{*,*})^2$$

$$s_0^2 = \frac{1}{nm} \sum_i \sum_j (x_{i,j} - x_{i,*} - x_{*,j} + x_{*,*})^2$$

$$s_1^2 = \frac{1}{n} \sum_i (x_{i,*} - x_{*,*})^2$$

$$s_2^2 = \frac{1}{m} \sum_j (x_{*,j} - x_{*,*})^2$$

и удовлетворяют тождеству:

$$s^2 = s_0^2 + s_1^2 + s_2^2$$

Процедура дисперсионного анализа состоит в определении соотношения систематической (межгрупповой) дисперсии к случайной (внутригрупповой) дисперсии в измеряемых данных. В качестве показателя изменчивости используется сумма квадратов отклонения значений параметра от среднего: SS (от англ. Sum of Squares). Можно показать, что общая сумма квадратов SS_{total} раскладывается на межгрупповую сумму квадратов SS_{BG} и внутригрупповую сумму квадратов SS_{WG} :

$$SS_{total} = SS_{BG} + SS_{WG}$$

Пусть точное значение каждого параметра есть его математическое ожидание, равное среднему генеральной совокупности $E(X)=M$. При отсутствии систематических ошибок групповое среднее и среднее генеральной совокупности тождественны: $M_j=M$. Тогда случайная ошибка измерения есть разница между результатом измерения $x_{i,j}$ и средним группы: $x_{i,j}-M_j$. Если же метод A_j оказывает систематическое воздействие, то систематическая ошибка при воздействии этого фактора есть разница между средним группы M_j и средним генеральной совокупности: M_j-M . Тогда уравнение $x_{i,j}=\mu_i+a_{i,j}+e_{i,j}$ может быть представлено в следующем виде:

$$x_{i,j} = M + (M_j - M) + (x_{i,j} - M_j), \text{ или}$$

$$x_{i,j} - M = (M_j - M) + (x_{i,j} - M_j).$$

Тогда

$$\sum_{i=1}^{n_j} (x_{i,j} - M)^2 = \sum_{i=1}^{n_j} (M_j - M)^2 + \sum_{i=1}^{n_j} (x_{i,j} - M_j)^2,$$

где

$$SS_{total} = \sum_{i=1}^{n_j} (x_{i,j} - M)^2$$

$$SS_{BG} = \sum_{i=1}^{n_j} (M_j - M)^2$$

$$SS_{WG} = \sum_{i=1}^{n_j} (x_{i,j} - M_j)^2$$

Следовательно

$$SS_{total} = SS_{BG} + SS_{WG}.$$

Аналогичным образом раскладываются степени свободы:

$$df_{total} = df_{BG} + df_{WG} \text{ где}$$

$$df_{total} = N - 1,$$

$$df_{bg} = J - 1,$$

$$df_{wg} = N - J,$$

и **N** есть объём полной выборки, а **J** - количество групп.

Тогда дисперсия каждой части, именуемая в модели дисперсионного анализа как «средний квадрат», или MS (от англ. Mean Square), есть отношение суммы квадратов к числу их степеней свободы:

$$MS_{total} = \frac{SS_{total}}{N - 1}$$

$$MS_{BG} = \frac{SS_{BG}}{J - 1}$$

$$MS_{WG} = \frac{SS_{WG}}{N - J},$$

Соотношение межгрупповой и внутригрупповой дисперсий имеет F-распределение (распределение Фишера) и определяется при помощи (F-критерия Фишера):

$$F_{df_{bg}, df_{wg}} = \frac{MS_{BG}}{MS_{WG}}.$$

Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается дисперсионный анализ?
2. Какие типы дисперсионного анализа Вы знаете?
3. Какие типы математических моделей дисперсионного анализа Вы знаете?
4. В чем состоит процедура дисперсионного анализа?

Список литературы

Основная

1. *Шкляр М. Ф.* Основы научных исследований: учеб. пособие. - М.: Дашков и К⁰, 2009 - 244 с. ISBN 978-5-7695-8720-7
2. *Лебединский В. В., Безуглов И. Г., Безуглов А. И.* Основы научных исследований: учеб. пособие. – М.: Академический проект, 2008 – 194 с. ISBN 978-5-7695-7949-3
3. *Новиков А. М., Новиков Д. А.* Методология: учеб. пособие. - М.:-СИНТЕГ, 2007 – 668 с. ISBN 978-5-7695-9136-5

Дополнительная

1. *Свиридов Л.Т.* Основы научных исследований: учеб. пособие. - Воронеж, ВГЛТА, 2003 - 212 с.
2. *Доспехов В.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований / 4е изд., перераб. и доп. - М.: Колос, 1979 - 416 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
Лекция 1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ КУРСА	3
Лекция 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ И ТВОРЧЕСТВА	7
Лекция 3. СПОСОБНОСТИ, ТАЛАНТ И КАЧЕСТВА НЕОБХОДИМЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЮ	13
Лекция 4. МЕТОДИКА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ	18
Лекция 5. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ	24
Лекция 6 . СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ОПЫТНЫХ ДАННЫХ	28
Лекция 7. КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ И РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ	31
Лекция 8. ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ	34