

Тема 2. Методы научного исследования

План

1	Методологические основы науки.....	1
2	Общенаучные методы.....	2
3	Методы эмпирического исследования.....	4
4	Методы теоретического научного исследования	6

Цель: формирование первичных представлений об эмпирических, методических и методологических основах науки, о логической схеме исследований и сути применяемых в науке методов.

«...ум заключается не только в знании, но и в умении прилагать знание на деле...»

Аристотель

1 Методологические основы науки

Основная цель науки – познание истины. Научное познание руководствуется принципом объективности, обладает рационалистической обоснованностью, системностью, проверяемостью.

Формой осуществления и развития науки является научное исследование. 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.

В научном знании выделяют два уровня: эмпирический и теоретический. Содержание знания на эмпирическом уровне представлено научными фактами (события, процессы). На теоретическом уровне содержанием знаний являются научные понятия, гипотезы, принципы и законы науки.

Метод следует рассматривать как предписывающие знания, дающие ответ на вопросы «каким образом, что за чем, когда?», т.е. объяснения, доказательства и др.). Главная задача научного метода — отыскать законы, согласно которым протекают те или иные явления. Научный метод – это система правил, направляющих человеческую деятельность (производственную, культурную, научную, образовательную и т.д.) к достижению поставленной цели.

Все методы, используемые в научном познании, можно разделить на общенаучные и специальные.

К общенаучным методам относятся методы, используемые во всех областях науки, это обобщение, дедукция, абстрагирование, эксперимент и др. Специальные методы применяются в конкретной области науки.

Общенаучные методы подразделяются на две основные группы: теоретические методы и экспериментальные методы.

Таким образом, методология – это стратегия научных исследований, обеспечивающих достижение цели (генеральный путь познания). Метод – это тактика, показывающая как лучше всего идти этим путем.

2 Общенаучные методы

Анализ — метод исследования при помощи расчленения или разложения предметов исследования на составные части (признаки, свойства, отношения), каждый из которых затем исследуется в отдельности как часть расчленённого целого (химический состав корма).

Синтез — мысленное или практическое соединение частей предмета, расчленённого в процессе анализа, установление взаимодействия и связей частей и познание этого предмета как единого целого (энергетическая питательность корма).

Обобщение – процесс мысленного перехода от единичного к общему, от менее общего, к более общему, например, переход от суждения «этот металл проводит электричество» к суждению «все металлы проводят электричество», от суждения: «механическая форма энергии превращается в тепловую» к суждению «всякая форма энергии превращается в тепловую».

Логическими методами обобщения являются индукция и дедукция. Индукция (от лат. *inductio* – наведение, побуждение) – это движение мысли от частных суждений к общему выводу. Например, Быки – жвачных парнокопытных; Антилопы – жвачных парнокопытных; Бараны – жвачных парнокопытных. Все жвачные парнокопытные относятся к семейству полорогих. Следовательно, все жвачные – полорогие. Другой пример, у каждой козы вымя имеет по два соска, значит у всех коз вымя имеет по два соска.

Дедукция (от лат. *deduction* – выведение)– процесс рассуждения от общего к частному или менее общему. Например, все перепончатокрылые – насекомые. Все пчелы – перепончатокрылые. Следовательно, все – насекомые. Курица несёт яйца, курица – птица. Все птицы несут яйца. Другой пример, у всех коз вымя имеет по два соска, значит у каждой козы вымя должно иметь по два соска.

Абстрагирование (идеализация) – мысленное внесение определенных изменений в изучаемый объект в соответствии с целями исследования. В результате идеализации из рассмотрения могут быть исключены некоторые

свойства, признаки объектов, которые не являются существенными для данного исследования. Результатом применения этого метода является абстракция. Пример такой идеализации в механике – материальная точка, т.е. точка, обладающая массой, но лишенная всяких размеров. Таким же абстрактным (идеальным) объектом является абсолютно твердое тело.

Аналогия – вероятное, правдоподобное заключение о сходстве двух предметов или явлений в каком-либо признаке, на основании установленного их сходства в других признаках. Аналогия с простым позволяет понять более сложное. Так, по аналогии с искусственным отбором лучших пород домашних животных Ч. Дарвин открыл закон естественного отбора в животном и растительном мире.

Моделирование – воспроизведение свойств объекта познания на специально устроенном его аналоге – модели. Модели могут быть реальными (материальными), например, модели аппаратов, макеты зданий, фотографии, и т.п. и идеальными (абстрактными), создаваемые средствами языка (как естественного человеческого языка, так и специальных языков, например, языком математики). Например, взаимосвязь между признаками выражается корреляцией.

Исторический метод подразумевает воспроизведение истории изучаемого объекта во всей своей многогранности, с учетом всех деталей и случайностей. Например, разведение крупного рогатого скота серой украинской породы демонстрирует преобразование. В сравнительно примитивных условиях выращивания предполагалось использование его в качестве тягловой силы, но постепенно стали обращать внимание на его мясные качества. Так, влияние специфичных почвенных, климатических условий формирования и народной селекции дало породе исключительную выносливость, способность к нагулу, но низкую молочную продуктивность. Работы Ч. Дарвина дают объяснение происхождению многообразных живых систем.

Логический метод – это, по сути, логическое воспроизведение истории изучаемого объекта. При этом история эта освобождается от всего случайного, несущественного, т.е. это как бы тот же исторический метод, но освобожденный от его исторической формы. Например, методика выведения пород М.Ф. Иванова.

Классификация – распределение тех или иных объектов по классам (отделам, разрядам) в зависимости от их общих признаков, фиксирующее закономерные связи между классами объектов в единой системе конкретной отрасли знания. Классификация – это процесс упорядочивания информации. Существует специальная теория классификации – таксономия. Одной из первых классификаций в естествознании явилась классификация растительного и животного мира выдающегося шведского натуралиста Карла Линнея (1707-1778). Для представителей живой природы он установил определенную градацию: класс, отряд, род, вид, вариация.

Классификация типов конституции: по П.Н. Кулешову основана на анатомическом строении тела животных, по У. Дюрсту – по обмену веществ, по И.П. Павлову – по типу высшей нервной деятельности.

Соотношение общенаучных методов также можно представить в виде схемы (рис. 1).



Рисунок 1 – Соотношение общенаучных методов

3 Методы эмпирического исследования

Исходной точкой развития науки любой конкретной предметной области является донаучный период, когда методы практической деятельности формируются стихийно и не передаются от человека к человеку. Следующим является период начального развития науки соответствующей предметной области на простейшем эмпирическом уровне. На эмпирическом уровне познания широко используются такие методы, как наблюдение, сравнение, счет, измерение, эксперимент, индукция, дедукция, анализ, синтез.

Наблюдение – направленное и планомерное восприятие объектов и явлений окружающей действительности. Этими объектами в зоотехнии являются животные. Следовательно, наблюдение в зоотехнии – это изучение животных в естественных условиях без вмешательства в их поведение. Наблюдение – самый древний метод исследований. Наблюдая за повадками диких животных, условиями их жизни, люди приобретали знания, опыт для их одомашнивания.

Описание – это фиксирование наблюдаемых внешних признаков объектов исследования с выделением существенного и отбрасыванием несущественного.

Измерение — это физический процесс определения численного значения некоторой величины путем сравнения ее с эталоном.

Сравнение — сопоставление объектов с целью выявления черт сходства или различия между ними, осуществляется как при помощи органов чувств, так и при помощи специальных устройств.

Счет — это нахождение числа, определяющего количественное соотношение однотипных объектов или их параметров, характеризующих те или иные свойства.

Эксперимент — метод специально спланированного и проведенного в специальных условиях исследования; активное и целенаправленное вмешательство в протекание изучаемого процесса, соответствующее изменение объекта или его воспроизведение в специально созданных и контролируемых условиях.

Зачастую методы, характерные для какой-либо конкретной науки применяются и в других науках. Это происходит потому, что объекты исследования этих наук подчиняются также и законам данной науки.

Например, физические и химические методы исследования применяются в биологии на том основании, что объекты биологического исследования включают в себя в том или ином виде физические и химические формы движения материи и, следовательно, подчиняются физическим и химическим законам. Например, электрофорез применяется в физиотерапии, для окраски автомобилей, в химической промышленности, для осаждения дымов и туманов, для изучения состава растворов, разделения смеси белков на фракции, выделения фрагментов ДНК по длине.

Эмпирическую основу науки составляют факты, относящиеся к данной предметной области, получаемые с помощью наблюдений и экспериментов. Факт — реальное событие, происшедшее или происходящее явление (процесс). Среди фактов особо выделяют научные факты, имеющие описание и объяснение на основе обобщения определенного класса событий (явлений, процессов). Эмпирические научные данные представляют собой совокупность научных (эмпирических) выводов и рекомендаций, вытекающих из эмпирических гипотез, концепций и соотношений.

Рассмотрим на примере развития животноводства в разных частях Земли. Страны специализируются на производстве определенного вида продукции в животноводстве. Для сравнения были взяты восемь стран мира. К этим странам относятся: США, Канада, Германия, Новая Зеландия, Уругвай, Россия, Казахстан. Как видим, страны действительно представляют различные уголки планеты и имеют разный размер, климатические условия, расположение, ограничения и преимущества, состояние развития экономики и сельского хозяйства в целом.

Первым было проведено сравнение средней массы одной головы крупного рогатого скота. Так, самая тяжелая среднестатистическая корова оказалась в США, ее масса составила 570 кг, немного меньший показатель в Канаде — 520 кг, на третьем месте оказалась скот из Германии — 500 кг. Интересен тот факт, что, например, скот из Казахстана в среднем весит

314 кг, что очень сильно отличается от лидера. Такая неоднородность в массе объясняется различными породами животных, кормовой базой, целью для которой выращиваются животные.

В надоях молока на одну корову ситуация такая же, как и в предыдущем рейтинге. Лидерами являются США - 8,6 тонн / год, Канада – 7,8 тонн / год, Германия – 6,7 тонн / год. Далее средний показатель надоев резко снижается, для России он составляет 3,5 тонн / год, а для Казахстана еще менее – 2,3 тонн / год.

Лидерами в выращивании овец и выработки шерсти традиционно являются страны Океании. Так, в Новой Зеландии среднегодовой настриг шерсти с одной овцы составляет 6,2 кг, а Австралии несколько меньше - 5,6 кг. На третьем месте оказался Уругвай с 4,3 кг. По сравнению с лидерами Россия и Казахстан, имеют вдвое меньшие показатели в этой отрасли животноводства – 2,9 кг и 2,4 кг, соответственно.

В птицеводстве ситуация также кардинально не изменилась. На одну курицу-несушку в год в Казахстане приходится 220 яиц, в России 250. Для сравнения, у лидеров данного рейтинга эта цифра составляет 310 яиц в Германии и 350 яиц в Канаде.

И так, первостепенное значение при проведении исследования имеет выделение объекта исследования. Объект исследования представляет собой предметную область (предмет) науки или некоторую часть предметной области. Предмет исследования — сторона объекта, которая рассматривается в данном исследовании. Один и тот же объект может быть предметом ряда различных исследований.

4 Методы теоретического научного исследования

Теоретическое исследование заключается в критической оценке выдвинутых гипотез, отборе наиболее перспективных из них для дальнейшей экспериментальной проверки. Разработка и утверждение методики эксперимента. Для теоретического уровня характерны такие познавательные приёмы: выдвижение гипотез, моделирование, обобщение, мысленный эксперимент и т. п.

Гипотеза (греч. hypothesis – основание, предположение) – предположительное непроверенное суждение о закономерной (причинной) связи явлений. Гипотеза - это научное предположение, выдвигаемое для объяснения какого-либо явления или процесса, еще недостаточно изученного и проверенного. Гипотеза подвергается проверке, необходимость которой вытекает из самой сущности гипотезы как предположения. Подтвержденная гипотеза превращается в достоверное знание, в теорию. От правильности предварительной гипотезы зависит результативность всего исследования.

Примером научной гипотезы может быть следующее предположение: известно, что главным консервантом при силосовании является молочная кислота, которая образуется при сбраживании сахара молочнокислыми бактериями. Можно предложить (выдвинуть гипотезу), что закваска

молочнокислых бактерий ускорит брожение и улучшит качество силоса. Но для этого потребуются выделить наиболее эффективные штаммы этих бактерий, подготовить препараты, определить их дозировку и т.д., надо доказать правильность выдвинутой гипотезы.

Можно выделить две формы построения гипотез.

Форма 1 «Цель → средства». Суть состоит в том, что «Для того, чтобы достичь А, нужно обеспечить В, С, D». В этой фразе А – цель в терминах «повысить, сформировать, обеспечить и т. п.»; В, С, D – требования в терминах «использовать ..., разработать и внедрить ..., обеспечить ...» и т. п.

Пример первой гипотезы: «...повышение качества практической подготовки студентов в высших аграрных учебных заведениях возможно, если: в организационно–методическом обеспечении практической подготовки будущих специалистов будут учтены современные факторы эффективного овладения практическими умениями и навыками, которые направлены на их подготовку к выполнению квалифицированной работы по специальности; разработать и внедрить научно обоснованную методику этой подготовки с учётом профессиональной направленности подготовки студентов...»;

Модификация этой формы: «Достижение цели А возможно, если выполнить требования В, С, D».

Форма 2 «Условия → цель». Суть формы: «Если выполнить условия В, С, D, то можно достичь А».

Пример второй гипотезы: «Совокупность многофакторных логических моделей взаимодействия студента с учебной средой, которые в качестве аргументов содержат параметры студента и компьютера как средства обучения, позволяет оценивать качество учебно–познавательной деятельности с достаточной для практики точностью».

В ходе проверки гипотезы на достоверность возможны два варианта: ее подтверждение (верификация) или ее опровержение (фальсификация). Особую ценность представляют научные выводы, приводящие к формулированию ранее неизвестных законов и закономерностей.

Закономерность — это объективно существующая, повторяющаяся, существенная связь явлений, описанная, как правило, на качественном, содержательном уровне.

Примеры закономерностей: люди, обладающие музыкальным слухом, лучше осваивают иностранные языки. Для лучшего запоминания учебного материала нужно его многократное повторение (повторение – мать учения).

Все живые организмы – саморегулирующиеся открытые системы. Для выявления закономерности необходимо установить:

1. Детерминированность – предопределенность, обусловленная генотипом; закономерность, в результате которой из каждой клетки образуется определенная ткань, определенный орган, что происходит под влиянием генотипа и факторов внешней среды, в том числе и соседних клеток (индукция при формировании зародыша).

2. Изменчивость – способность организмов изменять свои признаки и свойства; генотипическая изменчивость наследуется, фенотипическая – не наследуется.
3. Наследственность – способность организмов передавать следующему поколению свои признаки и свойства, т. е. воспроизводить себе подобных.
4. Полярность – противоположность концов тела: у животных – передний (головной) и задний (хвостовой), у растений – верхний (гелиотропический) и нижний (геотропический).
5. Приспособленность – относительная целесообразность строения и функций организма, явившаяся результатом естественного отбора, устраняющего неприспособленных к данным условиям существования.
6. Симметрия – закономерное, правильное расположение частей тела относительно центра – радиальная симметрия (некоторые беспозвоночные животные, осевые органы растений, правильные цветки) либо относительно прямой линии (оси) или плоскости – двусторонняя симметрия (часть беспозвоночных и все позвоночные животные, у растений – листья и неправильные цветки).
7. Цикличность – повторение определенных периодов жизни; сезонная цикличность, суточная цикличность, жизненная цикличность (период от рождения до смерти). Цикличность в чередовании ядерных фаз – диплоидной и гаплоидной.

Закон — необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся соотношение между явлениями (необходимая связь явлений).

Например, биогенетический закон Геккеля гласит, что онтогенез организма есть краткое повторение зародышевых стадий предков. В онтогенезе закладываются новые пути их исторического развития – филогенеза.

Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н. И. Вавилова всвидетельствует о том, что иды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости.

Закон сохранения энергии – энергия не создается и не исчезает, а лишь переходит из одной формы в другую. При переходе материи из одной формы в другую изменение ее энергии строго соответствует возрастанию или убыванию энергии взаимодействующих с ней тел.

Закон минимума (Ю. Либих) – выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей, т. е. фактором минимума.

Дальнейшее познание предметной области приводит к очередному периоду развития науки на более высоком — методическом (иногда говорят - теоретическом) уровне.