

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

С.Ю. Журавлев

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Курс лекций

Рекомендовано учебно-методическим советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет» для внутривузовского использования в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Электронное издание

Красноярск 2023

ББК 72.52я73

Ж 91

Рецензенты:

В.В. Минин, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры
«Транспортные и технологические машины»
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»

П.Ф. Маслаков, директор ООО «Красгазсервисремонт»

Ж 91 **Журавлев, С.Ю.**

Основы научных исследований [Электронный ресурс]: курс лекций / С.Ю. Журавлев; Красноярский государственный аграрный университет. – Красноярск, 2023. – 152 с.

Издание включает лекции, тесты, литературу по дисциплине «Основы научных исследований».

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование».

ББК 72.52я73

© Журавлев С.Ю., 2023

© ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
МОДУЛЬ 1. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	6
ЛЕКЦИЯ 1. СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....	6
ЛЕКЦИЯ 2. МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	16
МОДУЛЬ 2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА	39
ЛЕКЦИЯ 3. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА	39
ЛЕКЦИЯ 4. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА	74
МОДУЛЬ 3. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	89
ЛЕКЦИЯ 5. ОТЧЕТ О РЕЗУЛЬТАТАХ НИР. ПОДГОТОВКА СТАТЬИ, ДОКЛАДА, ДИССЕРТАЦИИ.....	89
ЛЕКЦИЯ 6. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	106
МОДУЛЬ 4. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	116
ЛЕКЦИЯ 7. ПОНЯТИЕ ОТКРЫТИЯ, ИЗОБРЕТЕНИЯ. ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	116
ЛЕКЦИЯ 8. ДОКУМЕНТЫ, ЗАКРЕПЛЯЮЩИЕ ПРАВО НА ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	140
ТЕСТЫ.....	141
ЛИТЕРАТУРА	152

ВВЕДЕНИЕ

Бурный рост и развитие научно-технического прогресса во всем мире, жесткая конкуренция на рынке сбыта и вхождение России в рыночные отношения ставят перед будущими инженерами задачу овладения основами научных исследований.

По мере развития сельскохозяйственной технологии и техники возникает необходимость в разработке и применении новых, более совершенных научных методов исследований как экспериментального, так и теоретического характера. Так, решение задачи анализа и синтеза современных технологических объектов вызывает необходимость применения для этого различных методов алгоритмизации и, в частности, построение расчетных математических моделей их функционирования.

Моделирование технологических объектов сельскохозяйственного производства открывает путь для решения широкого комплекса задач анализа и синтеза параметров указанных объектов – решать задачи систематизации процесса и технических параметров объектов, устанавливать условия устойчивости их движения и режимов работы и т. п.

Расширяющиеся в течение последнего десятилетия применение индустриальных технологий возделывания сельскохозяйственных культур и перевод сельскохозяйственного производства на индустриальную основу сопряжены с необходимостью решения задач анализа и синтеза систем с большим числом взаимосвязанных факторов.

Человечество вступило в полосу переизбытка информации. Все ускоряющиеся темпы развития науки, обилие разнообразных печатающихся и передающихся по радио, телевидению и интернету материалов привели человечество к тому, что люди не успевают, не в силах воспринимать все то новое, что творится в мире.

Сейчас трудно себе представить, как стать высокообразованным инженером сельскохозяйственного производства без знания анализа и синтеза, индукции и дедукции состояния производства и выхода из критического состояния с наименьшими трудностями и энергетическими затратами.

С развитием техники и сельскохозяйственной технологии значительно расширяется круг задач, для решения которых становится органически необходимым применение современных методов исследований; проектирование новых и совершенствование существующих

машин, комплексов и технологических процессов; изыскание путей оптимизации режимов работы машин, технологических линий и машинных комплексов; прогнозирование влияния изменяющихся условий работы машин на различные технологические и эксплуатационные их показатели; выявление эффективных технических, технологических решений и устранение узких мест; изыскание способов снижения потерь; наконец, создание и эффективное применение современных систем автоматического и автоматизированного управления машинами и производственными процессами с использованием компьютеров. А для решения таких задач мало знать такие предметы, как математика, физика, сопротивление материалов, надежность и ремонт, тракторы и автомобили и др. Необходимо знать методы системного анализа, владеть методикой многофакторного эксперимента, пользоваться методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований, составлять программу и методику эксперимента и др.

МОДУЛЬ 1. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛЕКЦИЯ 1. СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПЫ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

В самом общем смысле **научное познание** – это процесс получения объективного, истинного знания. Научное познание имеет тройную задачу, связанную с описанием, объяснением и предсказанием процессов и явлений действительности. В развитии научного познания чередуются революционные периоды, так называемые научные революции, которые приводят к смене теорий и принципов, и периоды эволюционного развития науки, на протяжении которых знания углубляются и детализируются. Научные знания характеризуются объективностью, универсальностью, претендуют на общезначимость.

Наука, имея многочисленные определения, выступает в трех основных ипостасях. Она понимается либо как форма деятельности, либо как система или совокупность дисциплинарных знаний, либо же как социальный институт.

В первом случае наука предстает как особый способ деятельности, направленный на фактически выверенное и логически упорядоченное познание предметов и процессов окружающей действительности. Наука – это сфера человеческой деятельности, функция которой состоит в выработке и теоретической систематизации объективных знаний о действительности.

Во втором толковании наука выступает как система знаний, отвечающих критериям объективности, адекватности, истинности. Наука – это как деятельность по получению нового знания, так и результат этой деятельности, то есть сумма знаний, лежащих в основе научной картины мира.

Наука как социальный институт или форма общественного сознания, связанная с производством научно-теоретического знания, представляет собой определенную систему взаимосвязей между научными организациями, членами научного сообщества, систему норм и ценностей.

Предпосылки науки создавались в древневосточных цивилизациях – Египте, Вавилоне, Индии, Китае, Древней Греции в форме эмпирических знаний о природе и обществе, в виде отдельных элемен-

тов, зачатков астрономии, этики, логики, математики и др. Как своеобразная форма познания – специфический тип духовного производства и социальный институт – наука возникла в Европе, в Новое время, в XVI–XVII вв., в эпоху разделения единого ранее знания на философию и науку. Она начинает развиваться относительно самостоятельно. Наука постоянно связана с практикой, получает от нее импульсы для своего развития и в свою очередь воздействует на ход практической деятельности, опредмечивается, материализуется в ней.

В самом общем виде современную науку называют большой наукой. В конце XX в. численность ученых в мире превысила 5 млн человек. Наука включает около 15 тыс. дисциплин и несколько сот тысяч научных журналов. Возрастают тенденции интернационализации науки, а она сама становится предметом междисциплинарного комплексного анализа. К ее изучению приступают не только науковедение, философия науки, но и социология, психология, история.

Выделяют три основные функции науки:

- познавательная (познание закономерностей объективного мира);
- культурно-воспитательная (наука – это часть культуры);
- практико-действенная (научные достижения важны для изменений в практике).

Рассмотрим основные особенности научного познания, или критерии научности:

– основная задача научного познания – обнаружение объективных законов действительности – природных, социальных (общественных), законов самого познания, мышления и др. Отсюда ориентация исследования главным образом на общие, существенные свойства предмета;

– на основе знания законов функционирования и развития исследуемых объектов наука осуществляет предвидение будущего с целью дальнейшего практического освоения действительности;

– непосредственная цель и высшая ценность научного познания – объективная истина, постигаемая преимущественно рациональными средствами и методами. Отсюда характерная черта научного познания – объективность;

– научное познание есть сложный, противоречивый процесс воспроизводства новых знаний, образующих целостную развивающуюся систему понятий, теорий, гипотез, законов и других идеальных форм, закрепленных в языке;

– научному познанию присущи строгая доказательность, обоснованность полученных результатов, достоверность выводов.

Научное познание есть целостная развивающаяся система, имеющая довольно сложную структуру. Наука включает в себя четыре необходимых компонента в их единстве: субъекта науки – ключевого ее элемента (отдельного исследователя, научное сообщество, научный коллектив); объекта (предмет, предметная область), т. е. то, что именно изучает данная наука или научная дисциплина; систему методов и приемов, характерных для данной науки или научной дисциплины; свой специфический для науки язык – как естественный, так и искусственный (знаки, символы, формулы и т. п.).

Классификация современных наук осуществляется по различным основаниям (критериям). По предмету и методу познания можно выделить: науки о природе – естествознание, об обществе – обществознание (гуманитарные, социальные науки) и о самом познании, мышлении (логика, гносеология, диалектика и др.). Отдельную группу составляют технические науки.

По своей удаленности от практики науки можно разделить на два крупных типа: фундаментальные, которые выясняют основные законы и принципы реального мира без прямой ориентации на практику, и прикладные – непосредственное применение результатов научного познания для решения конкретных производственных и социально-практических проблем, опираясь на закономерности, установленные фундаментальными науками. Вместе с тем границы между отдельными науками и научными дисциплинами условны и подвижны.

Научное исследование подчиняется общим требованиям, выработанным теорией и практикой научных исследований в разных областях наук.

Научное исследование – это специально организованный процесс познания с целью теоретической систематизации знаний о действительности. Оно характеризуется объективностью, точностью, воспроизводимостью, доказательностью.

Выделяют два уровня научных исследований:

- эмпирический уровень – на нем устанавливаются новые факты науки и на их основе формулируются эмпирические закономерности;
- теоретический уровень – на нем выдвигаются и формулируются общие закономерности, предсказываются события и факты.

Различия между эмпирическим и теоретическим уровнями научного познания связаны с особенностями средств, которые приме-

няются на каждом из этих уровней. Эмпирическое исследование базируется на непосредственном практическом взаимодействии исследователя с изучаемым объектом. В теоретическом же исследовании отсутствует непосредственное практическое взаимодействие с объектами, они изучаются только опосредованно, в мысленном эксперименте, но не в ходе реального действия.

Оба уровня взаимообусловлены и дополняют друг друга. Сбор фактов и их обобщение на эмпирическом уровне невозможны без предварительной теоретической работы, которая опирается на теории и концепции. А завершающим этапом теоретического исследования будет выявление эмпирических закономерностей.

В каждом научном исследовании применяются методы. **Метод** – путь к чему-либо, путь к цели, можно определить как путь, способ деятельности, как совокупность приемов познания и преобразования действительности. Метод, во-первых, не существует вне человеческой деятельности, а во-вторых, содержание метода не произвольно формируется субъектом, а определяется, в конечном счете, характером объекта, законами его строения, функционирования и развития (объективная обусловленность метода). Исходя из этого научный метод – это совокупность правил, приемов, способов, лежащих в основе научного исследования.

Отрасль знания, которая исследует методы, определяется как методология. **Методология** – довольно широкое понятие, и оно может быть определено:

- как совокупность применяемых в данной науке методов;
- совокупность фундаментальных, прежде всего мировоззренческих принципов, которые направляют исследования в области теоретических и практических проблем;
- учение о методе (особое направление, связанное с самопознанием науки).

Методологию определяют в широком и в узком смысле слова. В широком смысле под методологией понимается совокупность наиболее общих, прежде всего мировоззренческих принципов в их применении к решению теоретических и практических задач. В узком смысле под методологией понимается учение о методе.

Классификация методов познания может быть проведена по разным основаниям. По характеру, основной роли в познании, а также по соотношению в их содержании общих идей, принципов и конкретных правил методы можно разделить:

– на методы-подходы. В них главное – это общие идеи, принципы. Эти методы формируют отправные позиции исследователя, указывают направление и общий способ исследования (идея всеобщей взаимосвязи или принцип развития);

– методы-приемы. В них центр тяжести перемещается на конкретные правила, алгоритмы действия. Это непосредственный инструмент познания (наблюдение, эксперимент и т. п.).

По степени общности методы подразделяются:

– на всеобщие философские;

– общенаучные;

– специфические.

По функциональному назначению методы подразделяются:

– на методы эмпирического этапа (уровня). Они обеспечивают добывание и первичную обработку информации (сравнение, описание, классификация и т. п.);

– методы теоретического этапа (уровня). Они обеспечивают проникновение в сущность изучаемых процессов (идеализация, формализация и т. п.);

– эвристические методы. К ним относятся приемы и действия, которые активизируют творческий процесс, сокращают путь решения сложных поисковых задач, стимулируют появление новых идей и решений. Сюда следует отнести: мысленный эксперимент, коллективный мозговой шторм проблемы и другие.

По эмпирическому углу зрения методы бывают:

– количественные;

– качественные.

Количественные методы нацелены на выявление количественных признаков социальных процессов, они ставят в центр рассмотрения общие закономерности, повторяющиеся или общие признаки. Здесь не учитывается единичное и особое в предмете исследования и ситуации.

Качественные методы обращены на качественную сторону процессов, они необходимы при структурном описании и объяснении динамики тех социальных процессов, которые характерны для интересующих сфер общественной реальности.

Различия между качественными и количественными методами состоят прежде всего в особом эмпирическом угле зрения при рассмотрении социальной действительности. Если количественные методы при социальных исследованиях нацелены на общие признаки

(на анализ данных по общим признакам для их последующей типизации), то качественные методы ориентированы на определение различий.

Количественные и качественные методы не только не противостоят, но, наоборот, дополняют друг друга.

Методика научного исследования – система операций, процедур, приемов установления социальных фактов, их систематизации и средств их анализа. К числу методических инструментов относят способы и методы сбора первичных данных, правила осуществления выборочных исследований, способы построения социальных показателей и другие специализированные процедуры эмпирического исследования, а также методы количественного анализа, используемые в социологии и разрабатываемые в других областях знания. Методика исследования – это наивысшая степень конкретизации методологии, которая вследствие этого перерастает в процедуры и операции исследования. Также методику можно рассматривать как совокупность исследовательских приемов, с помощью которых реализуется тот или иной метод в конкретном исследовании.

Разработка методики исследования представляет собой определение всей совокупности методов и предметов его проведения. Сюда входит также подготовка средств сбора информации и ее обработки. К числу таких средств относятся планы, интервью, анкеты, тесты, инструкции для сбора информации и т. д. Поэтому методика – это совокупность технических приемов, связанных с данным методом, включая частные операции, их последовательность и взаимосвязь. Например, при изучении общественного мнения исследователь использует в качестве метода сбора данных анкетный опрос, часть вопросов он сформулировал в открытой форме, а часть – в закрытой. Эти два способа образуют технику данного анкетного опроса. Анкетный лист, т. е. инструмент для сбора первичных данных, и соответствующая инструкция анкетеру образуют методику.

Более конкретным выражением методики исследования выступает техника. **Техника исследования** – это совокупность специальных приемов, конкретных познавательных операций, характеризующих тот или иной метод сбора, обработки или анализа эмпирической информации. То есть техника – совокупность специальных приемов для эффективного использования того или иного метода.

Технике исследования соответствует процедура исследования. **Процедура исследования** – это общая система действий, последовательность всех операций, способ организации исследования. В одном исследовании могут применяться различные процедуры.

Научные исследования всегда проводятся логически последовательно по определенным этапам, в конкретно обозначенное время.

Основные этапы исследования:

- подготовка исследования;
- сбор первичной эмпирической информации;
- подготовка собранной информации к обработке и ее обработка;
- анализ обработанной информации и оформление выводов.

Рассмотрим подробнее данные этапы исследования.

Подготовка исследования. На этом этапе составляется программа социологического исследования, организуется процесс исследования. Если в этом есть необходимость, формируется рабочая группа, и распределяются обязанности между ее членами. Решается вопрос относительно использования финансовых и материально-технических средств.

На этом этапе целесообразно провести пробное исследование. Цель данного этапа – усовершенствование исследовательского инструментария. Например, апробируя анкету, исследователь может решить для себя следующие вопросы.

Присутствуют ли в анкете вопросы, допускающие неоднозначное толкование?

Адекватно ли респондент воспринимает смысл каждой составляющей анкеты?

Нет ли опасности получить стереотипный ответ?

Соответствует ли техника регистрации ответа содержанию вопроса?

Компетентны ли опрашиваемые для ответа на данный вопрос?

По результатам пробного исследования вносятся коррективы в программу, методические документы и инструкции.

Сбор первичной эмпирической информации. На этом этапе происходит сбор информации о проблемной ситуации. Это могут быть в разной форме необобщенные сведения (ответы на интервью, заполненные анкеты, записи исследователя в карточках наблюдения и др.).

Обработка материала. Полученный материал обрабатывается в соответствии с разработанной программой исследования, в которой указывается, как будет происходить обработка информации (вручную или на ЭВМ). На этом этапе происходит выбраковка, шифровка, кодировка информации. Для обработки используются математико-статистические методы. Полученные данные сводятся в таблицу, изображаются графически: в графиках, схемах, матрицах и т. п.

Оформление выводов. После того как материал обработан, полученные документы, таблицы и результаты наблюдений тщательно изучаются. При анализе полученных данных делается сопоставление результатов исследования по разным подразделениям, группам, т. е. сравнивается информация, полученная от респондентов с разным социальным статусом, разными социальными характеристиками, установками и ценностными ориентациями и т. д.

Выявляются и формулируются разные социальные закономерности, тенденции, противоречия, новые проблемы. В конце исследования оформляются основные результаты. Формулировка обобщений и выводов начинается с упорядоченного изложения полученного материала.

Валидность выводов – обязательное условие формулирования рекомендаций-предложений, направленных на преобразование изученного объекта. Понятие «валидность» произведено от латинских слов *valeo* – быть в состоянии сделать что-то – и *validus* – сильный, крепкий. Валидным является исследование, методический инструментарий которого адекватен природе изучаемого явления, обоснован теоретико-методологически. Иначе говоря, если исследование имеет тщательно продуманную программу, соответствующую всем требованиям, если в нем использованы адекватные этой программе методики сбора, обработки и анализа информации, если качественно проведены все его этапы и процедуры, то выводы социологов валидны, поэтому заслуживают полного доверия.

Содержание завершающего этапа зависит от формы организации исследования и вида отчета. Если исследование проводилось по инициативе и на средства самих исследователей, то отчет выполняется в виде: а) диссертации на соискание ученой степени; б) публикации научной монографии или статей; в) доклада на каком-либо собрании исследователей (конференция, симпозиум, конгресс и др.).

Главным итоговым научным документом является научный отчет, в котором подробно описываются все основные моменты хода исследования и главные результаты. Рекомендации, завершающие эмпирические исследования, должны соответствовать минимуму следующих требований:

- обоснованность выводами, причем не только практически, но и теоретически значимыми;
- конкретность, полная определенность, отсутствие отвлеченных от реальных проблем пожеланий;

- результативность, установление параметров изменения объекта под воздействием выполнения рекомендации;
- выполнимость, учет наличия необходимых для реализации каждой рекомендации ресурсов (временных, людских, материальных, финансовых и др.);
- адресность, определение конкретных инстанций, организаций, людей, способных исполнить рекомендацию;
- технологичность, установление последовательности операций, обеспечивающих реализацию рекомендаций;
- системность, учет взаимодействий между всеми рекомендациями и итогами их выполнения.

Становление и развитие социальной работы как самостоятельной науки проходит в условиях постоянных дискуссий по ее основным методологическим проблемам.

Социальная работа – интегративная и междисциплинарная наука, поэтому и исследования в ее области носят интегративный и междисциплинарный характер.

В развитие теоретических и методологических основ социальной работы большой вклад внесли социологи, психологи, а также педагоги и психотерапевты. Это связано с тем, что социальная работа как наука еще молода, собственных исследователей в ней пока мало.

В то же время, опираясь на социологические и психологические разработки, используя систему понятий и методов этих наук, теория социальной работы и ее исследования имеют очевидную тенденцию к саморазвитию.

При этом важно использовать арсенал инструментария научного познания в комплексе: наблюдение и эксперимент, описание и теоретическое объяснение, обоснование и логические доказательства, сравнение и аналогию, обобщение и абстрагирование, индукцию и дедукцию, анализ и синтез, гипотезу и научную теорию в целом. Это обеспечивает комплексный характер исследований в социальной работе.

Говоря о методах, используемых в исследованиях проблем социальной работы, принято выделять общенаучные методы (синтез, анализ, дедукция, индукция, абстрагирование и т. п.), методы социальных наук (анкетирование, интервью, анализ документов, тестирование и т. п.) и специфические методы. Однако в настоящее время сложно выделить специфические методы исследования в социальной работе в силу недостаточной разработанности ее теории.

Так как исследования в области социальной работы в широком смысле относятся к социальным исследованиям, поэтому исследователи социальной работы используют разнообразные методы социальных наук, такие как анкетирование, интервьюирование, экспертный опрос, тестирование, метод фокус-групп, наблюдение, эксперимент, метод социальных биографий и другие.

Социальная работа как область научных исследований выявляет и исследует существенные, необходимые связи и явления, присущие социальным процессам и социальному развитию общества и обуславливающие характер и результативность экономического, психологического, педагогического и управленческого воздействия на развитие и поведение социальных общностей, групп и личности. Сюда относятся: исследование таких проблем, как:

- закономерности, принципы и методы осуществления социальной работы с различными социальными группами;
- пути и способы эффективной реализации функций социальной работы, ее кадрового и информационного обеспечения;
- структурно-функциональный анализ деятельности различных государственных и общественных институтов социальной защиты и обслуживания населения;
- закономерности, принципы функционирования механизма социального управления в системе социальной работы и другие.

Спецификой исследований в области социальной работы является их ярко выраженная практическая значимость, результаты таких исследований помогут улучшить конкретные направления деятельности по оказанию социальной помощи человеку в трудной жизненной ситуации.

Контрольные вопросы

1. Что такое наука?
2. Какова роль науки в формировании картины мира?
3. Какова роль науки в современном обществе?
4. Какие основные концепции современной науки вам известны?
5. Какая главная социальная роль науки в современном обществе?
6. Какие основные функции науки вам известны? В чем их значение?

ЛЕКЦИЯ 2. МЕТОДИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сущность методологии исследования

Любое исследование предполагает определенную организацию деятельности. Особую роль в этом играет методология.

Методология – это логическая организация деятельности человека, состоящая в определении целей и предмета исследований, подходов и ориентиров его проведения, выборе средств и методов, определяющих наилучший результат.

Основными составляющими методологии исследования социально-экономических процессов являются:

1. Определение объекта и предмета исследования.

Объектом исследования в общем смысле выступает часть объективной реальности, то явление (процесс), которое содержит противоречие и порождает проблемную ситуацию. Таким образом, объектом исследования является система управления, относящаяся к классу социально-экономических систем, а также процессы, происходящие в ней.

Предмет исследования – это те наиболее значимые с точки зрения практики и теории свойства, стороны, особенности объекта, которые подлежат изучению. Предмет исследования диктуется проблемной ситуацией, возникающей в системе управления, т. е. необходимостью минимизировать или преодолеть некоторое противоречие.

Проблема – это реальное противоречие, требующее своего решения.

Функционирование системы характеризуется множеством разнообразных проблем: противоречия между стратегией и тактикой управления, между условиями рынка и возможностями фирмы, между квалификацией персонала и потребностями в инновациях и пр.

2. Определение цели и задач исследования.

Цель исследования – это общая его направленность на конечный результат. Она является основой распознавания и выбора проблем исследования.

Цели исследования могут быть текущими и перспективными, общими и локальными, постоянными и эпизодическими.

Задачи исследования – это то, что требует решения в процессе исследования; вопросы, на которые должен быть получен ответ. Задачи являются конкретизацией цели.

3. Подходы к исследованию.

Подход – это исходная позиция, ракурс исследования, который определяет его направленность относительно цели.

Подходы бывают следующими.

1. *Системный* – учитывает максимальное количество аспектов проблемы в их взаимосвязи и целостности, определяет характер связи между аспектами и их характеристиками.

2. *Аспектный* – это выбор одной грани, аспекта проблемы по какому-либо принципу, учитывая ее актуальность или ресурсы, выделенные на исследование. Так, проблема инновационного развития организации может иметь экономический аспект, социально-психологический, технологический и т. д.

3. *Концептуальный* – основан на предварительной проработке концепции исследования, т. е. комплекса ключевых положений, определяющих общее направление исследования.

4. *Эмпирический* – базируется на опыте, т. е. на накоплении опытных данных в какой-либо предметной области, и последующем логическом выводе на основе этих данных.

5. *Прагматический* – ориентирован на получение ближайшего результата. Например, снижение риска при выходе организации на рынок.

6. *Научный* – используется научная постановка целей исследования и научный аппарат его проведения.

4. Ориентиры и ограничения.

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

5. Средства и методы исследования (см. последний вопрос темы).

Принципы и проблема исследования

При проведении исследования важно учитывать основные методологические принципы.

1. Принцип противоречия – проблема – это всегда противоречие между желаемым и возможным, известным и искомым.

2. Принцип оценки – любые события, явления, противоречия оцениваются по критериям важности, актуальности, сложности, связи с другими явлениями.

3. Принцип распознавания – состоит в необходимости отождествления, сравнения, определения класса явления, принадлежности его к определенной типологической группе.

Реализация методологических принципов на практике помогает найти наиболее эффективный вариант проведения исследования и его целенаправленного осуществления.

В основе любой исследовательской деятельности лежит проблема. Именно она определяет средства, методы, подходы, предполагаемые результаты, ориентиры и ограничения, т. е. всю совокупность составляющих методологии исследования.

Проблема – это противоречие, решение которого требует создания новых методов изучения, поиска новых подходов, изыскания новых средств и ресурсов. Проблема всегда характеризуется неопределенностью. Исследователю следует отличать проблему от задачи.

Основное отличие проблемы от задачи состоит в том, что задача всегда имеет типовые схемы, алгоритм решения, а проблема требует их создания с элементами новых, неизвестных ранее изменений. Решение проблемы всегда требует творческих усилий.

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

1. Хорошо структурированные или количественно сформулированные проблемы. В таких проблемах существенные зависимости выяснены настолько хорошо, что они могут быть выражены в числах и символах, получающих, в конце концов, численные оценки.

2. Неструктурированные или качественно выраженные проблемы. Такие проблемы содержат лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны.

3. Слабоструктурированные или смешанные проблемы. Содержат и количественные, и качественные элементы, причем малоизвестные и неопределенные стороны проблемы имеют тенденцию доминировать.

Различают также проблемы неразвитые (предпроблемы) и развитые.

Неразвитые проблемы характеризуются следующими чертами:

1. Они возникли на базе определенной теории, концепции.
2. Это трудные, нестандартные задачи.

3. Их решение направлено на устранение возникшего в познании противоречия.

4. Пути решения проблемы неизвестны.

Развитые проблемы имеют более или менее конкретные указания на пути их решения.

Существуют определенные трудности в выявлении проблем. Это принятие симптомов за проблему, предвзятое мнение о причинах проблемы, взгляд на проблему с учетом только одного аспекта, игнорирование того, как проблема воспринимается в разных частях социально-экономической системы, и др.

С точки зрения методологии исследований проблеме присущи следующие параметры:

1. Качество проблемы.

2. Определение проблемы.

3. Постановка проблемы.

Рассмотрим подробнее данные параметры.

Качество проблемы – это ее реальность, актуальность, возможность решения, предполагаемый результат.

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

1. Формулирование проблемы, в которое входит:

– вопрошение – постановка вопроса исследования;

– контрадикция – фиксация противоречия, лежащего в основе проблемы;

– финитизация – описание предполагаемого результата.

2. Построение проблемы, в которое включены:

– стратификация – расщепление, декомпозиция – проблемы на подвопросы;

– композиция – группировка и определение последовательности решения подвопроса;

– локализация – ограничение поля изучения в соответствии с потребностями исследования;

– вариантификация – обеспечение возможности замены одного вопроса другим и поиск альтернативы для всех элементов проблемы.

3. Оценка проблемы, в которую входит:

– кодификация – выявление всех условий, необходимых для решения проблемы, включая методы, средства, методики (выделить время для занятий, обеспечить литературу, обеспечить деньгами);

– инвентаризация – проверка наличных возможностей (есть литература, но нет финансов);

– когнификация – выявление степени проблематичности, соотношение известного и неизвестного в той информации, которую необходимо использовать при исследовании (если есть возможность, будет ли желание учить);

– уподобление – нахождение решенных проблем аналогично решаемой;

– квалификация – отнесение проблемы к определенному типу.

4. Обоснование проблемы, в которое включены:

– экспозиция – установление ценностных, содержание идентичных связей данной проблемы с другими;

– актуализация – приведение доводов в пользу реальности проблемы, ее постановки и решения;

– компрометация – выдвижение возражений против проблемы;

– демонстрация – объективный синтез результатов, полученных на стадии актуализации и компрометации.

5. Обозначение проблемы. В него включается:

– экспликация понятий – перевод проблемы на иной научный или естественный язык; перекодировка используемой информации;

– интимизация – выбор словесной нюансировки, выражение проблемы и набор понятий, наиболее точно фиксирующих ее смысл.

Как правило, такой порядок действий является типичным для определения проблемы. Однако последовательность и наличие всех приведенных операций могут быть изменены в зависимости от опыта и квалификации исследователя.

Постановка проблемы имеет несколько уровней, которые во многом обусловлены как профессионализмом исследователя, так и сложностью самой проблемы. Так, можно выделить интуитивный уровень, постановку проблемы в соответствии с принятыми правилами, обработку проблемы в соответствии с целями и стратегией организации и др.

Однако для эффективной постановки проблемы следует придерживаться следующих требований:

1. Констатация следствия. Констатируется то, что неверно, а не почему неверно.

2. Фокусировка на различии между тем, что есть, и тем, что должно быть.

Это различие представляет собой изменение или отклонение от нормы, стандарта.

3. Измеримость проблемы. Насколько важна проблема в абсолютных и относительных величинах (например, объем потерянного рабочего времени или денег, или как она сказывается на социально-психологическом климате в коллективе).

4. Точность формулировки. Избегание двусмысленных категорий.

Постановка проблемы не должна отвечать всем требованиям, однако чем большим критериям она соответствует, тем точнее она становится.

Разработка гипотезы и концепции исследования

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

Гипотеза – это требующее проверки и доказывания предположение о причине, которая вызывает определенное следствие, о структуре исследуемых объектов и характере внутренних и внешних связей структурных элементов. Гипотеза – это также вероятностное знание, объяснение, понимание – вариант объяснения при недостаточности информации.

Не любое предположение называют гипотезой, а лишь предположение, основанное на знании, в результате чего выдвигается это предположение. Таким образом, слово «гипотеза» имеет два смысла: особого рода знание и особый процесс развития знания.

Гипотеза должна отвечать следующим требованиям:

1. Релевантность, т. е. относимость к фактам, на которые она опирается.

2. Проверяемая опытным путем, сопоставляемая с данными наблюдения или эксперимента (исключение составляют непроверяемые гипотезы).

3. Совместимость с существующим научным знанием.

4. Обладание объяснительной силой, т. е. из гипотезы должно выводиться некоторое количество подтверждающих ее фактов, следствий. Большой объяснительной силой будет обладать та гипотеза, из которой выводится наибольшее количество фактов.

5. Простота, т. е. она не должна содержать никаких произвольных допущений, субъективистских наслоений.

Различают гипотезы описательные, объяснительные и прогнозные.

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

Объяснительная гипотеза – это предположение о причинно-следственных зависимостях.

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

Основные этапы построения гипотез:

1. Выдвижение гипотезы. Выдвигаемая гипотеза однозначно должна быть логически согласована с проблемой и целью, приложима к данным, заключенным в предварительном описании предмета исследования, включать понятия, получившие предварительное уточнение, интерпретацию, предоставлять возможность эмпирической проверки.

2. Формулировка (разработка) гипотезы. Выдвинутую гипотезу необходимо правильно и четко сформулировать, от этого зависит ход и результат ее проверки.

3. Проверка гипотезы. Основной задачей проводимого в последующем исследования является проверка гипотезы на достоверность. Подтвердившиеся гипотезы становятся теорией и законом и используются для внедрения в практику.

Не подтвердившиеся либо отбрасываются, либо становятся основой для выдвижения новых гипотез и новых направлений в исследовании проблемной ситуации.

Концепция исследования является важнейшей составляющей в его проведении.

Концепция исследования – это комплекс ключевых положений методологического характера, определяющих подход к исследованию и организации его проведения, т. е. это не только система теоретических взглядов на понимание и объяснение объекта и предмета исследования, но еще и генеральный замысел, определяющий стратегию действий при осуществлении программы, плана исследования.

Концепция исследования бывает довольно обобщенной и абстрактной, но все-таки имеет большое практическое значение. Ее назначение – изложить теорию в конструктивной, прикладной форме. Таким образом, любая концепция включает в себя только те положе-

ния, идеи, взгляды, которые возможны для практического воплощения в исследовании той или иной системы, процесса, явления.

Центральное звено в разработке концепции исследования принадлежит описанию гипотезы, определению направлений и методов исследования.

Конкретизация концепции, как правило, отражается в плане исследования.

Следует отметить, что разработка гипотезы и концепции не всегда является необходимым элементом. Некоторые исследования вполне обходятся без этих составляющих, однако их наличие во многом характеризует научность подхода к исследованию.

Процессуально-методологические схемы исследования

Процессуально методологические схемы исследования – это комплекс, сочетание, приоритеты, последовательность основных методологических элементов: концепции, гипотезы, подходов, методов, проблемы, анализа, проекта, рекомендаций, модели, цели, решений, способа, обучения.

Любое исследование предполагает определенную схему его проведения.

В своем процессуальном осуществлении данные схемы могут иметь различное наполнение, что обусловлено характером исследуемой проблемы.

Рекомендуется следующая общая схема проведения научного исследования:

1. Выбор темы и обоснование ее актуальности.
2. Постановка цели и конкретных задач исследования.
3. Определение объекта и предмета исследования.
4. Выбор метода или разработка методики проведения исследования.
5. Проведение и описание процесса исследования.
6. Анализ (обсуждение) результатов исследования.
7. Формулирование выводов (оценка) по результатам исследования.

Однако различные виды исследования предполагают использование различных процессуальных схем.

Осуществляется постановка проблемы исследования, выдвигается гипотеза о возможных методах ее решения, разрабатываются конкретные способы достижения результата.

Таким образом, процессуально-методологические схемы могут иметь разнообразный вид:

проблема-гипотеза-решение;
гипотеза-модель-проблема-рекомендации;
модель-проблема-образование-решение;
анализ-гипотеза-проблема-решение-концепция и т. д.

Реализация любой схемы исследования в своем итоге имеет определенный результат.

Результат – следствие чего-либо, последствие, конечный вывод, итог, развязка, исход.

Научный результат – продукт научной деятельности, содержащий новые знания или решения и зафиксированный на любом информационном носителе.

Результаты исследования могут быть непосредственными и опосредованными.

– Непосредственный результат (результат по форме) может быть выражен как рецепт, рекомендация, модель, программа, стратегия, решение, методика, тип организации, система мотивации, решение, тип организационной культуры, технология, миссия, видение, стратегия, система оценки, управленческий учет, система контроля, анти-рисковая система, система адаптации, система обучения и др.

– Опосредованный результат (результат по сущности) – как эффективность, производительность, социально-психологическая атмосфера, имидж фирмы, прибыль, корпоративная культура, инновационный потенциал, качество, организация, организационная культура, ключевые ценности, моделирование действительности.

Результаты исследования могут быть также основными и дополнительными.

Замысел исследования – это основная идея, которая связывает воедино все структурные элементы методики, определяет порядок проведения исследования, его основные этапы.

В замысле исследования выстраиваются в логический порядок следующие необходимые элементы:

- цель, задачи, гипотеза исследования;
- критерии, показатели развития конкретного явления, соотносящиеся с конкретными методами исследования;
- последовательность применения этих методов, порядок управления ходом исследования (эксперимента);
- порядок регистрации, скопления и обобщения исследовательского материала;
- порядок и формы представления результатов исследования.

Замысел исследования определяет и его этапы.

Обычно исследование состоит из трех рабочих этапов.

Первый этап включает в себя:

- выбор научной проблемы и темы;
- определение объекта и предмета исследования, целей и основных задач;
- разработку гипотезы исследования.

Второй этап работы содержит:

- выбор методов и разработку методики проведения исследования;
- непосредственно специальные процессы самого научного исследования;
- формулирование предварительных выводов, их апробирование и уточнение;
- обоснование заключительных выводов и практических рекомендаций.

Третий этап является заключительным.

Он строится на основе внедрения полученных научно-исследовательских результатов в практику. Работа литературно оформляется.

Логика каждого исследования специфична. Любой исследователь исходит из характера научной проблемы, целей и задач работы, конкретного информационного материала, которым он располагает, уровня ресурсной оснащенности исследования и своих возможностей.

Каждый рабочий этап исследования имеет свои характерные особенности.

Первый этап состоит из выбора области сферы исследования, причем этот весьма важный выбор обусловлен как объективными факторами (актуальностью, новизной, перспективностью, ценностью и т. д.), так и субъективными (опытом исследователя, его научным и профессиональным интересом, способностями, склонностями, складом ума и т. д.).

Проблема научного исследования принимается как категория, означающая нечто неизвестное в науке, что предстоит открыть, доказать.

Тема. В ней отражается научная проблема в ее характерных чертах.

Удачная, точная в смысловом отношении формулировка темы уточняет проблему, очерчивает рамки исследования, конкретизирует основной замысел, создавая тем самым предпосылки успеха работы в целом.

Объект исследования. Это та совокупность связей, отношений и свойств, которая существует объективно в теории, практике, требует некоторых определенных уточнений и служит источником необходимой для исследователей информации.

Предмет исследования. Этот элемент является более конкретным и включает только те связи и отношения, которые подлежат непосредственному изучению в данной исследовательской работе, устанавливая границы научного поиска в каждом объекте.

В научной работе можно выделить несколько предметов исследования, но их не должно быть много.

Из предмета исследования вытекают цель и задачи исследования.

Цель формулируется кратко и предельно точно, в смысловом отношении выражая то основное, что намеревается сделать исследователь. Она подробно конкретизируется и развивается в задачах исследования.

Например, задачи исследования в научной работе могут быть проранжированы в следующем виде.

Первая задача, как правило, связана с выявлением, уточнением, углублением, методологическим обоснованием сущности, природы, структуры изучаемого объекта.

Вторая связана с анализом реального состояния предмета исследования, динамики, внутренних противоречий развития во времени и пространстве.

Третья касается основных возможностей и способностей преобразования предмета исследования, моделирования, опытно-экспериментальной проверки.

Четвертая связана с выявлением направлений, путей и средств повышения эффективности совершенствования исследуемого явления, процесса, т. е. с практическими аспектами научной работы, с проблемой управления исследуемым объектом.

Задач в исследовательской работе не должно быть много.

Формулировка гипотезы.

Уяснение конкретных задач осуществляется в творческом поиске частных проблем и вопросов исследования, без решения которых невозможно реализовать методический замысел, решить главную проблему.

Гипотезы бывают:

а) описательные (предполагается существование какого-либо явления);

б) объяснительные (вскрывающие причины его);

в) описательно-объяснительные.

К научной гипотезе предъявляются следующие определенные требования:

– она не должна включать в себя слишком много положений. Как правило, одно основное, редко больше по особой специальной необходимости;

– в нее нельзя включать понятия и категории, не являющиеся однозначными, не уясненные самим исследователем;

– при формулировке гипотезы следует избегать ценностных суждений;

– гипотеза должна соответствовать фактам, быть проверяемой и приложимой к широкому кругу явлений;

– требуется безупречное стилистическое оформление, логическая простота, соблюдение преемственности.

Научные гипотезы с различными уровнями обобщенности, в свою очередь, можно очевидно отнести к инструктивным или дедуктивным.

Дедуктивная гипотеза, как правило, выводится из уже известных отношений, положений или теорий, от которых отталкивается исследователь.

В тех случаях, когда степень надежности гипотезы может быть определена путем статистической переборки количественных результатов опыта, рекомендуется формулировать нулевую или отрицательную гипотезу. При ней исследователь допускает, что нет зависимости между исследуемыми факторами (она равна нулю).

Например, при изучении структуры деятельности специалиста в какой-либо сфере нас интересует зависимость этой структуры от уровня образования, рабочего стажа, возраста, уровня профессиональной квалификации.

Нулевая гипотеза состоит из допущения, что такой зависимости не существует.

Можно ли в таком случае в проводимом научном исследовании получить результаты, противоречащие нулевой гипотезе? Если мы такие факты получим, то можно ли будет их рассматривать как случайные?

Предполагается, что при такой постановке вопросов исследователю легче уберечься от ложной интерпретации итоговых результатов опыта.

Формулируя гипотезу, важно отдавать себе отчет в том, правильно ли мы это делаем, опираясь на формальные признаки хорошей гипотезы:

а) адекватность ответа вопросу или соотнесенность выводов с посылками (иногда исследователи формулируют проблему в определенном, одном плане, а гипотеза с ней не соотносится и уводит исследователя от проблемы);

б) правдоподобность, т. е. соответствие уже имеющимся знаниям по данной проблеме (если такого соответствия нет, новое исследование оказывается изолированным от общей научной теории);

в) проверяемость.

Второй этап исследования носит ярко выраженный индивидуализированный характер, не терпит жестко регламентированных правил и предписаний. И все же есть ряд принципиальных вопросов, которые необходимо учитывать.

В частности, вопрос о методике исследования, поскольку с ее помощью возможна техническая реализация различных методов. В исследовании мало ставить перечень методов, необходимо их сконструировать и организовать в систему.

Нет методики исследования вообще, а есть конкретные методики исследования различных объектов, явлений, процессов.

Методика – это совокупность приемов, способов исследования, порядок их применения и интерпретации полученных с ее помощью результатов. Она зависит от характера объекта изучения; методологии; цели исследования; разработанных методов; общего уровня квалификации исследователя.

Невозможно сразу составить программу исследования и методику:

во-первых, без уяснения, в каких внешних явлениях проявляется изучаемое явление, каковы показатели, критерии его развития;

во-вторых, без соотнесения методов исследования с разными проявлениями исследуемого явления.

Только при соблюдении этих условий можно надеяться на достоверные научные результаты и выводы.

В ходе исследования составляется программа, в которой должно быть отражено:

- какое явление исследуется;
- по каким показателям;
- какие критерии исследования применяются;
- какие методы исследования используются;

– порядок и регламентация применения исследователем тех или иных методов.

Таким образом, методика – это своего рода модель исследования, причем развернутая во времени. Определенная совокупность методов продумывается исследователем для каждого этапа исследования. При выборе методики учитывается множество факторов и, прежде всего, предмет, цель, задачи исследования.

Методика исследования, несмотря на свою индивидуальность, при решении конкретной задачи имеет определенную структуру специфических компонентов.

Основные компоненты методики исследования:

– теоретико-методологическая часть, концепция, на основе которой строится вся методика;

– исследуемые явления, процессы, признаки, параметры, факторы;

– субординационные и координационные связи и зависимости между ними;

– совокупность применяемых методов, их субординация и координация;

– порядок и регламентация применения методов и методологических приемов;

– последовательность и техника обобщения результатов исследования;

– состав, роль и место исследователей в процессе реализации исследовательского замысла.

Умелое определение содержания каждого структурного элемента методики, их соотношения, взаимной связи и есть искусство исследования.

Хорошо продуманная методика организует исследование, обеспечивает получение необходимого фактического материала, на основе анализа которого и делаются научные выводы.

Реализация методики исследования позволяет получить предварительные теоретические и практические выводы, содержащие ответы на решаемые в исследовании задачи.

Эти выводы должны отвечать следующим методическим требованиям:

– быть всесторонне аргументированными, обобщающими основные итоги исследования;

– вытекать из накопленного материала, являясь логическим следствием его анализа и обобщения.

При формулировании выводов исследователю очень важно избежать двух нередко встречающихся ошибок:

1) своеобразного топтания на месте, когда из большого и емкого эмпирического материала делаются весьма поверхностные, частично-порядка ограниченные выводы;

2) непомерно широкого обобщения полученных результатов, когда из незначительного фактического материала делаются неправомерно широкие выводы.

Академик И.П. Павлов к ведущим качествам личности ученого-исследователя относил:

- научную последовательность;
- прочность познания азов науки и стремление от них к вершинам человеческих знаний;
- сдержанность, терпение;
- готовность и умение делать черновую работу;
- умение терпеливо накапливать факты;
- научную скромность;
- готовность отдать науке всю жизнь.

Академик К.И. Скрябин отмечал в научном творчестве особую значимость и важность любви к труду, к науке, к избранной специальности.

Третий этап – это внедрение полученных результатов в практику с литературным оформлением работы.

Литературное оформление материалов исследования является неотъемлемой частью научного исследования и представляется трудоемким и очень ответственным делом.

Вычленив из собранных материалов и сформулировать основные идеи, положения, выводы и рекомендации доступно, достаточно полно и точно – это главное, к чему следует стремиться исследователю в процессе литературного оформления результатов и научных материалов.

Конечно, не сразу и не у всех это получается, поскольку оформление работы всегда тесно связано с доработкой тех или иных положений, уточнением логики, аргументации и устранением пробелов в обосновании сделанных выводов и т. д.

Многое здесь зависит не только от степени профессиональной подготовки, но и от уровня общего развития и личности исследователя, его литературных и аналитических способностей, а также умения оформлять свои мысли.

В работе по оформлению научных материалов исследователю следует придерживаться общих правил:

- название и содержание глав, а также разделов должно соответствовать теме исследования и не выходить за ее рамки, содержание глав должно исчерпывать тему, а содержание разделов – главу в целом;

- первоначально, изучив материал для написания очередного раздела (главы), необходимо продумать его план, ведущие идеи, систему аргументации и зафиксировать все это письменно, не теряя из виду логику всей работы,

затем провести уточнение, шлифовку отдельных смысловых частей и предложений, сделать необходимые дополнения, перестановки, убрать лишнее, провести редакторскую, стилистическую правку;

- сразу уточнять, проверять оформление ссылок, составлять справочный аппарат и список литературных источников (библиографических ссылок);

- не допускать спешки с окончательной правкой, взглянуть на материал через некоторое время, дать ему отлежаться, при этом некоторые рассуждения и умозаключения, как показывает практика, будут представляться неудачно оформленными, малоубедительными и несущественными, поэтому нужно их улучшить или опустить, оставить лишь действительно необходимое;

- избегать наукообразности, игры в эрудицию, поскольку приведение большого количества ссылок, злоупотребление специальной терминологией затрудняют понимание мыслей исследователя для окружающих, делают изложение сложным, поэтому стиль изложения должен сочетать в себе научную строгость и деловитость, доступность и выразительность;

- в зависимости от содержания литературное изложение материала может быть спокойным (без эмоций), аргументированным или полемическим, критикующим, кратким или обстоятельным, развернутым;

- соблюдать авторскую скромность, учесть и отметить все, что сделано предшественниками, коллегами в разработке исследуемой проблемы, трезво и объективно оценить свой конкретный вклад в научные изыскания;

- перед тем как оформить чистовой вариант материалов для подготовки к печати, провести апробацию работы: рецензирование,

экспертизу, обсуждение на семинарах, конференциях, симпозиумах с коллегами и т. п., после чего устранить недостатки, выявленные при апробировании.

Методический замысел исследования нуждается в разработке и практическом использовании общей логической схемы научного исследования.

Общая схема научного исследования. Весь ход предстоящего научного исследования условно можно проиллюстрировать в виде условной логической схемы.

Обоснование актуальности выбранной темы является начальным этапом любого исследования. В применении к научной работе понятие «актуальность» имеет некоторые особенности в зависимости от назначения исследования.

Курсовая, дипломная работа или проект, диссертация являются квалификационными работами разного профессионального уровня, и то, как их автор умеет выбрать тему и насколько правильно он эту тему понимает и оценивает с точки зрения своевременности, социальной значимости, экономической и коммерческой важности, характеризует его научную зрелость и соответствующий уровень профессиональной подготовленности к практической деятельности.

Освещение актуальности должно быть немногословным, но понятным.

Начинать ее описание издали нет особой необходимости. Достаточно в пределах одной машинописной страницы показать главное – суть проблемной ситуации, из чего и будет видна актуальность темы.

Следовательно, формулировка проблемной ситуации является очень важной частью введения квалификационной работы. Поэтому имеет смысл остановиться на понятии «проблема» несколько более подробно. Любое научное исследование проводится для того, чтобы преодолеть определенные трудности в процессе познания новых явлений, объяснить ранее неизвестные факты или выявить неполноту старых способов объяснения известных фактов.

Эти трудности в наиболее отчетливой форме проявляют себя в так называемых проблемных ситуациях, когда существующее научное знание оказывается недостаточным для решения новых современных задач познания.

Проблема всегда возникает тогда, когда старое знание уже обнаружило свою несостоятельность, а новое знание еще не приобрело развитой формы.

Следовательно, проблема в науке – это противоречивая ситуация, требующая своего своевременного разрешения. Такая ситуация чаще всего возникает в результате открытия новых фактов, которые явно не укладываются в рамки прежних теоретических исследований и представлений, т. е. когда ни одна из современных теорий не может объяснить вновь обнаруженные факты.

Правильная постановка и ясная формулировка новых проблем имеют важное значение. Они если не целиком, то в очень большой степени определяют стратегию исследования вообще и направление научного поиска в особенности.

Неслучайно принято считать, что сформулировать научную проблему – значит показать умение отделить главное от второстепенного, выяснить то, что уже известно и что пока неизвестно науке о предмете исследования.

Таким образом, если во введении студенту в курсовой и дипломной работе, магистранту, аспиранту, соискателю в диссертации удастся показать, где происходит граница между знанием и незнанием о предмете исследования, то ему уже бывает нетрудно четко и однозначно определить научную проблему, а следовательно, и сформулировать ее основную суть.

Отдельные исследования квалификационных работ ставят целью развитие положений, выдвинутых той или иной научной школой. Темы таких исследований могут быть очень узкими, что отнюдь не умаляет их актуальности.

Далее в соответствии с логической схемой исследования исследователем формулируются объект и предмет исследования.

Объект исследования – это процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию и избранное для специального изучения.

Предмет исследования – это то, что находится в границах объекта исследования.

Объект и предмет исследования как категории научного процесса познания соотносятся между собой как общее и частное, поскольку в объекте выделяется та часть, которая и служит предметом исследования. Именно на него и направлено основное внимание исследователя, именно предмет исследования определяет тему научно-исследовательской работы, которая обозначается на титульном листе как ее заглавие. Очень важным следующим этапом научного исследования является выбор методов исследования, которые служат инст-

рументом в извлечении фактического материала, являясь необходимым условием достижения поставленной в научной работе цели.

Описание процесса исследования является основной частью научно-исследовательской работы, в которой освещаются методика, техника, технологии, операции исследования с использованием логических законов и правил.

Очень важный этап научного исследования – обсуждение его результатов, которое ведется на консультациях с руководителем, заседаниях профилирующих кафедр, ученых советов, где дается предварительная оценка теоретической и практической ценности научной работы.

Заключительным этапом являются выводы, которые содержат все то новое и существенное, что составляет научные и практические результаты проведенной исследовательской работы.

Научные методы познания в исследованиях

В методологии научных исследований выделяют два уровня познания:

– эмпирический – наблюдение и эксперимент, а также группировка, классификация и описание результатов эксперимента, наблюдений;

– теоретический – построение и развитие научных гипотез, теорий, формулировка законов и выделение из них логических следствий, сопоставление различных гипотез и теорий.

Различают следующие методы научного познания: общенаучные и конкретно-научные (частные).

Общенаучные методы используются в теоретических и эмпирических исследованиях. Они включают в себя анализ, синтез, индукцию и дедукцию, аналогию и моделирование, абстрагирование и конкретизацию, системный анализ и формализацию, гипотетический и аксиоматический методы, создание теории, наблюдение и эксперимент, лабораторные и полевые исследования.

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

пример, анализ производительности труда рабочих производится по каждому цеху и по предприятию в целом.

Синтез – метод изучения объекта в его целостности, в единстве и взаимной связи его частей.

В процессе научных исследований синтез связан с анализом, поскольку он позволяет соединить части предмета, расчлененного в процессе анализа, установить их связь и познать предмет как единое целое (например, производительность труда по производственному объединению в целом).

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

Так, например, изучаются факторы, отрицательно влияющие на производительность труда, по каждому отдельному предприятию, а затем данные обобщаются в целом по производственному объединению, в состав которого входят все эти предприятия как производственные единицы.

Дедукция – метод логического умозаключения от общего к частному, когда сначала исследуется состояние объекта в целом, а затем его отдельных элементов.

Применительно к предыдущему примеру сначала анализируется производительность труда в целом по объединению и далее по его производственным единицам.

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

При использовании этого метода полученные результаты распространяются на все аналогичные предприятия.

Затраты на такой метод конечно меньше, а вот достоверность полученных выводов оказывается несколько ниже.

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

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

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

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

Моделирование – метод научного познания, основанный на замене изучаемого предмета, явления на его аналог (модель), содержащий существенные черты характеристики оригинала. В экономических исследованиях широко применяется экономико-математическое моделирование, когда модель и ее оригинал описываются тождественными уравнениями и исследуются с помощью ЭВМ (например, транспортные маршруты при автомобильных перевозках грузов).

Абстрагирование (от лат. – отвлекать) – метод отвлечения, позволяющий переходить от конкретных предметов к общим понятиям и законам развития.

Он применяется в экономических исследованиях для перспективного планирования, когда на основании изучения работы предприятий за прошедший период времени прогнозируется развитие отрасли или региона на будущий период.

Конкретизация – метод исследования предметов во всей их разносторонности, в качественном многообразии реального существования во времени и пространстве в отличие от абстрактного, отвлеченного изучения предметов.

При этом исследуется состояние предметов в связи с определенными условиями их существования и исторического развития.

Системный анализ – изучение объекта исследования как совокупности элементов, образующих систему. В научных исследованиях он предусматривает оценку поведения объекта как системы со всеми факторами, влияющими на его функционирование.

Этот метод широко применяется в экономических исследованиях при комплексном изучении деятельности производственных объединений и отрасли в целом, определении пропорций развития народного хозяйства и т. п.

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

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

Формализация – метод исследования объектов путем представления их элементов в виде специальной символики, например, представление себестоимости продукции специальной формулой (математической зависимостью), в которой при помощи символов изображены статьи затрат.

Гипотетический метод (от греч. – основанный на гипотезе) – основан на научном предположении, выдвигаемом для объяснения какого-либо явления и требующем проверки на опыте и теоретического обоснования, чтобы стать достоверно научной теорией. Он применяется при исследовании новых экономических явлений, не имеющих аналогов (изучение эффективности новых машин и оборудования, телекоммуникационных и мобильных средств связи, себестоимости новых видов товарной продукции и т. п.).

Аксиоматический метод предусматривает использование аксиом, являющихся доказанными научными знаниями, которые применяются в научных исследованиях в качестве исходных положений для обоснования новой теории.

Создание теории – это метод обобщения результатов исследования, нахождения общих закономерностей в поведении изучаемых объектов, а также распространения результатов исследования на другие объекты и явления, что способствует повышению надежности проведенного экспериментального исследования. В эмпирических исследованиях применяются наряду с общенаучными также чувственные методы человека – ощущения, восприятия и представления. Однако эмпирические знания не всегда часто чувствительные. Простая констатация результатов наблюдения, таких как, например, «превышение издержек производства против запланированных на столько-то», еще не есть научное знание.

Оно становится научным тогда, когда определена их причинная связь наблюдением и экспериментом, т. е. выявлены и изучены факторы, вызвавшие превышение издержек, и намечены мероприятия по устранению недостатков.

Наблюдение – метод изучения предмета путем его количественного измерения и качественной характеристики.

Применяется при изучении трудоемкости изделий путем хронометражных наблюдений, при контрольном раскрое сырья, расхода материалов, выполнения технологических операций и т. п.

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

Проводится в точно учитываемых условиях, позволяющих следить за ходом явлений и воссоздавать его повторно в заданных условиях.

Экспериментальные исследования могут проводиться в научной лаборатории с использованием специальной лабораторной установки или без нее, на предприятиях на действующих образцах продукции, в полевых условиях с использованием определенного набора научных средств, специальных научных приборов и оборудования.

Конкретно-научные (частные) методы научного познания представляют собой специфические методы конкретных наук. Эти методы формируются в зависимости от целевой функции данной науки и характеризуются взаимным проникновением в однородные отрасли наук.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение терминов «метод» и «методология».
2. Какова методология научного исследования?
3. Перечислите общенаучные методы научных исследований и дайте общую характеристику каждому из них.
4. Назовите специальные методы научного исследования, определите их значимость и необходимость.

МОДУЛЬ 2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ И ЭТАПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

ЛЕКЦИЯ 3. ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

Экспериментальные исследования. Общие положения. Классификация экспериментов

Вслед за теоретическими разработками и построениями математических моделей следует очень ответственная часть научных исследований – эксперимент. Основой эксперимента является научно поставленный опыт с точно учитываемыми и управляемыми параметрами. Само слово эксперимент происходит от латинского *experimentum* – проба, опыт.

Во время эксперимента создают условия для воспроизведения того или иного изучаемого процесса, наблюдения, измерений уровней факторов, влияющих на результат и его оценку.

Постановка и организация эксперимента определяется его назначением.

Эксперименты классифицируют по самым различным признакам:

- по отраслям науки – технические, физические, биологические, химические, социальные и др.;
- способу формирования условий – естественные и искусственные;
- целям исследований – констатирующие, преобразовывающие, контролирующие, поисковые, решающие;
- организации проведения – лабораторные, натурные, полевые, производственные;
- структуре изучаемых объектов и явлений – простые и сложные;
- характеру внешних воздействий на объект исследований – вещественные, энергетические, информационные;
- виду средства взаимодействия с объектом исследования – обычные и модельные;
- типу моделей, исследуемых в эксперименте, – материальные и мыслимые;
- контролируемым величинам – пассивные и активные;
- числу варьируемых факторов – однофакторные и многофакторные;

– характеру изучаемых объектов или явлений – технологические, социометрические и т. п.

Разумеется, могут быть и другие классификационные признаки.

Если провести краткий анализ названных видов эксперимента, то можно отметить следующее.

Естественный эксперимент предполагает проведение опыта в естественных условиях существования объекта исследования (чаще всего используется в биологических, социальных, педагогических науках).

Искусственный эксперимент предполагает формирование искусственных условий (естественные и технические науки).

Преобразующий эксперимент (созидательный) направлен на создание условий формирования новых полезных свойств и качеств объекта.

Констатирующий эксперимент используют для проверки определенных предположений.

Контролирующий эксперимент сводится к контролю за результатами внешних воздействий на объект исследования с учетом его состояния.

Поисковый эксперимент проводят обычно в случае недостаточности предварительных данных о факторах, влияющих на объект, и их значимости.

Решающий эксперимент проводят обычно для того, чтобы отсечь одну из гипотез от другой. Классическими примерами решающего эксперимента явились опыты Б. Паскаля по измерению атмосферного давления на вершине и у подножия горы Puude Dome, и его учеников Роберта Бойля и Отто фон Герике с Магдебургскими полушариями; маятник Фуко, разрешивший спор между Птолемеем и Н. Коперником.

Лабораторный эксперимент проводится в лабораторных условиях, с применением специальных моделирующих установок, специальной измерительной аппаратуры, стендов и другого оборудования. Этот вид эксперимента, как правило, имеет хорошую воспроизводимость, позволяет получить хорошую научную информацию, но не всегда полностью моделирует реальный ход процесса.

Натурный эксперимент проводится в естественных условиях и на реальных объектах, типичных для реальной ситуации, в которой будет работать впоследствии создаваемый объект. Как правило, экс-

перимент неповторим, поскольку естественные условия непрерывно меняются, и воспроизвести их нельзя.

Особое внимание обращают на определение условий проведения этого эксперимента. Без указаний основных условий (например, тип почвы, влажность, твердость, состояние после предыдущей обработки, засоренность, состояние атмосферы и др.) результаты натурального эксперимента не имеют смысла.

Открытые и закрытые эксперименты отличаются тем, знают или нет испытуемые люди (коллективы, отдельные люди, допустим, механизаторы), что опыты проводятся с их участием.

Простой эксперимент используется для объектов, не имеющих разветвленной структуры, с небольшим количеством взаимодействующих элементов.

В сложном эксперименте изучаются явления или объекты с разветвленной структурой и большим количеством взаимосвязанных и взаимодействующих элементов.

Информационный эксперимент используется для изучения воздействия на объект определенной информации, например, реакцию механических систем на некоторые тестовые воздействия (ступенчатое изменение нагрузки, изменение частоты внешних колебаний и т. п.).

Вещественный эксперимент предполагает изучение влияния различных вещественных факторов на состояние объекта исследования (допустим, влияние добавок на качество смазочных масел, топлива и др.).

Модельный эксперимент имеет дело с моделью исследуемого объекта. Часто модель входит в состав экспериментальной установки, замещая не только объект исследования, но и условия функционирования.

Различие между моделью и реальным объектом может быть источником ошибок.

Мысленный и материальный эксперимент. Орудиями мысленного (умственного) эксперимента являются мысленные или образно-знаковые модели. Синонимом мысленного является идеализированный или воображаемый эксперимент. Этот вид эксперимента является одной из форм умственной деятельности человека.

Мысленный эксперимент имеет более широкую сферу применения, чем материальный (реальный) эксперимент, так как применяется не только при подготовке и планировании последнего, но и в тех слу-

чаях, когда проведение реальных опытов представляется невозможным.

Так, Г. Галилей в мысленном эксперименте пришел к выводу о существовании движения по инерции, опрокинувшему аристотелевскую точку зрения, согласно которой тело движется только под действием силы. Если сила прекратит свое действие, то тело останавливается. Галилей заметил, что если последовательно уменьшать трение, препятствующее движению, то тело будет двигаться дальше и дальше. Если этот мысленный эксперимент продолжить и снизить трение до нуля, то тело не остановится, несмотря на отсутствие внешней силы.

В восторге от этого решения был в свое время А. Эйнштейн, говоря: «Мы видели, что закон инерции нельзя вывести непосредственно из эксперимента, его можно вывести лишь умозрительно..., хотя он ведет к глубокому пониманию действительных экспериментов».

Огромна роль мысленного эксперимента в техническом конструировании и изобретательстве.

Активный и пассивный эксперименты. При активном эксперименте на вход системы подаются специальные входные сигналы и контролируют выход. При пассивном измеряют определенные параметры, ведут наблюдения, не вмешиваясь в его функционирование.

Примерами пассивного эксперимента являются наблюдения за дорожным движением, за числом дорожно-транспортных происшествий, за производственным травматизмом, развитием заболеваний и т. п. По существу, это наблюдение, которое сопровождается измерением показателей состояния объекта исследования.

Однофакторный и многофакторный эксперименты. При однофакторном эксперименте предполагается выделение нужных факторов и поочередное варьирование интересующих исследователя факторов.

Стратегия многофакторного эксперимента состоит в том, что варьируются все переменные сразу, и каждый эффект оценивается по результатам всех опытов в данной серии экспериментов.

Технологический и социометрический эксперимент используют для изучения элементов технологического процесса, включая деятельность работников и их межличностные социально-психологические отношения в малых группах с целью их последующего изменения.

Вычислительный эксперимент представляет собой особый вид исследований на применение прикладной математики и компьютера как технической базы при использовании математических моделей. Иными словами, это эксперимент под математической моделью. В какой-то мере его трудно отнести к разделу «Экспериментальные исследования», так как исследуется только результат теоретического построения.

Но, с другой стороны, при выполнении вычислительного эксперимента приходится решать те же задачи, что и при классическом, например, определять пределы измерений, интервалы варьирования, значимость факторов, осуществлять оценку результатов.

Вычислительный эксперимент имеет многовариантный характер, так как решение поставленных задач часто зависит от многочисленных входных параметров. Тем не менее каждый конкретный расчет проводится при фиксированном значении остальных значений.

Между тем в результате такого эксперимента часто ставится задача определения оптимального набора параметров. В связи с этим приходится проводить большое число расчетов однотипных вариантов задачи, а это, в свою очередь, требует использования в математических моделях эффективных численных методов.

Вычислительный эксперимент приобретает исключительное значение в тех случаях, когда натурные эксперименты и построение физической модели оказывается невозможным. Это, например, целый ряд задач об определении влияния тех или иных воздействий на экологию. Очень интересным и оригинальным оказалось использование этого метода проф. Е.Г. Еникеевым для разработки методики обоснования оптимального состава машинно-тракторного парка хозяйства, области, региона, с учетом вероятных рисков от надежности техники, нарушений агротехнических сроков выполнения сельскохозяйственных работ из-за погодных условий или недостатка машин.

Исключительно большое значение вычислительный эксперимент имеет в профессиональной подготовке специалистов, так как требует продумать порядок исследования объекта, для которого составлена математическая модель, без больших материальных затрат и в сравнительно ограниченных временных рамках учебного процесса.

Для проведения эксперимента любого типа или их комбинации необходима разработка методики эксперимента.

Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответ-

ствии с которой достигается цель исследований. Это своего рода алгоритм выполнения экспериментальной работы.

Методика эксперимента должна определить выбор варьирующих факторов, обоснование числа опытов, последовательности изменения факторов, выбора шага изменения факторов и др.

Большую помощь в составлении методики экспериментальных работ могут оказать нормативные документы, определяющие принципы общих и частных решений исследований.

Очень часто экспериментальные исследования в чем-то перекликаются с задачами, решаемыми путем испытаний машин, их рабочих органов и механизмов.

Поскольку при испытаниях машин (что, вообще говоря, представляет собой разновидность экспериментальной работы) могут быть приняты очень ответственные решения, то для их организации разработано большое количество нормативных документов (ГОСТов, ОСТов, технических условий, систем стандартов и т. д.). Нормативные документы касаются организации и структуры испытаний, машин и технологий по всем отраслям и типам машин.

Большую группу среди них составляют стандарты Ассоциации испытателей сельскохозяйственной техники (СТО АИСТ), по которым работают все машиноиспытательные центры страны, обеспечивая при этом единство требований и методик. В них очень детально описываются методы измерений, оцениваемые параметры, показатели, характеризующие качество работы, силовые и энергетические характеристики при различных режимах работы.

Детализация методик доведена даже до формы записей результатов и их обработки.

Классификация, типы и задачи эксперимента

По числу переменных эксперименты классифицируются на одно- и многофакторные: при однофакторных изменению и регистрации подлежит один фактор (одна независимая переменная), при многофакторных – несколько факторов или независимых переменных.

Объекты исследований в экспериментах делятся на статистические и детерминированные, управляемые и неуправляемые.

В статистических объектах отклик (случайная зависимая переменная y) находится в стохастической связи со случайными или неслучайными факторами x_1, x_2, \dots, x_n . Так, в механообработке примером

связи со случайными факторами является зависимость характеристик качества готовых деталей от характеристик качества заготовок при их обработке, а связи с неслучайными факторами – зависимость характеристик качества готовых деталей от режимов обработки. Стохастическая связь проявляется в том, что изменение независимой величины приводит к изменению закона распределения зависимой случайной величины. Простейшим ее видом является связь, при которой с изменением независимой переменной изменяется математическое ожидание или среднее значение отклика.

Для детерминированных объектов характерны функциональные связи между неслучайными величинами, когда каждому значению аргумента соответствует строго определенное значение функции.

Управляемость объекта определяется возможностью воспроизведения на нем результатов опыта. Для проверки этого свойства можно провести эксперимент при некоторых выбранных уровнях исследуемых факторов, а затем повторить его несколько раз через неравные промежутки времени и сравнить результаты.

Воспроизводимость результатов характеризуется разбросом их значений. Если он не превышает некоторой заранее заданной величины (требований к точности эксперимента), то объект удовлетворяет требованию воспроизводимости результатов эксперимента.

Экспериментальные исследования классифицируют также на качественные (с целью установления только факта существования явления) и количественные, лабораторные и промышленные. В последнее время все большее распространение получают автоматизированные экспериментальные исследования.

Различают также эксперименты:

- отсеивающие, сравнительные (сравнение двух или нескольких объектов и выбор лучшего из них по заданным критериям качества);
- экстремальные (отыскание экстремума функции отклика, по которому оптимизируются параметры объекта или режимы протекания процессов посредством автоматического управления);
- описательные (определение механизмов явлений и характера протекания процессов для их анализа и последующей постановки задач синтеза) и эксперименты по составлению диаграмм состояния (вариант описательных экспериментов).

Разновидностью экспериментальных исследований могут быть и различного рода испытания: предварительные заводские испытания опытного образца, приемочные испытания доработанных образцов,

подготавливаемых к массовому выпуску (из опытной партии или установочной серии); контрольные испытания при массовом производстве машин и испытания образцов после капитального ремонта. На всех этапах испытаний выполняются разнообразные технологические, эксплуатационные и технические эксперименты, предусмотренные программами испытаний по различным видам оценок. По результатам испытаний принимаются решения о проведении доработки машин, улучшении их агрегатирования с энергетическими средствами, выпуске опытных партий для проверки и постановки на производство.

При всем необъятном многообразии целей, которые может поставить перед собой исследователь, задачи эксперимента, как правило, можно отнести к одному из указанных ниже типов:

- задача измерения некоторой величины при фиксированных условиях (для получения справочных данных, которые потом будут использованы в теоретических или конструкторских расчетах);

- задача проверки гипотезы (подтвердить или опровергнуть с помощью эксперимента ту или иную теорию); доказать, что изделия, выполненные по новой технологии, превосходят по своим параметрам старые образцы; выявить факторы, влияющие на интересующую нас величину, например, срок службы прибора; обнаружить связь между различными характеристиками объектов (или подтвердить отсутствие такой связи, и другое); задачи такого рода решаются по алгоритму статистической проверки гипотез;

- задача выяснения механизма явления;

- задача оптимизации (типичная задача конструкторских и технологических разработок);

- динамические измерения;

- классификация наблюдений, или распознавание образов.

Некоторые из перечисленных типов задач могут быть как конечной целью эксперимента, так и промежуточным этапом при решении задач более высокого уровня.

Планирование экспериментальных исследований

Требования к планированию эксперимента:

- 1) число опытов должно быть минимальным, чтобы не усложнять процедуру эксперимента и не увеличивать его стоимость, но не в ущерб точности результата;

2) необходимо определить совокупность факторов, влияющих на результаты эксперимента, ранжировать их, выявить главные, а несущественные переменные можно исключить;

3) условием корректности эксперимента следует считать одновременное варьирование всеми переменными (факторами), оказывающими взаимное влияние на исследуемый процесс;

4) ряд действий в эксперименте может быть заменен их моделями (прежде всего математическими), при этом адекватность моделей должна быть проверена и оценена;

5) необходимо разработать стратегию эксперимента и алгоритм ее реализации: серии эксперимента должны анализироваться после завершения каждой из них перед переходом к последующей серии.

План проведения эксперимента должен включать следующие разделы:

1. Наименование темы исследования.
2. Цель и задачи эксперимента.
3. Условия проведения эксперимента: параметр оптимизации и варьируемые факторы.
4. Методика проведения исследования.
5. Обоснование количества опытов (объема эксперимента).
6. Средства и методика проведения измерений.
7. Материальное обеспечение эксперимента (перечень оборудования).
8. Методика обработки и анализа экспериментальных данных.
9. Календарный план проведения испытаний, в котором указываются сроки их выполнения, исполнители, представляемые данные эксперимента.
10. Смета расходов.

Цель и задачи эксперимента – исходный пункт плана. Они формулируются на основе анализа научной гипотезы, теоретических результатов собственного исследования либо исследований других авторов.

Цель определяет конечный результат эксперимента, т. е. то, что исследователь должен получить в итоге. Например, подтвердить правильные научные гипотезы; проверить на практике адекватность, работоспособность и практическую пригодность моделей, методик; определить оптимальные условия технологического процесса и т. п.

В различных условиях цели требуют разных затрат, средств и методов измерения, времени эксперимента, отражаются на методике

его проведения. Эти пункты плана будут различными, например, в условиях лабораторного, полевого и производственного экспериментов.

Задачи эксперимента определяют частные цели, с помощью которых может быть достигнута конечная цель либо пути ее достижения. Например, определение оптимальных показателей температуры и давления при изготовлении фулиреновых нанотрубок; установление оптимального соотношения исходных материалов; обоснование скорости протекания технологического процесса и др.

Частными задачами эксперимента при его планировании могут быть:

- проверка теоретических положений с целью подтверждения их истинности;
- проверка (уточнение) констант математических либо иных моделей;
- поиск оптимальных (допустимых) условий какого-либо процесса;
- построение интерполяционных аналитических зависимостей.

Частные задачи эксперимента могут иметь несколько уровней, т. е. древовидную форму. Рекомендуется формулировать 2–4 сложные задачи и 10–15 более простых задач.

Формулирование условий проведения эксперимента – параметра оптимизации и варьируемых факторов.

Величина, описывающая результат проведенного эксперимента, называется **параметром оптимизации** (откликом) системы на воздействие. Множество значений, которые принимает параметр оптимизации, называется областью его определения.

Параметр оптимизации должен быть количественным, задаваться числом и быть измеримым при любом фиксированном наборе уровней факторов. Он обязан характеризоваться однозначно, т. е. заданному набору уровней факторов должно соответствовать, с точностью ошибки эксперимента, одно значение параметра оптимизации. Параметр оптимизации должен всесторонне характеризовать объект исследования, удовлетворять требованию универсальности и полноты. Он должен иметь физический смысл, чтобы обеспечить последующую интерпретацию результатов эксперимента, быть простым и легко вычисляемым.

Параметр оптимизации (отклик) зависит от факторов, влияющих на эксперимент. **Фактор** (лат. *factor* – производящий) – причина ка-

кого-либо процесса, явления, определяющая его влияние на объект исследования, его характер или отдельные черты. Это измеряемая величина, и каждое значение, которое может принимать фактор, называется уровнем фактора.

Каждый фактор в эксперименте может принимать одно из нескольких значений. Фиксированный набор уровней нескольких факторов будет определять какие-то конкретные условия проведения эксперимента. Изменение хотя бы одного из факторов приводит к изменению и условий, и, как следствие, к изменению значения параметра оптимизации.

Варьируемые факторы в многофакторном эксперименте определяют цели и условия исследования. Например, факторами в эксперименте по поиску оптимальных условий при производстве наноматериалов могут быть: температура, время воздействия, количество окисла и т. п.

Большое количество факторов делает эксперимент очень сложным и требует довольно много времени. Поэтому весьма важным при планировании эксперимента является сокращение числа факторов и выбор наиболее существенных. При этом можно руководствоваться принципом Парето, в соответствии с которым 20% факторов определяют 80% свойств системы.

Значимость факторов может быть определена опытным или аналитическим путем. В первом случае проводится ограниченный эксперимент. При этом один фактор изменяется, а остальные нет, и т. д. Ранжирование значимых факторов осуществляется по силе их влияния на результат эксперимента. Те факторы, изменение которых сильнее отражается на конечном результате, считаются более важными. Несущественными факторами можно пренебречь.

Если факторов много, этот путь неэффективен, тогда используется аналитический путь, основанный на методах факторного анализа.

Если факторы зависимы, их можно рассчитать с помощью метода топологической декомпозиции и структуры по их влиянию на конечную цель. Задача определения рангов факторов заключается в выделении наиболее связной части графа. Она решается поэтапно.

Сначала определяются достижимые множества для каждой вершины графа (для каждого фактора). Затем определяются контрдостижимые множества, каждое из которых включает все вершины, имеющие путь в вершину. В завершение определяют наиболее суще-

ственные вершины графа, составляющие сильно связанный граф. Самые существенные факторы оставляют, остальные отбрасывают.

Важнейшим требованием эксперимента является управляемость факторов, а экспериментатор должен иметь возможность выбрать нужное значение фактора и поддерживать его постоянным на протяжении всего эксперимента. Фактор также должен быть операциональным, чтобы его можно было указать последовательностью операций, необходимых для задания того или иного значения.

Формализуя условия проведения эксперимента, важно также определиться с областью его проведения. Для этого необходимо оценить границы областей определения факторов. Здесь возможны ограничения нескольких типов: которые не могут быть нарушены ни при каких условиях (например, температура не может оказаться ниже абсолютного нуля); технико-экономические ограничения (например, стоимость оборудования или продолжительность исследуемого процесса); конкретные условия процесса.

Под **моделью эксперимента** обычно понимают модель черного ящика, в которой используется функция отклика, устанавливающая зависимость между параметром оптимизации и факторами: $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$.

Выбрать модель – значит выбрать вид этой функции и записать ее уравнение. Тогда останется только провести эксперимент по вычислению численных коэффициентов данной модели. Главное требование к модели эксперимента – способность предсказывать дальнейшее направление опытов с требуемой точностью. Среди всех возможных адекватных моделей необходимо выбирать ту, которая представляется наиболее простой.

Наиболее часто в планировании эксперимента выбирают полиномиальные модели первой (линейный) или второй степени

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2,$$
$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_{12} x_1 x_2 + b_{11} x_1^2 + b_{22} x_2^2. \quad (1)$$

Методика проведения эксперимента – ключевая часть плана эксперимента. Она включает:

– последовательность действий исследователя;

- основные приемы и правила осуществления каждого этапа, использование приборов и оборудования;
- порядок измерения, фиксации результатов и методы их обработки;
- порядок анализа результатов эксперимента и формулирования выводов.

При разработке методики важно правильно обосновать количество опытов, которое гарантирует требуемую точность результата, а с другой стороны – не ведет к неоправданному перерасходу средств и времени на избыточные испытания.

При более чем десяти испытаниях обоснование количества опытов может быть осуществлено на основе неравенства Чебышева

$$P[|\bar{X}| - M(x) \leq \varepsilon] \leq 1 - \frac{D(x)}{N\varepsilon^2}, \quad (2)$$

где \bar{X} – среднее значение случайно измеряемой величины;

$M\{x\}$ – математическое ожидание величины;

ε – требуемая точность результата;

$D(x)$ – дисперсия величины x , рассчитанная по результатам N проведенных опытов.

Неравенство можно сформулировать следующим образом: «вероятность того, что разность между математическим ожиданием и среднестатистическим значением случайной величины X не превысит требуемую точность результата – ε , равна разности между единицей и отношением $D(x): N\varepsilon^2$ ».

В неравенстве три неизвестных: N и статистические характеристики, зависящие от N . Поэтому процесс расчета N является итеративным.

Если неравенство выполняется, то количество опытов достаточно. В противном случае количество опытов увеличивается.

Достаточное количество наблюдений (опытов) может быть определено при помощи таблицы достаточно больших чисел (табл. 1). Она показывает, что достаточное количество наблюдений зависит от степени уверенности в результатах эксперимента (доверительной вероятности), величины допустимой ошибки (доверительного интервала). Иными словами, степень уверенности определяется величиной вероятности, с которой делается соответствующее заключение.

Таблица 1 – Таблица достаточно больших чисел

P	e									
	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
0,75	33	0,75	33	0,75	33	0,75	33	0,75	33	0,75
0,80	41	0,80	41	0,80	41	0,80	41	0,80	41	0,80
0,85	51	0,85	51	0,85	51	0,85	51	0,85	51	0,85
0,90	67	0,90	67	0,90	67	0,90	67	0,90	67	0,90
0,91	71	0,91	71	0,91	71	0,91	71	0,91	71	0,91
0,92	76	0,92	76	0,92	76	0,92	76	0,92	76	0,92
0,93	82	0,93	82	0,93	82	0,93	82	0,93	82	0,93
0,94	88	0,94	88	0,94	88	0,94	88	0,94	88	0,94
0,95	96	0,95	96	0,95	96	0,95	96	0,95	96	0,95
0,96	105	0,96	105	0,96	105	0,96	105	0,96	105	0,96
0,965	111	0,965	111	0,965	111	0,965	111	0,965	111	0,965
0,970	117	0,970	117	0,970	117	0,970	117	0,970	117	0,970
0,975	125	0,975	125	0,975	125	0,975	125	0,975	125	0,975
0,980	135	0,980	135	0,980	135	0,980	135	0,980	135	0,980
0,985	147	0,985	147	0,985	147	0,985	147	0,985	147	0,985
0,990	165	0,990	165	0,990	165	0,990	165	0,990	165	0,990
0,991	170	0,991	170	0,991	170	0,991	170	0,991	170	0,991
0,992	175	0,992	175	0,992	175	0,992	175	0,992	175	0,992
0,993	181	0,993	181	0,993	181	0,993	181	0,993	181	0,993
0,994	188	0,994	188	0,994	188	0,994	188	0,994	188	0,994
0,995	196	0,995	196	0,995	196	0,995	196	0,995	196	0,995
0,996	207	0,996	207	0,996	207	0,996	207	0,996	207	0,996
0,997	220	0,997	220	0,997	220	0,997	220	0,997	220	0,997
0,998	238	0,998	238	0,998	238	0,998	238	0,998	238	0,998
0,999	270	0,999	270	0,999	270	0,999	270	0,999	270	0,999

Относительно выбора величины вероятности P нет какого-либо общего решения, одинакового при всех исследованиях. Чем ближе к единице будет величина рассматриваемой вероятности, тем надежнее будет заключение. В практике научных исследований доверительная вероятность обычно принимается $P = 0,9-0,99$. Требуемая точность при исследованиях устанавливается в зависимости от природы изучаемого явления. В большинстве случаев требуемая точность принимается равной $e = 0,01-0,05$.

Например, если величина доверительной вероятности принята равной $P = 0,95$, а допустимая ошибка равна $e = 0,05$, то достаточное число наблюдений в ходе эксперимента будет равно 384.

Другой важной составляющей плана эксперимента является **обоснование средств** и методики измерений. Она предполагает выбор измерительных приборов, аппаратуры и оборудования, позволяет фиксировать данные эксперимента; преобразовывать их к удобному виду; хранить, обеспечивать выдачу по запросам и т. п.

Система измерений должна формироваться с учетом требований метрологии – науки о методах и средствах измерений, выборе единиц, шкал и систем измерений; проблемах точности измерений. Методы измерений, которые могут быть применены в различных экспериментах, рассмотрены в предыдущей главе.

Эти методы измерения могут быть сведены в две группы: прямых (искомая величина измеряется непосредственно в ходе эксперимента) и косвенных измерений (искомая величина, полученная на основе результатов прямых измерений). Кроме того, по признаку единиц измерений различают абсолютные измерения, проводимые в единицах исследуемой величины, и относительные измерения, предполагающие фиксацию отношения измеряемой величины к ее некоторому предельному значению.

Рассмотренные основы организации и проведения эксперимента носят лишь обзорный характер, а сущность, содержание, условия применения вышеизложенных рекомендаций и последовательность использования того или иного метода проведения эксперимента требуют более детального изучения. Кроме того, следует четко понимать, что каждый метод проведения эксперимента будет иметь и свои особенности в зависимости от объекта исследования.

Основные понятия планирования эксперимента

Планирование эксперимента имеет свою определенную терминологию. Рассмотрим общие термины.

Эксперимент – это система операций, воздействий и (или) наблюдений, направленных на получение информации об объекте при исследовательских испытаниях.

Опыт – воспроизведение исследуемого явления в определенных условиях проведения эксперимента при возможности регистрации его результатов. Опыт – отдельная элементарная часть эксперимента.

Планирование эксперимента – процедура выбора числа опытов и условий их проведения, необходимых для решения поставленной задачи с требуемой точностью. Все факторы, определяющие процесс,

изменяются одновременно по специальным правилам, а результаты эксперимента представляются в виде математической модели.

Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента, чрезвычайно разнообразны. К ним относятся: поиск оптимальных условий, построение интерполяционных формул, выбор существенных факторов, оценка и уточнение констант теоретических моделей, выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений, исследование диаграмм состав – свойство и т. д.

Поиск оптимальных условий является одной из наиболее распространенных научно-технических задач. Они возникают в тот момент, когда установлена возможность проведения процесса и необходимо найти наилучшие (оптимальные) условия его реализации. Такие задачи называются задачами оптимизации. Процесс их решения называется процессом оптимизации или просто оптимизацией. Примеры задачи оптимизации – выбор оптимального состава многокомпонентных смесей и сплавов, повышение производительности действующих установок, повышение качества продукции, снижение затрат на ее получение и т. п.

Выделяют следующие этапы построения математической модели:

1. Сбор и анализ априорной информации.
2. Выбор факторов и выходных переменных, области экспериментирования.
3. Выбор математической модели, с помощью которой будут представляться экспериментальные данные.
4. Выбор критерия оптимальности и плана эксперимента.
5. Определение метода анализа данных.
6. Проведение эксперимента.
7. Проверка статистических предпосылок для полученных экспериментальных данных.
8. Обработка результатов.
9. Интерпретация и рекомендации.

Факторы определяют состояние объекта. Основное требование к факторам – управляемость. Под управляемостью понимается установление нужного значения фактора (уровня) и поддержание его в течение всего опыта. В этом состоит особенность активного эксперимента. Факторы могут быть количественными и качественными. Примерами количественных факторов являются температура, давление, концентрация и т. п. Их уровням соответствует числовая шкала.

Различные катализаторы, конструкции аппаратов, способы лечения, методики преподавания являются примерами качественных факторов. Уровням таких факторов не соответствует числовая шкала, и их порядок не играет роли.

Выходные переменные – это реакции (отклики) на воздействие факторов. Отклик зависит от специфики исследования и может быть экономическим (прибыль, рентабельность), технологическим (выход, надежность), психологическим, статистическим и т. д. Параметр оптимизации должен быть эффективным с точки зрения достижения цели, универсальным, количественным, выражаемым числом, имеющим физический смысл, быть простым и легко вычисляемым.

Затраты машинного времени можно значительно сократить, если на этапе оптимизации параметров использовать экспериментальную факторную математическую модель. Экспериментальные факторные модели, в отличие от теоретических, не используют физических законов, описывающих происходящие в объектах процессы, а представляют собой некоторые формальные зависимости выходных параметров от внутренних и внешних параметров объектов проектирования.

Экспериментальная факторная модель может быть построена на основе проведения экспериментов непосредственно на самом техническом объекте (физические эксперименты), либо вычислительных экспериментов на ЭВМ с теоретической моделью.

При построении экспериментальной факторной модели объект моделирования (проектируемая техническая система) представляется в виде черного ящика, на вход которого подаются некоторые переменные X и Z , а на выходе можно наблюдать и регистрировать переменные Y .



Рисунок 1 – Экспериментальная факторная модель

В процессе проведения эксперимента изменение переменных X и Z приводит к изменениям выходных переменных Y . Для построения факторной модели необходимо регистрировать эти изменения и осуществить необходимую их статистическую обработку для определения параметров модели.

При проведении физического эксперимента переменными X можно управлять, изменяя их величину по заданному закону. Переменные Z – неуправляемые, принимающие случайные значения. При этом значения переменных X и Z можно контролировать и регистрировать с помощью соответствующих измерительных приборов. Кроме того, на объект воздействуют некоторые переменные E , которые нельзя наблюдать и контролировать. Переменные $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ называют контролируемыми управляемыми; переменные $Z = (z_1, z_2, \dots, z_m)$ – контролируемые, но неуправляемые, а переменные $E = (\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_l)$ – неконтролируемыми и неуправляемыми.

Переменные X и Z называют факторами. Факторы X являются управляемыми и изменяются как детерминированные переменные, а факторы Z неуправляемые, изменяемые во времени случайным образом, т. е. Z представляют собой случайные процессы. Пространство контролируемых переменных – факторов X и Z – образует факторное пространство.

Выходная переменная Y представляет собой вектор зависимых переменных моделируемого объекта. Ее называют откликом, а зависимость Y от факторов X и Z – функцией отклика. Геометрическое представление функции отклика называют поверхностью отклика.

Переменная E действует в процессе эксперимента бесконтрольно. Если предположить, что факторы X и Z стабилизированы во времени и сохраняют постоянные значения, то под влиянием переменных E функция отклика Y может меняться как систематическим, так и случайным образом. В первом случае говорят о систематической помехе, а во втором – о случайной помехе. При этом полагают, что случайная помеха обладает вероятностными свойствами, не изменяемыми во времени.

Возникновение помех обусловлено ошибками методик проведения физических экспериментов, ошибками измерительных приборов, неконтролируемыми изменениями параметров и характеристик объекта и внешней среды.

В вычислительных экспериментах объектом исследования является теоретическая математическая модель, на основе которой необ-

ходимо получить экспериментальную факторную модель. Для ее получения необходимо определить структуру и численные значения параметров модели.

Под структурой модели понимается вид математических соотношений между факторами X , Z и откликом Y . Параметры представляют собой коэффициенты уравнений факторной модели. Структуру модели обычно выбирают на основе априорной информации об объекте с учетом назначения и последующего использования модели. Задача определения параметров модели полностью формализована. Она решается методами регрессионного анализа. Экспериментальные факторные модели называют также регрессионными моделями.

Регрессионную модель можно представить выражением

$$\vec{Y} = (\vec{X}, \vec{Z}, \vec{B}), \quad (3)$$

где B – вектор параметров факторной модели.

Вид вектор-функции φ определяется выбранной структурой модели и считается заданным, а параметры B подлежат определению на основе результатов эксперимента.

Различают эксперименты пассивные и активные.

Пассивным называется такой эксперимент, когда значениями факторов управлять нельзя, и они принимают случайные значения. В таком эксперименте существуют только факторы Z . В процессе эксперимента в определенные моменты времени измеряются значения факторов Z и функций откликов Y . После проведения N опытов полученная информация обрабатывается статистическими методами, позволяющими определить параметры факторной модели. Такой подход к построению математической модели лежит в основе метода статистических испытаний (Монте-Карло).

Активным называется такой эксперимент, когда значениями факторов задаются и поддерживают их неизменными в заданных уровнях в каждом опыте в соответствии с планом эксперимента. Следовательно, в этом случае существуют только управляемые факторы X .

Основные особенности экспериментальных факторных моделей следующие: они статистические; представляют собой сравнительно простые функциональные зависимости между оценками математических ожиданий выходных параметров объекта от ее внутренних и внешних параметров; дают адекватное описание установленных зависимостей лишь в области факторного пространства, в которой реали-

зован эксперимент. Статистически регрессионная модель описывает поведение объекта в среднем, характеризуя его неслучайные свойства, которые в полной мере проявляются лишь при многократном повторении опытов в неизменных условиях.

Основные принципы планирования эксперимента

Для получения адекватной математической модели необходимо обеспечить выполнение определенных условий проведения эксперимента. Модель называют адекватной, если в оговоренной области варьирования факторов X полученные с помощью модели значения функций отклика Y отличаются от истинных не более чем на заданную величину. Методы построения экспериментальных факторных моделей рассматриваются в теории планирования эксперимента.

Цель планирования эксперимента – получение максимума информации о свойствах исследуемого объекта при минимуме опытов. Такой подход обусловлен высокой стоимостью экспериментов, как физических, так и вычислительных, и вместе с тем необходимостью построения адекватной модели.

При планировании активных экспериментов используются следующие принципы:

- отказ от полного перебора всех возможных состояний объекта;
- постепенное усложнение структуры математической модели;
- сопоставление результатов эксперимента с величиной случайных помех;
- рандомизация опытов;
- оптимальное планирование эксперимента.

Детальное представление о свойствах поверхности отклика может быть получено лишь при условии использования густой дискретной сетки значений факторов, покрывающей все факторное пространство. В узлах этой многомерной сетки находятся точки плана, в которых проводятся опыты. Выбор структуры факторной модели основан на постулировании определенной степени гладкости поверхности отклика. Поэтому с целью уменьшения количества опытов принимают небольшое число точек плана, для которых осуществляется реализация эксперимента.

При большом уровне случайной помехи получается большой разброс значений функции отклика Y в опытах, проведенных в одной и той же точке плана. В этом случае оказывается, что чем выше уро-

вень помехи, тем с большей вероятностью простая модель окажется работоспособной. Чем меньше уровень помехи, тем точнее должна быть факторная модель.

Кроме случайной помехи при проведении эксперимента может иметь место систематическая помеха. Наличие этой помехи практически никак не обнаруживается, и результат ее воздействия на функцию не поддается контролю. Однако если путем соответствующей организации проведения опытов искусственно создать случайную ситуацию, то систематическую помеху можно перевести в разряд случайных. Такой принцип организации эксперимента называют рандомизацией систематически действующих помех.

Наличие помех приводит к ошибкам эксперимента. Ошибки подразделяют на систематические и случайные, соответственно наименованиям вызывающих их факторов – помех.

Рандомизацию опытов осуществляют только в физических экспериментах. Следует отметить, что в этих экспериментах систематическую ошибку может породить наряду с отмеченными ранее факторами также неточное задание значений управляемых факторов, обусловленное некачественной калибровкой приборов для их измерения (инструментальная ошибка), конструктивными или технологическими факторами.

К факторам в активном эксперименте предъявляются определенные требования. Они должны быть:

- управляемыми (установка заданных значений и поддержание постоянными в процессе опыта);
- совместными (их взаимное влияние не должно нарушать процесс функционирования объекта);
- независимыми (уровень любого фактора должен устанавливаться независимо от уровней остальных);
- однозначными (одни факторы не должны быть функцией других);
- непосредственно влияющими на выходные параметры.

Выбор параметров оптимизации (критериев оптимизации) является одним из главных этапов работы на стадии предварительного изучения объекта исследования, так как правильная постановка задачи зависит от правильности выбора параметра оптимизации, являющегося функцией цели.

Под параметром оптимизации понимают характеристику цели, заданную количественно. Параметр оптимизации является реакцией

(откликом) на воздействие факторов, которые определяют поведение выбранной системы.

Реальные объекты или процессы, как правило, очень сложны. Они часто требуют одновременного учета нескольких, иногда очень многих, параметров. Каждый объект может характеризоваться всей совокупностью параметров, или любым подмножеством этой совокупности, или одним-единственным параметром оптимизации. В последнем случае прочие характеристики процесса уже не выступают в качестве параметра оптимизации, а служат ограничениями. Другой путь – построение обобщенного параметра оптимизации как некоторой функции от множества исходных.

Параметр оптимизации (функции отклика) – это признак, по которому оптимизируется процесс. Он должен быть количественным, задаваться числом. Множество значений, которые может принимать параметр оптимизации, называется областью его определения. Области определения могут быть непрерывными и дискретными, ограниченными и неограниченными. Например, выход реакции – это параметр оптимизации с непрерывной ограниченной областью определения. Он может изменяться в интервале от 0 до 100%. Число бракованных изделий, число зерен на шлифе сплава, число кровяных телец в пробе крови – вот примеры параметров с дискретной областью определения, ограниченной снизу.

Количественная оценка параметра оптимизации на практике не всегда возможна. В таких случаях пользуются приемом, называемым ранжированием. При этом параметрам оптимизации присваиваются оценки – ранги по заранее выбранной шкале: двухбалльной, пятибалльной и т. д. Ранговый параметр имеет дискретную ограниченную область определения. В простейшем случае область содержит два значения (да, нет; хорошо, плохо). Это может соответствовать, например, годной продукции и браку.

Виды параметров оптимизации

В зависимости от объекта и цели параметры оптимизации могут быть весьма разнообразными. Введем некоторую классификацию. Реальные ситуации, как правило, довольно сложны. Они часто требуют нескольких, иногда очень многих, параметров. В принципе, каждый объект может характеризоваться сразу всей совокупностью параметров или любым подмножеством из этой совокупности. Движение к

оптимуму возможно, если выбран один-единственный параметр оптимизации. Тогда прочие характеристики процесса уже не выступают в качестве параметров оптимизации, а служат ограничениями. Другой путь – построение обобщенного параметра оптимизации как некоторой функции от множества исходных.

Экономические параметры оптимизации, такие как прибыль, себестоимость и рентабельность, обычно используются при исследовании действующих промышленных объектов, тогда как затраты на эксперимент имеет смысл оценивать в любых исследованиях, в том числе и лабораторных. Если цена опытов одинакова, затраты на эксперимент пропорциональны числу опытов, которые необходимо поставить для решения данной задачи. Это в значительной мере определяет выбор плана эксперимента.

Среди технико-экономических параметров наибольшее распространение имеет производительность. Такие параметры, как долговечность, надежность и стабильность, связаны с длительными наблюдениями. Имеется некоторый опыт их использования при изучении дорогостоящих ответственных объектов, например, радиоэлектронной аппаратуры.

Почти во всех исследованиях приходится учитывать количество и качество получаемого продукта. Как меру количества продукта используют выход, например, процент выхода химической реакции, выход годных изделий.

Показатели качества чрезвычайно разнообразны. В схеме они сгруппированы по видам свойств. Характеристики количества и качества продукта образуют группу технико-технологических параметров.

Под рубрикой «Прочие» сгруппированы различные параметры, которые реже встречаются, но не являются менее важными. Сюда попали статистические параметры, используемые для улучшения характеристик случайных величин или случайных функций. В качестве примеров назовем задачи на минимизацию дисперсии случайной величины, на уменьшение числа выбросов случайного процесса за фиксированный уровень и т. д. Последняя задача возникает, в частности, при выборе оптимальных настроек автоматических регуляторов или при улучшении свойств нитей (проволока, пряжа, искусственное волокно и др.).

Требования к параметрам оптимизации:

1) параметр оптимизации должен быть количественным;

2) параметр оптимизации должен выражаться одним числом.

Иногда это получается естественно, как регистрация показания прибора. Например, скорость движения машины определяется числом на спидометре. Часто приходится проводить некоторые вычисления. Так бывает при расчете выхода реакции. В химии часто требуется получать продукт с заданным отношением компонентов, например, $A:B = 3:2$. Один из возможных вариантов решения подобных задач состоит в том, чтобы выразить отношение одним числом (1,5) и в качестве параметра оптимизации пользоваться значением отклонений (или квадратов отклонений) от этого числа;

3) однозначность в статистическом смысле. Заданному набору значений факторов должно соответствовать одно значение параметра оптимизации, при этом обратное неверно: одному и тому же значению параметра могут соответствовать разные наборы значений факторов;

4) наиболее важным требованием к параметрам оптимизации является его возможность действительно эффективной оценки функционирования системы. Представление об объекте не остается постоянным в ходе исследования. Оно меняется по мере накопления информации и в зависимости от достигнутых результатов. Это приводит к последовательному подходу при выборе параметра оптимизации. Так, например, на первых стадиях исследования технологических процессов в качестве параметра оптимизации часто используется выход продукта. Однако в дальнейшем, когда возможность повышения выхода исчерпана, начинают интересоваться такими параметрами, как себестоимость, чистота продукта и т. д. Оценка эффективности функционирования системы может осуществляться как для всей системы в целом, так и оценкой эффективности ряда подсистем, составляющих данную систему. Но при этом необходимо учитывать возможность того, что оптимальность каждой из подсистем по своему параметру оптимизации «не исключает возможность гибели системы в целом». Это означает, что попытка добиться оптимума с учетом некоторого локального или промежуточного параметра оптимизации может оказаться неэффективной или даже привести к браку;

5) требование универсальности или полноты. Под универсальностью параметра оптимизации понимают его способность всесторонне охарактеризовать объект. В частности, технологические пара-

метры недостаточно универсальны: они не учитывают экономику. Универсальностью обладают, например, обобщенные параметры оптимизации, которые строятся как функции от нескольких частных параметров;

б) параметр оптимизации желательно должен иметь физический смысл, быть простым и легко вычисляем. Требование физического смысла связано с последующей интерпретацией результатов эксперимента. Не представляет труда объяснить, что значит максимум извлечения, максимум содержания ценного компонента. Эти и подобные им технологические параметры оптимизации имеют ясный физический смысл, но иногда для них может не выполняться, например, требование статистической эффективности. Тогда рекомендуется переходить к преобразованию параметра оптимизации. Второе требование, т. е. простота и легковывчисляемость, также весьма существенны. Для процессов разделения термодинамические параметры оптимизации более универсальны. Однако на практике ими пользуются мало: их расчет довольно труден. Из приведенных двух требований первое является более существенным, потому что часто удается найти идеальную характеристику системы и сравнить ее с реальной характеристикой.

Факторы

После выбора объекта исследования и параметра оптимизации нужно рассмотреть все факторы, которые могут влиять на процесс. Если какой-либо существенный фактор окажется неучтенным и принимал произвольные значения, не контролируемые экспериментатором, то это значительно увеличит ошибку опыта. При поддержании этого фактора на определенном уровне может быть получено ложное представление об оптимуме, так как нет гарантии, что полученный уровень является оптимальным.

С другой стороны, большое число факторов увеличивает число опытов и размерность факторного пространства.

Выбор факторов эксперимента является весьма существенным, от этого зависит успех оптимизации.

Фактор – измеряемая переменная величина, принимающая в некоторый момент времени определенное значение и влияющая на объект исследования.

Факторы должны иметь область определения, внутри которой задаются его конкретные значения. Область определения может быть непрерывной или дискретной. При планировании эксперимента значения факторов принимаются дискретными, что связано с уровнями факторов. В практических задачах области определения факторов имеют ограничения, которые носят либо принципиальный, либо технический характер.

Факторы разделяются на количественные и качественные.

К количественным относятся те факторы, которые можно измерять, взвешивать и т. д.

Качественные факторы – это различные вещества, технологические способы, приборы, исполнители и т. п.

Хотя качественным факторам не соответствует числовая шкала, но при планировании эксперимента к ним применяют условную порядковую шкалу в соответствии с уровнями, т. е. производится кодирование. Порядок уровней здесь произволен, но после кодирования он фиксируется.

Требования к факторам эксперимента:

1) факторы должны быть управляемыми, это значит, что выбранное нужное значение фактора можно поддерживать постоянным в течение всего опыта. Планировать эксперимент можно только в том случае, если уровни факторов подчиняются воле экспериментатора. Например, экспериментальная установка смонтирована на открытой площадке. Здесь температурой воздуха мы не можем управлять, ее можно только контролировать, и потому при выполнении опытов температуру, как фактор, мы не можем учитывать;

2) чтобы точно определить фактор, нужно указать последовательность действий (операций), с помощью которых устанавливаются его конкретные значения. Такое определение называется операциональным. Так, если фактором является давление в некотором аппарате, то совершенно необходимо указать, в какой точке и с помощью какого прибора оно измеряется и как оно устанавливается. Введение операционального определения обеспечивает однозначное понимание фактора;

3) точность замеров факторов должна быть возможно более высокой. Степень точности определяется диапазоном изменения факторов. В длительных процессах, измеряемых многими часами, минуты можно не учитывать, а в быстрых процессах приходится учитывать доли секунды.

Исследование существенно усложняется, если фактор измеряется с большой ошибкой или значения факторов трудно поддерживать на выбранном уровне (уровень фактора «плывет»), то приходится применять специальные методы исследования, например, конфлюэнтный анализ;

4) факторы должны быть однозначны. Трудно управлять фактором, который является функцией других факторов. Но в планировании могут участвовать другие факторы, такие как соотношения между компонентами, их логарифмы и т. п. Необходимость введения сложных факторов возникает при желании представить динамические особенности объекта в статической форме. Например, требуется найти оптимальный режим подъема температуры в реакторе. Если относительно температуры известно, что она должна нарастать линейно, то в качестве фактора вместо функции (в данном случае линейной) можно использовать тангенс угла наклона, т. е. градиент;

5) при планировании эксперимента одновременно изменяют несколько факторов, поэтому необходимо знать требования к совокупности факторов. Прежде всего выдвигается требование совместимости. Совместимость факторов означает, что все их комбинации осуществимы и безопасны. Несовместимость факторов наблюдается на границах областей их определения. Избавиться от нее можно сокращением областей. Положение усложняется, если несовместимость проявляется внутри областей определения. Одно из возможных решений – разбиение на подобласти и решение двух отдельных задач;

б) при планировании эксперимента важна независимость факторов, т. е. возможность установления фактора на любом уровне вне зависимости от уровней других факторов. Если это условие невыполнимо, то невозможно планировать эксперимент.

Требования к совокупности факторов

При планировании эксперимента обычно одновременно изменяется несколько факторов. Поэтому очень важно сформулировать требования, которые предъявляются к совокупности факторов. Прежде всего выдвигается требование совместимости. Совместимость факторов означает, что все их комбинации осуществимы и безопасны. Это очень важное требование. Представьте себе, что вы поступили легкомысленно, не обратили внимания на требование совместимости факторов и запланировали такие условия опыта, которые могут привести

к взрыву установки или осмолению продукта. Согласитесь, что такой результат очень далек от целей оптимизации.

Несовместимость факторов может наблюдаться на границах областей их определения. Избавиться от нее можно сокращением областей. Положение усложняется, если несовместимость проявляется внутри областей определения. Одно из возможных решений – разбиение на подобласти и решение двух отдельных задач.

При планировании эксперимента важна независимость факторов, т. е. возможность установления фактора на любом уровне вне зависимости от уровней других факторов. Если это условие невыполнимо, то невозможно планировать эксперимент. Итак, мы подошли ко второму требованию – отсутствию корреляции между факторами. Требование некоррелированности не означает, что между значениями факторов нет никакой связи. Достаточно, чтобы связь не была линейной.

Планирование эксперимента

План эксперимента

При проведении активного эксперимента задается определенный план варьирования факторов, т. е. эксперимент заранее планируется. План эксперимента – совокупность данных, определяющих число, условия и порядок реализации опытов.

Планирование эксперимента – выбор плана эксперимента, удовлетворяющего заданным требованиям.

Точка плана – упорядоченная совокупность численных значений факторов, соответствующая условиям проведения опыта, т. е. точка факторного пространства, в которой проводится эксперимент. Точке плана с номером i соответствует вектор-строка

$$\vec{X}_{i1} = (X_{i1}, X_{i1}, \dots, X_{in}) \quad (4)$$

Общая совокупность таких векторов X_i , $i = 1, L$ образует план эксперимента, а совокупность различных векторов, число которых обозначим N , – спектр плана.

В активном эксперименте факторы могут принимать только фиксированные значения. Фиксированное значение фактора называют уровнем фактора. Количество принимаемых уровней факторов зависит от выбранной структуры факторной модели и принятого плана эксперимента. Минимальный $X_{j\min}$ и максимальный $X_{j\max}$, $j = 1, n$ (n –

число факторов) уровни всех факторов выделяют в факторном пространстве некоторый гиперпараллелепипед, представляющий собой область планирования. В области планирования находятся все возможные значения факторов, используемые в эксперименте.

Вектор $X^0 = (X_1^0, X_2^0, \dots, X_n^0)$ задает точку центра области планирования. Координаты этой точки X_{j0} обычно выбирают из соотношения

$$X_j^0 = \frac{(X_{jmax} + X_{jmin})}{2} \quad (5)$$

Точку X^0 называют центром эксперимента. Она определяет основной уровень факторов X_j^0 , $j = 1, n$. Центр эксперимента стремятся выбрать как можно ближе к точке, которая соответствует искомым оптимальным значениям факторов. Для этого используется априорная информация об объекте.

Интервалом (или шагом) варьирования фактора X_j называют величину, вычисляемую по формулам (6), (7)

$$\Delta X_j = \frac{(X_{jmax} - X_{jmin})}{2} \quad (6)$$

$$j = \overline{1, n}. \quad (7)$$

Факторы нормируют, а их уровни кодируют. В кодированном виде верхний уровень обозначают +1, нижний -1, а основной 0. Нормирование факторов осуществляют на основе соотношения (8), (9)

$$x_j = (X_j - X_{0j}) / \Delta X_j, \quad (8)$$

$$j = 1, n. \quad (9)$$

Точки 1, 2, 3, 4 являются точками плана эксперимента. Например, значения факторов X_1 и X_2 в точке 1 равны соответственно X_{1min} и X_{2min} , а нормированные их значения $X_{1min} = -1$, $X_{2min} = -1$.

После установления нулевой точки выбирают интервалы варьирования факторов. Это связано с определением таких значений факторов, которые в кодированных величинах соответствуют +1 и -1. Интервалы варьирования выбирают с учетом того, что значения факторов, соответствующие уровням +1 и -1, должны быть достаточно

отличимы от значения, соответствующему нулевому уровню. Поэтому во всех случаях величина интервала варьирования должна быть больше удвоенной квадратичной ошибки фиксирования данного фактора. С другой стороны, чрезмерное увеличение величины интервалов варьирования нежелательно, так как это может привести к снижению эффективности поиска оптимума. А очень малый интервал варьирования уменьшает область эксперимента, что замедляет поиск оптимума.

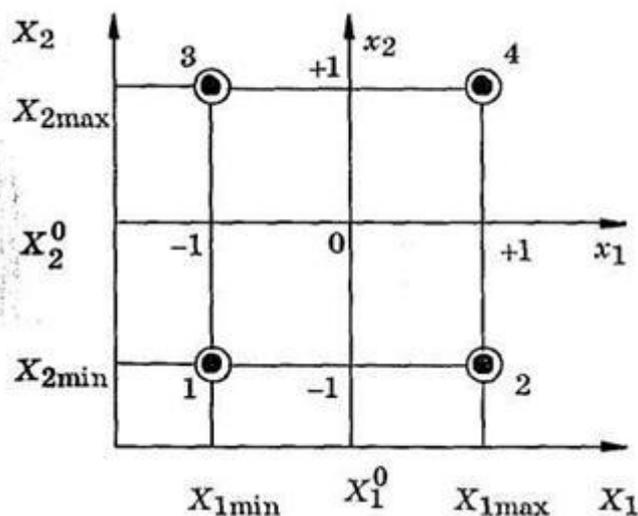


Рисунок 2 – Геометрическое представление области планирования при двух факторах: X_1 и X_2

При выборе интервала варьирования целесообразно учитывать, если это возможно, число уровней варьирования факторов в области эксперимента. От числа уровней зависят объем эксперимента и эффективность оптимизации.

План эксперимента удобно представлять в матричной форме.

Матрица плана представляет собой прямоугольную таблицу, содержащую информацию о количестве и условиях проведения опытов. Строки матрицы плана соответствуют опытам, а столбцы – факторам. Размерность матрицы плана $L \times n$, где L – число опытов, n – число факторов. При проведении повторных (дублирующих) опытов в одних и тех же точках плана матрица плана содержит ряд совпадающих строк.

Матрица спектра плана – это матрица, в которую входят только различающиеся между собой строки матрицы плана. Размерность

матрицы спектра плана $N \times n$, где N – число точек плана, различающихся между собой хотя бы одной координатой U .

Матрица спектра плана имеет вид (10)

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ \bar{x}_2 \\ \bar{x}_i \\ \bar{x}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} & & & & x_{11} \\ & & & & x_{21} & x_{22} \\ & & \bar{x}_{i1} & \bar{x}_{i2} & \dots & \bar{x}_{ij} & \dots & \bar{x}_{in} \\ \bar{x}_{n1} & \bar{x}_{n2} & \dots & \bar{x}_{nj} & \dots & \bar{x}_{nn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Структура экспериментальной факторной модели

Под структурой экспериментальной факторной математической модели понимается вид математических соотношений между факторами X , Z и откликом Y . В качестве факторов принимают внутренние и внешние параметры технической системы, подлежащие оптимизации в процессе ее проектирования. Внутренние параметры системы – это параметры ее элементов, внешние – это параметры внешней среды, в условиях воздействий которой осуществляется функционирование системы. Функциями отклика Y являются выходные параметры технической системы, характеризующие ее эффективность и качество процессов функционирования. Выходные параметры системы принимаются в качестве критериев оптимальности.

Структура факторной модели выбирается на основе априорной информации, используя принцип постепенного ее усложнения. Параметры факторной математической модели определяются методами регрессионного анализа. При определении параметров этими методами нет необходимости различать виды факторов, т. е. подразделять факторы на управляемые X и неуправляемые Z . Поэтому в дальнейшем все они будут обозначаться буквой X . Тогда факторную модель можно представить векторным уравнением регрессии вида

$$\vec{Y} = \vec{\varphi}(\vec{X}, \vec{B}). \quad (11)$$

Для определения параметров используются результаты эксперимента. Результаты эксперимента можно представить функцией вида

$$Y = \varphi(\vec{X}) + \varepsilon, \quad (12)$$

где ε – аддитивная помеха случайного характера с нормальным распределением.

В качестве базисных функций используют переменные простейших полиномов, системы ортогональных полиномов, тригонометрические функции. Наиболее часто пользуются простейшими полиномами первой и второй степеней. Например, полином первой степени, описывающий функцию отклика y при двух факторах x_1 и x_2 , может иметь вид

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \quad (13)$$

или

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2. \quad (14)$$

А полином второй степени будет иметь вид

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_1x_2 + b_4x_{12} + b_5x_{22}. \quad (15)$$

Базисные функции в случае использования последнего выражения имеют вид

$$\begin{aligned} f_0(\mathbf{X}) &= 1; \\ f_1(\mathbf{X}) &= x_1; \\ f_2(\mathbf{X}) &= x_2; \\ f_3(\mathbf{X}) &= x_1 x_2; \\ f_4(\mathbf{X}) &= x_{12}; \\ f_5(\mathbf{X}) &= x_{22}. \end{aligned}$$

Планы экспериментов и их свойства

Виды экспериментов

Для проведения активных экспериментов разработано множество различных планов. Планы учитывают как особенности структуры регрессионных моделей, так и требования их эффективности с позиций повышения точности получаемых моделей и снижения затрат на проведение эксперимента.

При построении линейных моделей или нелинейных, содержащих только взаимодействия факторов, но без квадратов этих факторов, каждый фактор можно варьировать только на двух уровнях. Для получения таких моделей используют планы первого порядка.

Известно несколько разновидностей планов первого порядка. Они предназначены для планирования следующих видов экспериментов:

- однофакторного (классического) эксперимента;
- полного факторного эксперимента;
- дробного факторного эксперимента.

Если в регрессионную модель входят факторы в квадрате или с более высокими степенями, то необходимо не менее трех уровней варьирования факторов. При построении квадратичных моделей применяют планы второго порядка.

Планы различают по степени насыщенности и композиционности. План называют насыщенным, если общее число точек плана равно числу неизвестных параметров регрессионной модели. Такой план позволяет получить экспериментальную факторную модель при минимальных затратах, так как обеспечивает минимум числа опытов.

План называется композиционным, если в спектр его в качестве составной части входят точки спектра плана, который был реализован при построении более простой модели. Композиционность плана позволяет реализовать принцип постепенного усложнения модели при минимальных затратах, так как при этом используются результаты опытов, выполненных для получения простой модели. Многие планы второго порядка являются композиционными.

План однофакторного эксперимента

Однофакторный (классический) эксперимент предназначен для получения линейной экспериментальной факторной модели вида

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n. \quad (16)$$

Однофакторный эксперимент предусматривает поочередное варьирование каждого из факторов при фиксированных на некотором уровне значениях остальных факторов. Фактор X_i варьируют на двух уровнях X_{iB} и X_{iC} . А все остальные при этом должны находиться в точке центра эксперимента X_{j0} , j, i . Для нормированных факторов $x_{jB} = +1$, $x_{jC} = -1$, $x_j = 0$. С учетом этого составим матрицу спектра плана однофакторного эксперимента

$$X = \begin{vmatrix} -1 & 0 & \dots & 0 \\ +1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & -1 & \dots & 0 \\ 0 & +1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & -1 \\ 0 & 0 & \dots & +1 \end{vmatrix}. \quad (17)$$

Число точек плана в этом случае $N = 2n$, где n – количество факторов.

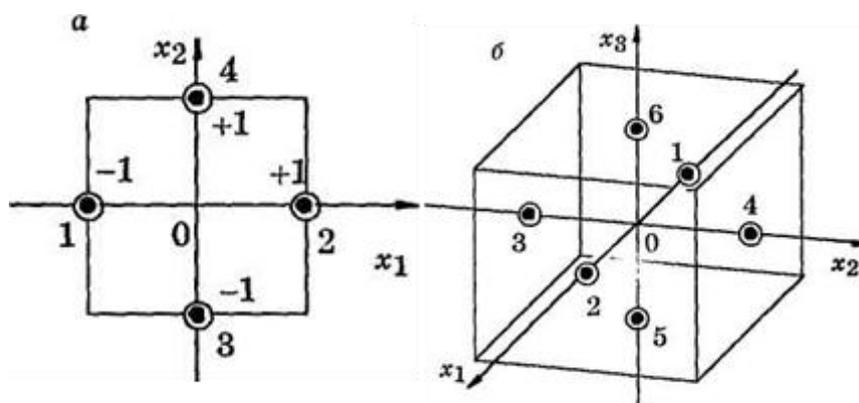


Рисунок 3 – Схема однофакторного эксперимента

Вектор базисных функций имеет вид

$$\vec{f}(\vec{x}) = (1, x_1 x_2, \dots x_n). \quad (18)$$

План полного факторного эксперимента

Спектр плана полного факторного эксперимента (ПФЭ) содержит все возможные комбинации значений факторов на всех уровнях их изменения. Число точек N спектра плана определяется по формуле

$$N = U^n, \quad (19)$$

где U – число уровней варьирования факторов;
 n – количество факторов.

Рассмотрим особенности и свойства ПФЭ, применяемых при построении линейных регрессий.

Для получения линейной регрессии достаточно варьировать факторы на двух уровнях, т. е. $U = 2$. Тогда число точек спектра плана будет

$$N = 2n. \quad (20)$$

Такой план принято обозначать ПФЭ $2n$.

Рассмотрим порядок составления матрицы спектра плана, полагая, что факторы нормированы и, следовательно, могут принимать значения только либо $+1$, либо -1 .

Для составления матрицы спектра плана используется следующее простое правило: в первой строке матрицы все факторы равны -1 , в первом столбце знаки единиц меняются поочередно; во втором столбце они чередуются через два; в третьем – через 4; в четвертом – через 8 и т. д. по степеням двойки.

При $n = 2$ число точек плана $N = 2^2 = 4$, а матрица спектра плана имеет вид

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ +1 & -1 \\ -1 & +1 \\ +1 & +1 \end{pmatrix} \quad (21)$$

При $n = 3$ $N = 2^3 = 8$, а матрица спектра плана имеет вид

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 \\ -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 \\ -1 & -1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 \\ -1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 \end{pmatrix} \quad (22)$$

Точки плана ПФЭ 2^n располагаются в вершинах n – мерного гиперкуба (рис. 4).

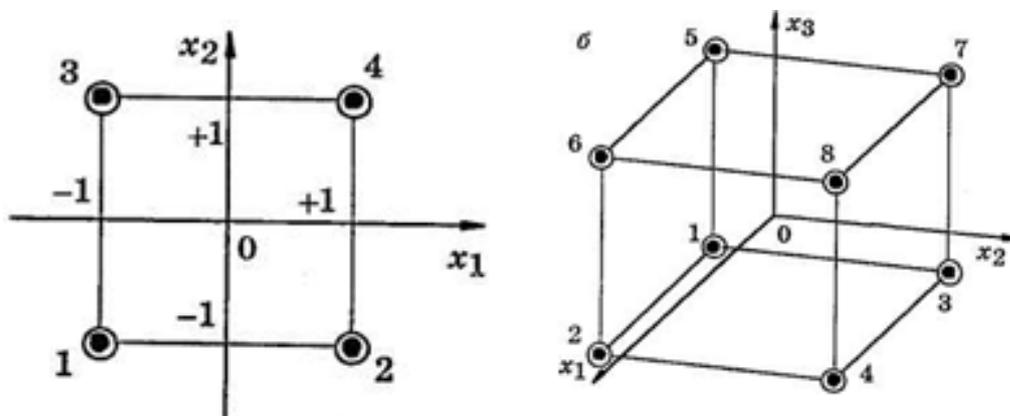


Рисунок 4 – Точки плана ПФЭ 2^n

Посредством ПФЭ можно построить как простейшую линейную модель технической системы вида

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n, \quad (23)$$

так и нелинейную.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные требования к планированию эксперимента.
2. Содержание плана эксперимента.
3. Перечислите цели и задачи эксперимента.
4. Что такое фактор эксперимента?
5. Назовите разновидности планов эксперимента.

ЛЕКЦИЯ 4. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Задачи обработки опытных данных

Первым этапом в исследовании, эксперименте, опыте является разработка программы и методики, вторым этапом – проведение исследований, получение экспериментальных, опытных данных путем наблюдений, измерений или записи на пленку, и третьим этапом в исследовании является обработка полученных данных, выявление функциональных зависимостей.

Задача обработки опытных данных – выделение из них полезной информации и представление ее в виде, удобном для анализа, теоретических обобщений и принятия решений.

Методы обработки опытных данных в значительной степени определяются тем, в какой форме они получены, а также задачей, для решения которой они необходимы. При этом информация преобразовывается так, чтобы отдельные стороны явления или процесса проявились наиболее четко и ярко, а полученные результаты и принятые решения можно было бы оценить или обосновать количественными показателями.

Обработку опытных данных условно можно разделить на три этапа.

Первый – подготовка к работе, оценка полученной информации, подготовка первичной документации к обработке, разработка форм, таблиц и графиков, организационная подготовка.

Второй – обработка, определение оценок измеренных величин и построение экспериментальных зависимостей, предусмотренных программой и методикой.

Третий – обработка в процессе анализа экспериментальных зависимостей, определяемых методами этого анализа, выполняется на персональном компьютере.

Методы обработки и анализа экспериментальных данных: метод математической статистики; графический; аналитический и табличный.

При обработке экспериментальных данных сначала проверяется полнота и пригодность информации.

При решении задач обработки экспериментальных данных используются методы, основанные на двух основных составных частях аппарата математической статистики: теории статистического оценивания неизвестных параметров, используемых при описании модели эксперимента, и теории проверки статистических гипотез о параметрах или природе анализируемой модели.

1. Корреляционный анализ. Его сущность состоит в определении степени вероятности связи (как правило, линейной) между двумя и более случайными величинами. В качестве этих случайных величин могут выступать входные, независимые переменные. В этот набор может включаться и результирующая (зависимая переменная). В последнем случае корреляционный анализ позволяет отобрать факторы или регрессоры (в регрессионной модели), оказывающие наиболее существенное влияние на результирующий признак. Отобранные величины используются для дальнейшего анализа, в частности при выполнении регрессионного анализа. Корреляционный анализ позволяет обнаруживать заранее неизвестные причинно-следственные связи между переменными. При этом следует иметь в виду, что наличие корреляции между переменными является только необходимым, но недостаточным условием наличия причинных связей.

Корреляционный анализ используется на этапе предварительной обработки экспериментальных данных.

2. Дисперсионный анализ. Этот метод предназначен для обработки экспериментальных данных, зависящих от качественных факторов, и для оценки существенности влияния этих факторов на результаты наблюдений.

Его сущность состоит в разложении дисперсии результирующей переменной на независимые составляющие, каждая из которых характеризует влияние того или иного фактора на эту переменную. Сравнение этих составляющих позволяет оценить существенность влияния факторов.

3. Регрессионный анализ. Методы регрессионного анализа позволяют установить структуру и параметры модели, связывающей количественные результирующую и факторные переменные, и оценить степень ее согласованности с экспериментальными данными. Этот вид статистического анализа позволяет решать главную задачу эксперимента в случае, если наблюдаемые и результирующие переменные являются количественными, и в этом смысле он является основным при обработке этого типа экспериментальных данных.

4. Факторный анализ. Его сущность состоит в том, что внешние факторы, используемые в модели и сильно взаимосвязанные между собой, должны быть заменены другими, более малочисленными внутренними факторами, которые трудно или невозможно измерить, но которые определяют поведение внешних факторов и тем самым поведение результирующей переменной. Факторный анализ делает возможным выдвижение гипотез о структуре взаимосвязи переменных, не задавая эту структуру заранее и не имея о ней предварительно никаких сведений. Эта структура определяется по результатам наблюдений. Полученные гипотезы могут быть проверены в ходе дальнейших экспериментов. Задачей факторного анализа является нахождение простой структуры, которая бы достаточно точно отражала и воспроизводила реальные, существующие зависимости.

Классификация ошибок измерения

Под *измерением* понимают нахождение значения физической величины экспериментальным путем с помощью специальных технических средств. Измерения могут быть как *прямыми*, когда искомую величину находят непосредственно из опытных данных, так и *косвенными*, когда искомую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. Значение величины, найденное измерением, называют *результатом измерения*.

Несовершенство измерительных приборов и органов чувств человека, а часто и природа самой измеряемой величины приводят к

тому, что при любых измерениях результаты получаются с определенной точностью, т. е. эксперимент дает не истинное значение измеряемой величины, а лишь ее приближенное значение. Под *действительным значением* физической величины понимают ее значение, найденное экспериментально и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Точность измерения определяется близостью его результата к истинному значению измеряемой величины. Точность прибора определяется степенью приближения его показаний к истинному значению искомой величины, а точность метода – физическим явлением, на котором он основан.

Ошибки (погрешности) измерений характеризуются отклонением результатов измерений от истинного значения измеряемой величины. Ошибка измерения, как и истинное значение измеряемой величины, обычно неизвестна. Поэтому одной из основных задач статистической обработки результатов эксперимента и является оценка истинного значения измеряемой величины по полученным опытным данным. Другими словами, после неоднократного измерения искомой величины и получения ряда результатов, каждый из которых содержит некоторую неизвестную ошибку, ставится задача вычисления приближенного значения искомой величины с возможно меньшей ошибкой.

Ошибки измерений делят на *грубые* ошибки (промахи), *систематические* и *случайные*.

Грубые ошибки. Грубые ошибки возникают вследствие нарушения основных условий измерения или в результате недосмотра экспериментатора. При обнаружении грубой ошибки результат измерения следует сразу отбросить и повторить измерение. Внешним признаком результата, содержащего грубую ошибку, является его резкое отличие по величине от остальных результатов. На этом основаны некоторые критерии исключения грубых ошибок по их величине (будут рассмотрены далее), однако самым надежным и эффективным способом браковки неверных результатов является браковка их непосредственно в процессе самих измерений.

Систематические ошибки. Систематической является такая погрешность, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же величины. Систематические погрешности появляются из-за неправильной регулировки

приборов, неточности метода измерения, какого-либо упущения экспериментатора, использования для вычисления неточных данных.

Систематические ошибки возникают также при проведении сложных измерений. Экспериментатор может и не догадываться о них, хотя они могут быть очень большими. Поэтому в таких случаях нужно тщательно проанализировать методику измерений. Такие ошибки можно обнаружить, в частности, проведя измерения искомой величины другим методом. Совпадение результатов измерений обоими методами служит определенной гарантией отсутствия систематических погрешностей.

При измерениях необходимо сделать все возможное, чтобы исключить систематические погрешности, так как они могут быть так велики, что сильно исказят результаты. Выявленные погрешности устраняют введением поправок.

Случайные ошибки. Случайной ошибкой является составляющая погрешности измерения, которая изменяется случайным образом, т. е. это ошибка измерения, остающаяся после устранения всех выявленных систематических и грубых ошибок. Случайные ошибки вызываются большим числом как объективных, так и субъективных факторов, которые нельзя выделить и учесть в отдельности. Поскольку причины, приводящие к случайным ошибкам, не одинаковы в каждом эксперименте и не могут быть учтены, исключить такие ошибки нельзя, можно лишь оценить их значение. С помощью методов теории вероятностей можно учесть их влияние на оценку истинного значения измеряемой величины со значительно меньшей ошибкой, чем ошибки отдельных измерений.

1. Обработка результатов многофакторного эксперимента

Общие сведения о планировании эксперимента

Планирование эксперимента – это процедура выбора числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

При этом существенно следующее:

- стремление к минимизации общего числа опытов;
- одновременное варьирование всеми переменными, определяющими процесс, по специальным правилам-алгоритмам;
- использование математического аппарата, формализующего многие действия экспериментатора;

– выбор четкой стратегии, позволяющей принимать обоснованные решения после каждой серии экспериментов.

Задачи, для решения которых может использоваться планирование эксперимента, чрезвычайно разнообразны. Это поиск оптимальных условий, построение интерполяционных формул, выбор существенных факторов, оценка и уточнение констант теоретических моделей, выбор наиболее приемлемых из некоторого множества гипотез о механизме явлений, исследование диаграмм состав – свойство и т. д.

При решении всех этих задач используются математические модели объекта исследований.

Для описания объекта исследований удобно пользоваться представлением о кибернетической системе, которую часто называют черным ящиком (рис. 1).

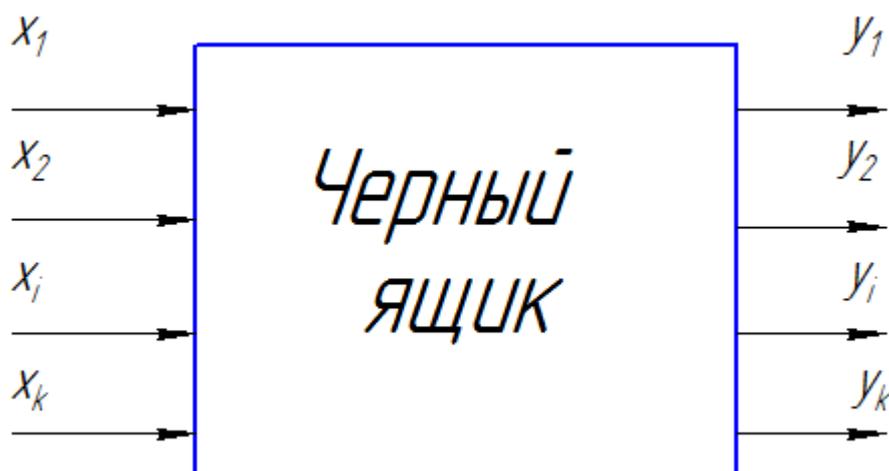


Рисунок 1 – Схема черного ящика

Для проведения эксперимента необходимо иметь возможность воздействовать на поведение черного ящика. Все способы такого воздействия обычно обозначают буквой x и называют факторами.

Стрелки справа изображают численные характеристики целей исследования. Их обозначают буквой y и называют, в зависимости от решаемой задачи, критериями оптимизации, целевой функцией, откликом, выходом черного ящика и т. д.

Исходя из этого, под математической моделью понимают уравнение, связывающее параметр оптимизации с факторами.

Это уравнение в общем виде можно записать так

$$y = \varphi (x_1, x_2 \dots x_k). \quad (1)$$

Такая функция называется функцией отклика или уравнением регрессии.

Каждый фактор может принимать в опыте одно из нескольких значений. Такие значения называют уровнями.

При планировании эксперимента важна независимость факторов, т. е. возможность установления факторов на любом уровне вне зависимости от уровней других факторов.

В качестве функции отклика предпочтительно выбирать степенные ряды, а точнее, алгебраические полиномы.

Таким образом, неизвестная функция отклика представляется полиномом той или иной степени. При этом следует начинать с низшей степени и постепенно повышать ее до тех пор, пока не найдется адекватная модель. Операция замены одной функции другой, в каком-то смысле эквивалентной, называется аппроксимацией.

При поиске функции отклика перед проведением первой серии опытов необходимо выбрать локальную область факторного пространства. Установление области связано с тщательным анализом априорной информации об изменении функции отклика и о кривизне поверхности отклика.

Локальная область проведения эксперимента выбирается в два этапа: определение основного уровня и интервалов варьирования.

Основной (нулевой) уровень – многомерная точка в факторном пространстве, задаваемая комбинацией уровней факторов.

Построение плана эксперимента сводится к выбору экспериментальных точек, симметричных относительно основного уровня.

При выборе интервалов варьирования факторов для каждого из них определяется два уровня, на которых он варьируется в эксперименте. Один из уровней – *верхний*, а другой – *нижний*.

Интервалом варьирования называется некоторое число (свое для каждого фактора), прибавление которого к основному уровню дает верхний, а вычитание – нижний.

Для упрощения записи условий эксперимента и обработки экспериментальных данных масштабы по осям выбираются так, чтобы верхний уровень соответствовал +1, нижний -1, а основной – нулю. Для факторов с непрерывной областью определения это всегда можно сделать с помощью преобразования

$$x_j = \frac{\tilde{x}_j - \tilde{x}_{j0}}{J_j}, \quad (2)$$

где x_j – кодированное значение фактора;

\tilde{x}_j – натуральное значение фактора;

\tilde{x}_{j0} – натуральное значение основного уровня;

J_j – интервал варьирования; j – номер фактора.

На выбор интервалов варьирования накладываются ограничения снизу (он не может быть меньше ошибки фиксирования уровня фактора) и сверху (верхний или нижний уровни не должны выходить за область определения).

После выбора вида функции отклика и кодирования факторов переходят к построению плана экспериментов. Эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней, называется полным факторным экспериментом. Если число факторов равно двум, то это полный факторный эксперимент типа 2^2 . Условия эксперимента представляют в виде таблицы-матрицы планирования, где строки соответствуют различным опытам, а столбцы – значениям факторов (табл. 1).

По результатам эксперимента вычисляются коэффициенты уравнения регрессии. Значения коэффициентов указывают на силу влияния соответствующих факторов. Эффект фактора численно равен удвоенному коэффициенту.

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента 2^2

Номер опыта	x_1	x_2	y
1	-1	-1	y_1
2	+1	-1	y_2
3	-1	+1	y_3
4	+1	+1	y_4

2. Обработка результатов

Имея реализованную матрицу полного факторного эксперимента, можно получить уравнение регрессии в виде неполного квадратичного уравнения

$$y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + \dots + B_kX_k + B_{12} X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + \dots + B_{k-1,k} X_{k-1}X_k \quad (3)$$

или для случая двухфакторного эксперимента

$$y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_{12} X_1X_2. \quad (4)$$

Значения коэффициентов регрессии вычисляются по формулам

$$B_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N}, \quad (5)$$

$$B_j = \frac{\sum_{i=1}^N y_i y_{ij}}{N}, \quad (6)$$

$$B_{uj} = \frac{\sum_{i=1}^N y_i y_{ij} y_{ui}}{N}, \quad (7)$$

где y_i – значения откликов в i -м опыте (строке);

i – номер опыта (строки);

$u, j = 1, 2, 3, \dots, k$ – номера факторов, $u \neq j$.

После вычисления коэффициентов модели проводится проверка ее адекватности (пригодности).

В статистике разработан критерий для оценки адекватности модели, который называется F -критерием Фишера и определяется по формуле

$$F = S_{\text{ад}}^2 / S_{\{y\}}^2, \quad (8)$$

где $S_{\text{ад}}^2$ – дисперсия адекватности;

$S_{\{y\}}^2$ – дисперсия воспроизводимости.

Для определения дисперсии адекватности можно воспользоваться выражением

$$S_{\text{ад}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n_i (\bar{y}_1 - \hat{y}_j)}{f_1}, \quad (9)$$

где n_i – число параллельных опытов (повторностей) в i -м опыте (строке);

\bar{y}_1 – среднее арифметическое из n_i параллельных опытов;

\hat{y}_j – рассчитанное по уравнению значение;

f_1 – число степеней свободы.

$$f_1 = N - (k - 1), \quad (10)$$

где k – число коэффициентов, которые вычислены по результатам опытов.

Дисперсию воспроизводимости можно найти по формуле

$$S_{\{y\}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_1^n (\hat{y}_{iq} - \bar{y}_1)^2}{f_2}, \quad (11)$$

где y_{iq} – значение отклика в каждой повторности параллельных опытов;
 f_2 – число степеней свободы.

$$f_2 = N(n - 1). \quad (12)$$

Удобство использования критерия Фишера состоит в том, что проверку гипотезы можно свести к сравнению с табличным значением (табл. 2).

Таблица построена следующим образом. Столбцы связаны с определенным числом степеней свободы для числителя k_1 строки знаменателя k_2 . На пересечении соответствующих строк и столбца стоят критические значения F -критерия. Как правило, в технических задачах используется уровень значимости 0,05.

Если рассчитанное значение F -критерия не превышает табличного, то, с соответствующей доверительной вероятностью, модель можно считать адекватной.

Таблица 2 – Таблица значений F-критерия Фишера при уровне значимости $\alpha = 0,05$

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
1	161,5	199,5	215,7	224,6	230,2	233,9	238,9	243,9	249,0	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76

Окончание табл. 2

$k_1 \backslash k_2$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	∞
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
35	4,12	3,26	2,87	2,64	2,48	2,37	2,22	2,04	1,83	1,57
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
45	4,06	3,21	2,81	2,58	2,42	2,31	2,15	1,97	1,76	1,48
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,13	1,95	1,74	1,44
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,07	1,89	1,67	1,35
80	3,96	3,11	2,72	2,49	2,33	2,21	2,06	1,88	1,65	1,31
90	3,95	3,10	2,71	2,47	2,32	2,20	2,04	1,86	1,64	1,28
100	3,94	3,09	2,70	2,46	2,30	2,19	2,03	1,85	1,63	1,26
125	3,92	3,07	2,68	2,44	2,29	2,17	2,01	1,83	1,60	1,21
150	3,90	3,06	2,66	2,43	2,27	2,16	2,00	1,82	1,59	1,18
200	3,89	3,04	2,65	2,42	2,26	2,14	1,98	1,80	1,57	1,14
300	3,87	3,03	2,64	2,41	2,25	2,13	1,97	1,79	1,55	1,10
400	3,86	3,02	2,63	2,40	2,24	2,12	1,96	1,78	1,54	1,07
500	3,86	3,01	2,62	2,39	2,23	2,11	1,96	1,77	1,54	1,06
1000	3,85	3,00	2,61	2,38	2,22	2,10	1,95	1,76	1,53	1,03
∞	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1

Далее проводится проверка значимости каждого коэффициента уравнения.

Ее можно осуществить двумя равноценными способами: проверкой по t -критерию Стьюдента или построением доверительного интервала. Для этого прежде всего находят дисперсию коэффициента регрессии $S_{\{bj\}}^2$

$$S_{\{bj\}}^2 = \frac{S_{\{y\}}^2}{N} \quad (13)$$

Зная $S_{\{bj\}}^2$, можно определить доверительный интервал Δ_{bj} интервала.

$$\Delta_{bj} = \pm \frac{t \sqrt{S_{\{y\}}^2}}{\sqrt{N}}, \quad (14)$$

где t – табличное значение критерия Стьюдента при числе степеней свободы k_2 .

Коэффициент значим, если его абсолютная величина больше доверительного интервала.

Для проверки значимости по t -критерию находят его величину

$$t = |b_j| / S\{b_j\}. \quad (15)$$

Вычисленное значение сравнивается с табличным (табл. 3) при заданном уровне значимости и соответствующем числе степеней свободы. Если оно не превышает табличное, то коэффициент значим.

Таблица 3 – Значения t -критерия Стьюдента при 5%-м уровне значимости

Число степеней свободы f	Значение t -критерия Стьюдента при $p = 0,05$
1	2
1	12,706
2	4,303
3	3,182
4	2,776

1	2
5	2,571
6	2,447
7	2,365
8	2,306
9	2,262
10	2,228
11	2,201
12	2,179
13	2,160
14	2,145
15	2,131

Убедившись в адекватности модели и значимости коэффициентов с целью дальнейшего использования полученного уравнения регрессии, необходимо произвести раскодирование факторов. Для этого в уравнение вместо кодированных факторов подставляют выражение (4) с соответствующими значениями основного уровня и интервала варьирования и проводят необходимые вычисления.

При обработке полученных экспериментальных данных удобно воспользоваться таблицей 4.

Таблица 4 – Обработка экспериментальных данных

№	x_0	x_1	x_2	x_{12}	y_1	y_2	y_3	\bar{y}	$\sum (y_i - \bar{y})^2$	\hat{y}	$\sum (\bar{y} - \hat{y})^2$
1	+	-	-	+							
2	+	+	-	-							
3	+	-	+	-							
4	+	+	+	+							
									Σ		Σ

Контрольные вопросы

1. При решении каких задач используется теория планирования многофакторного эксперимента?
2. Что понимается под функцией отклика или уравнением регрессии?
3. Каким образом осуществляется кодирование факторов?
4. По каким формулам определяются значения коэффициентов уравнения регрессии?
5. Какой критерий используется для оценки адекватности модели?
6. Каким образом проводится проверка значимости каждого коэффициента уравнения?
7. Поясните, что означает «черный ящик».
8. Что означает функция отклика?
9. Что означают «коэффициенты регрессии»?
10. Как вычислить коэффициенты регрессии?
11. Как проверить адекватность модели?
12. Как определить доверительный интервал?

МОДУЛЬ 3. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЛЕКЦИЯ 5. ОТЧЕТ О РЕЗУЛЬТАТАХ НИР. ПОДГОТОВКА СТАТЬИ, ДОКЛАДА, ДИССЕРТАЦИИ

Оформление результатов научной работы

После того как сформулированы выводы и обобщения, продуманы доказательства и подготовлены иллюстрации, наступает следующий этап: литературное оформление полученных результатов в виде отчета, доклада, статьи и т. д.

Процесс литературного оформления результатов творческого труда предполагает знание и соблюдение некоторых требований, предъявляемых к содержанию научной рукописи. Особенно важны ясность изложения, систематичность и последовательность в подаче материала.

Текст рукописи следует делить на абзацы, что облегчает чтение и усвоение содержания текста.

В рукописи следует избегать повторений, не допускать перехода к новой мысли, пока первая не получила полного законченного выражения, писать по возможности краткими и ясными для понимания предложениями.

Изложение должно быть беспристрастным, включать критическую оценку существующих точек зрения, высказанных в литературе по данному вопросу, даже если факты не в пользу автора. Текст излагается в третьем лице: автор полагает, по нашему мнению и т. д.

Не рекомендуется перегружать рукопись цифрами, цитатами, иллюстрациями, так как это отвлекает внимание читателя и затрудняет понимание содержания. Однако не следует отказываться совсем от такого материала, поскольку по нему читатели могут проверить результаты, полученные в исследовании. Весь вспомогательный материал лучше привести в отчете в виде приложения. Цитируемые в рукописи места должны иметь точные ссылки на источники.

Необходимо соблюдать единство условных обозначений и допускаемых сокращений слов, которые должны соответствовать принятым стандартам. Нельзя, например, писать: 10 тонн, или 10 т., или 10 тн. Следует писать 10 т (без точки).

Сведения об этих стандартах и сокращениях имеются в справочных изданиях, энциклопедиях, словарях. Если же используются сокращения нестандартные, присущие данной теме, то в отчете целесообразно отдельной таблицей дать сводку сокращений и поместить ее в начале отчета.

При написании научного отчета, доклада, статьи целесообразно придерживаться общего плана изложения, хотя индивидуальные отклонения возможны.

Вначале продумывается *название* работы, которое выносится на титульную страницу. Кроме того, на титульной странице указываются:

- полное имя, отчество и фамилия автора (авторов) в именительном падеже; должность, занимаемая автором (авторами) в момент написания работы;
- название учреждения и города, где была выполнена работа;
- год оформления;
- фамилия, должность и ученое звание руководителя.

В *оглавлении* в краткой форме раскрывается содержание работы путем обозначения основных разделов, частей, глав и других подразделений рукописи. Оглавление помещается либо в начале, либо в конце работы.

Иногда при оформлении научной работы возникает необходимость написать *предисловие*. В нем излагаются внешние предпосылки создания научного труда:

- чем вызвано его появление; когда и где была выполнена работа;
- перечисляются организации и лица, оказывавшие содействие при выполнении данной работы.

В кратком *введении* автор вводит читателя в круг проблем, дает постановку основного вопроса исследования, чтобы подготовить читателя к лучшему усвоению изложенного материала. В таком вступлении определяются:

- значение проблемы, ее актуальность, цели и задачи, поставленные автором при написании научной работы;
- состояние проблемы на данный момент времени.

Не следует при этом затрагивать факты и выводы, излагаемые в последующих разделах научной работы.

Вслед за вступлением дается *краткий обзор литературы* по рассматриваемому вопросу. При этом очень важно уметь отделить наиболее значимую литературу от менее существенной.

В *основное содержание* работы включаются материалы, методы, экспериментальные данные, обобщения и выводы самого исследования. При написании этого раздела необходимо представить себе вопросы по предлагаемому материалу, которые могут прежде всего заинтересовать читателя, и в соответствии с этим дать по ним исчерпывающий ответ.

Цифровой материал целесообразно представлять в форме, легко доступной обозрению (в виде таблиц, диаграмм, графиков). Исключение составляют цифры, которые с достаточной ясностью можно изложить в тексте.

Порядковую нумерацию вертикальных граф устанавливают только в том случае, если эти номера фактически используются (например, при ссылке на ту или иную графу, а также при переносе таблицы на другую страницу текста). В таблицах необходимо избегать больших чисел, написанных полностью, а прибегать к сокращениям или укрупненным единицам. Например, вместо 1391000 Н следует написать 1391 кН или 1,391 МН и указать в заголовке, что числа в этой графе выражаются в килоньютонах (кН) или в меганьютонах (МН).

В конце работы как итоговый материал пишутся *выводы* в виде кратко сформулированных и пронумерованных отдельных тезисов. Выводы должны отвечать только тому материалу, который изложен в работе. При этом следует соблюдать главный принцип – в выводах надо идти от частных к более общим и важным положениям.

Характерной ошибкой при написании выводов является перечисление того, что делалось в данной работе и о чем уже говорилось в основном содержании вместо формулировки результатов исследований.

В *заключении* дается обобщение наиболее существенных положений научного исследования, подводятся его итоги, показывается справедливость выдвинутых автором новых положений, а также выдвигаются вопросы, которые еще требуют разрешения. Заключение ни в коем случае не должно повторять выводы. Оно обычно бывает небольшим по величине, но емким по тому количеству информации, которое в нем должно содержаться.

В конце работы приводится *перечень литературных источников*. Цитируемые литературные источники, если их мало или если они используются один раз, можно указать в сносках текста, а если их много и они неоднократно повторяются, то в тексте следует ука-

зять порядковый номер данного источника по списку литературы, приведенному в конце работы. Все источники должны быть описаны и пронумерованы в порядке, принятом в соответствующем ГОСТе.

Список литературы составляется либо по алфавиту фамилий авторов, либо по порядку ссылок на литературные источники в данной работе.

В научных трудах часто возникает необходимость в конце работы приводить *приложения*, куда входят вспомогательные таблицы, графики, дополнительные тексты и прочие материалы, которым присваивается самостоятельный порядковый номер. Его при необходимости можно указать в тексте при ссылке на те или иные вспомогательные материалы.

Часто о работе приходится готовить аннотацию или реферат.

Аннотация – это краткая характеристика научной работы с точки зрения содержания, назначения, формы и других особенностей. Аннотации включают в себя преимущественно фразы в форме страдательного оборота, где сказуемое выражено глаголом в возвратной форме (рассматривается, обсуждается, исследуется и т. п.) или в пассивной глагольной форме (рассмотрен, исследован, доказан и т. п.).

Аннотация включает: характеристику типа научной работы, основной темы, проблемы, объекта, цели работы и ее результаты. В аннотации указывается, что нового несет в себе данная работа и его читательское назначение. Средний объем аннотации составляет 600 печатных знаков.

Реферат представляет собой сокращенное изложение содержания первичного документа (или его части) с основными фактическими сведениями и выводами. Реферат выполняет познавательную функцию, отвечая на вопрос: «Что говорится в первичном документе?» Реферат должен включать заглавие реферата (как правило, совпадающее с заглавием первичного документа) и текст реферата. Текст реферата включает:

- тему работы;
- предмет (объект) исследования;
- характер и цель работы;
- методы проведения исследования (для новых методов дается описание, широко известные только называются);
- конкретные результаты работы (теоретические, экспериментальные, описательные), при этом предпочтение отдают новым и

проверенным фактам, результатам долгосрочного значения, открытиям, важным для решения практических вопросов;

– выводы, оценки, предложения, принятые и отвергнутые гипотезы, описанные в первичном документе;

– характеристику области применения работы.

В зависимости от объема первичного документа реферат может составлять от 500 до 5 500 печатных знаков.

Все работы, предназначенные для публикации, проходят предварительное рецензирование.

Рецензия – это обычно небольшая статья, содержащая анализ или критическую оценку печатного труда. Каждая рецензия должна содержать заглавие рецензируемого источника, краткое перечисление основных вопросов, указание на основные достоинства и недостатки рецензируемой работы. В конце рецензии приводится резюме, в котором оценивается актуальность произведения, его теоретическая и практическая значимость, дается общая оценка правильности доказательств и выводов.

Различают *рецензии информационные* (дающие краткое освещение содержания рассматриваемой работы) и *рецензии критические* (подвергающие научному анализу позиции автора, уточняющие и иногда и дополняющие использованный автором фактический материал).

При представлении работы к опубликованию в виде статьи, брошюры или монографии в издательство следует направлять также *акт экспертизы* – разрешение на опубликование материалов работы.

Способы информирования научной общественности о результатах своего научного исследования

В целях оперативного информирования специалистов о результатах выполненных исследований организуются различные научные и научно-технические конференции, съезды, семинары, симпозиумы, совещания и т. п. Для выступления на таких научных собраниях исследователи готовят доклады, сообщения. Информация об итогах проведения конференции (совещания, семинара), как правило, публикуется в соответствующих журналах и других периодических изданиях.

Самой распространенной формой обмена информацией является *конференция*. Одна часть участников, называемая докладчиками, общается о новых научных идеях, результатах теоретических и экспе-

риментальных исследований, отвечает на вопросы. Другая, гораздо большая часть, называемая слушателями, воспринимает эту информацию. Иногда на конференциях организуются *стендовые доклады*, когда в месте ее проведения вывешивается иллюстративный материал к докладу и докладчик сразу же отвечает на вопросы. Это удобно в том случае, если люди, задающие вопросы, ознакомились с основным содержанием доклада, предварительно прочитав его аннотацию.

Симпозиум представляет собой полуофициальную беседу с заранее подготовленными докладами, а также выступлениями экспромтом. Участники симпозиума могут посещать не все доклады, встречаться в кулуарах.

Съезды и конгрессы считаются высшей и наиболее представительной формой общения. Здесь вырабатывается стратегия в определенной области науки и техники или в ряде смежных областей.

Совещание – это форма коллективных контактов ученых и специалистов одного научного направления.

Выступление с докладом – это апробация результатов научного исследования, проверка сделанных выводов через оценки специалистов. При этом очень полезны советы, замечания, сделанные по докладу. Участие в научной дискуссии требует от докладчика (равно как и от слушателя) определенного умения, которому необходимо учиться. Кроме того, подобные выступления воспитывают привычку не бояться аудитории, умение быстро концентрировать внимание при ответах на вопросы, вести научную дискуссию.

Можно выделить три формы участия в дискуссиях:

- слушать и записывать;
- задавать вопросы с целью получения дополнительной информации или уточнения неясных моментов;
- высказывать достаточно обоснованное собственное мнение.

В начале доклада целесообразно сообщить об основных вопросах, которые будут изложены в докладе. Во время доклада можно пользоваться записями, чтобы не упустить важное. Однако записи не должны быть слишком подробными, так как это затрудняет пользование ими в момент доклада. Поэтому перед выступлением следует подготовить краткий план изложения. Чтобы излагаемый материал был легко воспринимаемым, рекомендуется использовать макеты, плакаты, слайды и т. д.

В процессе доклада держаться следует свободно, не концентрировать своего внимания на отдельном слушателе, а обращаться ко всей аудитории. Перед докладом следует подготовить *тезисы* – сжатые, кратко сформулированные основные положения доклада. Тезисы представляют собой развернутые выводы, с вводной, поясняющей и обосновывающей частью, а также заключением. В тезисах в краткой форме даются обоснование темы, характеристика истории вопроса, изложение методики исследования и результаты исследования. Тезисы могут быть краткими или развернутыми, но они всегда отличаются от полного текста доклада, сообщения тем, что в них отсутствуют детали, пояснения, иллюстрации.

Научно-исследовательская работа студентов

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС) должна являться обязательной, органически неотъемлемой частью подготовки специалистов высшего учебного заведения и входить в число основных задач, решаемых на базе единства учебного и научного процессов.

Реализация экономических и социальных преобразований в России нуждается в хорошо образованных, творчески мыслящих специалистах, которые могут активно воздействовать на уровень производственного и общественного развития государства, условия жизнедеятельности его граждан.

В условиях стремительного роста влияния науки и техники на мировые процессы, глобализации экономики перед Россией остро встала проблема воспроизводства и усиления ее научного потенциала. На современном этапе в качестве одной из приоритетных задач государства признана поддержка и развитие российской науки.

Научно-исследовательская работа студентов служит формированию их как творческих личностей, способных обоснованно и эффективно решать возникающие теоретические и прикладные проблемы. Учебный процесс в вузе должен представлять собой синтез обучения, воспитания, производственной практики и научно-исследовательской работы. При этом преобразования в системе НИРС должны осуществляться в соответствии с новыми условиями деятельности вузов, базироваться на использовании многолетнего отечественного, а также зарубежного опыта интеграции науки и образования, обучения специалистов, отвечающих требованиям мировых стандартов.

Цель и задачи научно-исследовательской работы студентов

Основной целью организации и развития системы научно-исследовательской работы студентов является повышение уровня научной подготовки специалистов с высшим профессиональным образованием и выявление талантливой молодежи для последующего обучения и пополнения педагогических и научных кадров вузов, других учреждений и организаций страны на основе новейших достижений научно-технического прогресса, экономической мысли и культурного развития.

Основными *задачами* организации и развития системы НИРС являются:

- обеспечение интеграции учебных занятий и научно-исследовательской работы студентов;
- осуществление органичного единства обучения и подготовки студентов к творческому, научному и педагогическому труду;
- создание условий для раскрытия и реализации личностных творческих способностей студенческой молодежи;
- расширение массовости и повышение результативности участия студентов в научной деятельности;
- отбор талантливой молодежи, проявившей способности и стремление к научной и педагогической деятельности;
- формирование и развитие у студентов качеств научно-педагогических и научных работников;
- и развитие у будущих специалистов: умения вести научно обоснованную профессиональную работу на предприятиях и в учреждениях любых организационно-правовых форм; способности быстрой адаптации, приложения полученных знаний и умений при изменяющихся требованиях к своей деятельности; освоения методологии и практики планирования, выбора оптимальных решений в условиях рыночных отношений; готовности и способности к повышению квалификации и переподготовке;
- подготовка руководителей высокой квалификации – специалистов, имеющих навыки проектно-конструкторской работы, умеющих грамотно разработать и реализовать конкретные научно-практические мероприятия на производстве, обладающих навыками самоуправления;
- повышение массовости и эффективности НИРС в университете путем привлечения студентов к исследованиям по наиболее приоритетным направлениям науки, связанным с современными потребностями общества и государства;

– поиск и реализация источников финансирования, в том числе за счет средств, получаемых из внебюджетных источников и инновационной деятельности вузов, совершенствование форм и методов привлечения их к НИРС;

– развитие научных межвузовских связей как внутри страны, так и со странами ближнего и дальнего зарубежья.

Основные направления организации научно-исследовательской работы студентов

В качестве основных направлений организации НИРС можно сформулировать следующее:

– повышение качества учебного процесса за счет совместного участия студентов и преподавателей в выполнении различных НИР;

– участие студентов в проведении прикладных, методических, поисковых и фундаментальных научных исследований;

– поддержание и развитие научных школ вузов в русле преемственности поколений;

– развитие у студентов способностей к самостоятельным обоснованным суждениям и выводам;

– предоставление студентам возможности в процессе учебы испытать свои силы на различных направлениях современной науки;

– привлечение студентов к рационализаторской работе и изобретательскому творчеству;

– расширение участия студентов в НИР, осуществляемой сверх учебных планов;

– повышение результативности научно-технических мероприятий НИРС;

– содействие образованию и деятельности предпринимательских научно-творческих студентов различных организационно-правовых форм;

– активизация участия преподавательского состава и научных работников вузов в организации и руководстве НИРС.

Виды, формы и методы организации научно-исследовательской работы студентов

Для обеспечения системного решения проблем планирования, организации и стимулирования научно-исследовательской деятельности студентов необходимо прежде всего выделить ее основные виды.

В зависимости от содержания и порядка осуществления все многообразие занятий, работ и мероприятий НИРС по их отношению к учебному процессу освоения образовательных программ высшего профессионального образования может быть классифицировано по следующим основным *видам*:

1. Научно-исследовательская работа, встроенная в учебный процесс.

2. Научно-исследовательская работа, дополняющая учебный процесс.

3. Научно-исследовательская работа, сопутствующая учебному процессу.

Основными наиболее действенными организационными *формами* НИРС являются:

- учебно-исследовательская работа по учебным планам;
- включение элементов НИР в учебные занятия;
- дипломные работы с исследовательскими разделами или целиком научно-исследовательского характера;

- индивидуальные научно-исследовательские работы студентов, т. е. участие студентов в разработке определенной проблемы под руководством конкретного научного руководителя из числа профессорско-преподавательского состава;

- выполнение НИР на практиках;
- подготовка научного реферата на заданную тему;
- студенческие научные кружки;
- студенческие строительные отряды;
- студенческие научно-технологические отряды;
- студенческие конструкторские бюро;
- проведение студентами грамотного патентного поиска;
- получение студентами патентов и авторских свидетельств;
- студенческие научные группы по проблемам, лаборатории и иные творческие объединения;

- привлечение студентов к выполнению научно-исследовательских проектов, финансируемых из различных источников (госбюджет, договоры, гранты и т. д.);

- участие студентов в студенческих научных организационно-массовых и состязательных мероприятиях различного уровня (кафедральные, факультетские, региональные, всероссийские, международные), стимулирующие развитие как системы НИРС, так и творчество каждого студента. К ним относятся: научные семинары, конферен-

ции, симпозиумы, смотры/конкурсы научных и учебно-исследовательских работ студентов, олимпиады по дисциплинам и специальностям;

- организация специальных факультетов, курсов, программ, проведение занятий с группами наиболее способных и мотивированных к науке студентов;

- введение курса «Основы научных исследований» во все учебные планы с целью подготовки студентов к выполнению самостоятельной научной работы путем привития им умений, навыков выполнения НИР, ознакомления с методами НИР, необходимыми будущему ученому;

- освоение студентами различных средств и систем научно-технической информации;

- привлечение студентов к различным видам участия в научно-инновационной деятельности.

Комплексная система НИРС должна обеспечивать непрерывное участие студентов в научной работе в течение всего периода обучения. Важным принципом комплексной системы НИРС является преемственность ее методов и форм от курса к курсу, от кафедры к кафедре, от одной учебной дисциплины к другой, от одних видов учебных занятий и заданий к другим. При этом необходимо, чтобы сложность и объем приобретаемых студентами знаний, умений и навыков в процессе выполняемой ими научной работы возрастали постепенно. Например, на первом и втором курсах целью и основным содержанием всей работы должно быть формирование у студентов в ходе общенаучной подготовки перспективных навыков, умений и приобретение простейших знаний, необходимых для выполнения научной работы, обучение основам самостоятельной работы, развитие нестандартного мышления. Здесь может быть полезна реферативная работа и научные исследования в рамках лабораторных работ.

На третьем курсе в ходе общетехнической и специальной подготовки, выполнения небольших самостоятельных исследований и заданий творческого характера происходит формирование специальных исследовательских навыков, углубление знаний методов, методик, технических средств проведения исследований и обработки результатов. На этом этапе должно стать обязательным участие во внутривузовских конференциях, конкурсах научных работ. Усложняются задачи и формы научно-исследовательской работы, увеличивается их объем. Работа приобретает все более ярко выраженный творческий

характер. На четвертом и особенно на пятом курсах дальнейшее формирование, закрепление и совершенствование знаний, умений и навыков, развитие, творческого мышления и подхода к решению конкретных задач, умения самостоятельно принимать и реализовать решения, использование полученных знаний на практике должны происходить главным образом в процессе самостоятельной научно-исследовательской работы студентов по индивидуальному заданию. Поэтому необходимо иметь в своем активе участие в конференциях, конкурсах всех уровней, проведение научных исследований под руководством сотрудников университета, участие в конкурсе дипломных работ, всероссийском конкурсе научных работ Минобразования и науки РФ, конкурсах грантов.

Кроме того, на последних курсах для студентов, занимающихся наукой, должно стать обязательным участие в научно-технологических отрядах, где творческие коллективы студентов под руководством преподавателей и сотрудников занимаются исследованиями в лабораториях вуза или завода, проектно-конструкторскими разработками, в том числе выполнением комплексных дипломных и курсовых проектов, а затем внедряют результаты на заинтересованных предприятиях. Это позволит студентам не только знакомиться с реальными задачами, разрабатывать проекты их решения, но и самим осуществлять свои предложения на практике.

Предоставление грантов является одной из форм финансовой поддержки научной и иной творческой деятельности. Преподаватели и научные работники вузов, которым по результатам конкурса предоставлен грант на выполнение определенной НИР, могут привлекать к участию в ней с оплатой студентов. Кроме того, в настоящее время получает развитие предоставление грантов на конкурсной основе для финансирования научной и технической деятельности талантливых студентов и малых студенческих научных групп (временных студенческих трудовых коллективов).

Студенты также могут вести научно-исследовательскую работу в составе научных, технических, конструкторских, экономических и иных студенческих бюро и объединений, которые организуются в вузах с целью приобретения их членами навыков коллективной творческой и организационной работы, а также оказания практической помощи кафедрам и лабораториям вузов, организациям и учреждениям в области своей деятельности.

Организация учебного процесса должна проходить с учетом современных достижений науки, систематического обновления всех аспектов образования, отражающего изменения в сфере культуры, экономики, науки, техники и технологий. Особое внимание необходимо обратить на синтез теоретического и практического обучения в этой области с получением конкретных результатов, воплощенных в самостоятельные научные работы, статьи, апробированные технологии, выполненные, естественно, с поправкой на возраст авторов.

Разработка плана по специальности ведется совместно с кафедрами общественных наук, общенаучных, общетехнических профилирующих дисциплин и выпускающей кафедрой. Координирует работу выпускающая кафедра, которая предварительно формирует конкретные требования к знаниям, умению, навыкам, качествам специалиста.

Научно-исследовательская работа студентов завершается обязательным представлением отчета, сообщением на заседании кружка, конференции, написанием курсовой работы и т. д.

Научно-исследовательские, проектно-конструкторские и творческо-исполнительские работы, успешно выполненные студентами во внеучебное время и отвечающие требованиям учебных программ, могут быть зачтены в качестве соответствующих лабораторных работ, курсовых, дипломных проектов и прочих заданий.

Лучшие студенческие работы могут быть направлены по рекомендации комиссии НТС по НИРС на региональные, республиканские и всероссийские конкурсы.

За успехи, достигнутые в научно-исследовательской работе и организации НИРС, студенты могут награждаться грамотами, денежными премиями.

Цели и задачи учебно-исследовательской работы студентов

Целью учебно-исследовательской работы студентов (УИРС) является практическое ознакомление студентов со всеми этапами научно-исследовательской работы. Она является неотъемлемой составной частью подготовки высококвалифицированных специалистов для народного хозяйства страны, имеющих навыки самостоятельной исследовательской работы.

Основная задача УИРС состоит в том, чтобы привить студентам навыки самостоятельной теоретической и экспериментальной работы, ознакомить их с современными методами научного исследования,

техникой эксперимента, реальными условиями работы в научном и производственном коллективах и техникой безопасности.

В процессе выполнения УИРС студенты должны научиться применять теоретические знания на практике, работать с научной литературой, составлять рефераты и обзоры, решать отдельные теоретические задачи, самостоятельно подготавливать и проводить эксперименты, пользоваться лабораторным оборудованием, докладывать результаты своих трудов и трудов других авторов. Успех учебно-исследовательских работ студентов определяется как актуальностью и глубиной исследований, проводимых кафедрами университета, так и широким участием в этих исследованиях профессоров и преподавателей.

Четко сформулированная задача, постоянный интерес руководителя к работе студента стимулируют интенсивную и качественную работу последнего.

Организация учебно-исследовательской работы студентов

Учебно-исследовательская работа студентов проводится на профилирующих кафедрах.

Распределение на УИРС проводится кафедрой в соответствии с заявками и с учетом личных интересов студентов.

УИРС проводится в часы, отводимые учебными планами. Выполнение УИРС, как и любого другого вида учебных занятий, является обязательным. Желательно, чтобы для работы студентов выделялся по расписанию целый день, но не менее 4–6 часов подряд.

К руководству УИРС привлекаются профессора, доценты, преподаватели, докторанты, аспиранты, научные сотрудники. Рекомендуется на кафедрах из числа преподавателей выделить ответственного за организацию УИРС.

Каждый студент, выполняющий УИРС, должен быть по возможности обеспечен рабочим местом, аппаратурой, инструментом и материалами.

Общие методические вопросы проведения УИРС (программы, пособия, описание проведения эксперимента и т. д.) разрабатываются и решаются кафедрами, методическими комиссиями советов факультетов и университета совместно с советом СНО.

Ответственный за проведение УИРС и научный руководитель осуществляют систематический контроль за выполнением студентами УИРС. Каждый студент должен вести рабочий журнал.

УИРС целесообразно начинать с первого курса и вести на протяжении всего периода обучения студентов в вузе, включая элементы научного поиска и научных исследований во все виды учебной работы.

УИРС целесообразно делить на два этапа (вида):

- работа со студентами младших курсов при изучении общеобразовательных дисциплин;
- работа со студентами, преимущественно старших курсов, специализирующихся на выпускающих кафедрах.

На первом этапе (на протяжении I–II курсов) студентов знакомят с основами и элементами научных исследований, развивают навыки самостоятельной работы по углубленному изучению фундаментальных наук, воспитывая любовь к избранной специальности. Формами УИРС на этом этапе могут быть:

- реферирование отдельных тем изучаемых курсов;
- составление библиографии по определенной теме;
- участие в изготовлении учебно-методических пособий (таблиц, макетов, моделей);
- изготовление по заданиям кафедр чертежей, схем, плакатов;
- участие в подготовке лекционного демонстрирования и т. д.

По общественным наукам целесообразно написать на каждом курсе по одному реферату.

На втором этапе студенты включаются непосредственно в исследовательскую работу. Им поручаются конкретные теоретические, экспериментальные или конструкторские разработки. Как правило, эти исследования ведутся на выпускающих кафедрах при выполнении практических, лабораторных, курсовых или дипломных работ, а также при прохождении производственной практики.

На этом этапе студенты готовят научные сообщения и рефераты по методологическим вопросам, которые заслушиваются и обсуждаются на заседаниях кафедр. Помимо научной работы студентов на кафедрах, рекомендуется вовлекать в работу студенческого конструкторского бюро.

Обязательным дополнением УИРС на обоих ее этапах следует считать работу в научных кружках студенческого научного общества во внеучебное время.

Лучшие работы студентов следует рекомендовать на студенческие научно-технические конференции, конкурсы, выставки.

УИРС вводится в учебные планы всех специальностей, в рабочие планы преподавателей и расписание занятий студентов в пределах общего количества часов аудиторных занятий.

УИРС проводится на базе кафедр, проблемной и отраслевых научно-исследовательских лабораторий. Материальное обеспечение выполнения УИРС осуществляется за счет бюджетных и хоздоговорных средств.

Формы проведения учебно-исследовательской работы студентов

Основной формой выполнения УИРС является индивидуальная работа над сформулированным руководителем заданием. Групповую форму целесообразно использовать на первом этапе проведения УИРС для обучения студентов методам и навыкам проведения исследований, а также в тех случаях, когда проведение работ требует уникального оборудования.

Задание на УИРС целесообразно формулировать так, чтобы оно имело перспективный характер. Объем и характер задания должны учитывать успехи и наклонности студента.

В задании должна быть отражена вся работа, необходимая для решения поставленной задачи.

Целесообразно прикрепление студентов при выполнении УИРС к определенной научной группе. В этом случае достигается возможность развития работы студента по той же тематике на последующих курсах во время практики и дипломного проектирования, обеспечивается высокое качество заключительных этапов обучения.

Результаты учебно-исследовательской работы оформляются в виде отчетов и защищаются перед комиссией, состоящей из ведущих преподавателей кафедры. В отчете должно быть сформулировано задание, кратко изложена теоретическая или расчетная часть, схема эксперимента, полученные результаты и их обсуждение. В конце приводится список использованной литературы.

УИРС включается во все формы учебной работы: семинарские и лабораторные занятия, практики, курсовые и дипломные проекты, самостоятельную работу студентов.

Курсовые и дипломные работы или проекты. Студентам выдаются индивидуальные задания по разработке реальных научных и производственных проблем, связанных с тематикой кафедр, лабораторий, научно-исследовательских направлений, научно-

технологических отрядов, студенческих конструкторских бюро. Рекомендуется разработка комплексных научных тем бригадами из 2-5 студентов одной или нескольких смежных специальностей.

Семинарские занятия. В процессе изучения общественных и фундаментальных дисциплин студенты готовят научные рефераты, с которыми выступают на семинарских занятиях. Лучшие рефераты рекомендуются в печать и на конкурсы. На выпускающих кафедрах проводятся постоянные специальные студенческие семинары, в ходе которых у студентов вырабатываются навыки подготовки тезисов научного сообщения, рефератов, активного участия в научной дискуссии, умение докладывать и защищать результаты своих исследований, вести контроль выполнения научных разработок. На семинарах заслушиваются рефераты и обзоры литературных источников, планы и методики исследований, отчеты о выполненных работах и т. д. Семинары проводятся согласно расписанию под руководством заведующего кафедрой.

Лабораторные и практические занятия. При выполнении лабораторных и практических работ студентам выдаются индивидуальные задания, содержащие элементы научного исследования, например:

- синтез и анализ новых веществ;
- изучение свойств новых веществ;
- конструирование приборов;
- разработка проектов оборудования;
- составление электрических схем;
- составление программ для ЭВМ; ведение расчетов и монтаж установок;
- реферирование и перевод научных статей и т. д.

Результаты разработок оформляются в виде отчета и защищаются на кафедре. Лучшие работы представляются на научные конференции, конкурсы и выставки.

Производственная практика. При прохождении практики студентам выдаются индивидуальные задания, например:

- внедрение новых методов исследования;
- разработка рационализаторских предложений;
- тематический план учебно-исследовательской работы (тема, цель работы, этапы и сроки выполнения, рекомендуемая литература, оборудование, исполнители и руководители);
- индивидуальные научные задания, выполняемые во время практики, в курсовых и дипломных работах.

На кафедрах ведется картотека завершенных научных работ студентов.

Контрольные вопросы

1. Определение отчета о НИР.
2. Структурные элементы отчета о НИР.
3. Какие сведения содержит основная часть отчета о НИР?

ЛЕКЦИЯ 6. ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Внедрение научных исследований

Внедрение завершенных научных исследований в производство – заключительный этап НИР.

Внедрение – это передача производству научной продукции (отчеты, инструкции, временные указания, технические условия, технический проект и т. д.) в удобной для реализации форме, обеспечивающей технико-экономический эффект. НИР превращается в продукт лишь с момента ее потребления производством.

Заказчиками на выполнение НИР могут быть технические управления министерств, тресты, управления, предприятия, НИИ и т. д.

Подрядчик – научно-исследовательская организация, выполняющая НИР в соответствии с подрядным двусторонним договором, обязан сформулировать предложение для внедрения.

Последнее в зависимости от условий договора должно содержать технические условия, техническое задание, проектную документацию, временную инструкцию, указание и т. д.

Процесс внедрения состоит из двух этапов:

- опытно-производственного внедрения;
- серийного внедрения (внедрение достижений науки, новой техники, новой технологии).

Как бы тщательно ни проводились НИР в научно-исследовательских организациях, все же они не могут всесторонне учесть различные, часто случайные факторы, действующие в условиях производства. Поэтому научная разработка на первом этапе внедрения требует опытной проверки в производственных условиях.

Предложение о законченных НИР рассматривают на научно-технических советах, а в случаях особо ценных предложений – на коллегиях министерства, и направляют на производство для практического применения.

После опытно-производственного испытания новые материалы, конструкции, технологии, рекомендации, методики внедряют в серийное производство как элементы новой техники. На этом, втором, этапе научно-исследовательские организации не принимают участия во внедрении.

Они могут по просьбе внедряющих организаций давать консультации или оказывать незначительную научно-техническую помощь.

После внедрения достижений науки в производство составляют пояснительную записку, к которой прилагают акты внедрения и эксплуатационных испытаний, расчет экономической эффективности, справки о годовом объеме внедрения по включению получаемой экономии в план снижения себестоимости, протокол долевого участия организаций в разработке и внедрении, расчет фонда заработной платы и другие документы.

Внедрение достижений науки и техники финансируют организации, которые его осуществляют.

2. Эффективность научных исследований. Под экономической эффективностью научных исследований в целом понимают снижение затрат общественного и живого труда на производство продукции в той отрасли, где внедряют законченные научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские разработки (НИР и ОКР).

Основные виды эффективности научных исследований:

1) экономическая эффективность – рост национального дохода, повышение производительности труда, качества продукции, снижение затрат на научные исследования;

2) укрепление обороноспособности страны;

3) социально-экономическая эффективность – ликвидация тяжелого труда, улучшение условий труда, очистка окружающей среды и т. д.;

4) престиж отечественной науки.

Наука является наиболее эффективной сферой капиталовложений. В мировой практике принято считать, что прибыль от капиталовложений в нее составляет 100–200% и намного выше прибыли любых отраслей.

По данным зарубежных экономистов, на один доллар затрат на науку прибыль в год составляет 4–7 долларов и больше. В нашей стране эффективность науки также высокая. На 1 руб., затраченный на НИР и ОКР, прибыль составляет 3–8 руб.

С каждым годом наука обходится обществу все дороже. На нее расходуют огромные суммы. Поэтому в экономике науки возникает и вторая проблема – систематическое снижение народно-хозяйственных затрат на исследования при возрастающем эффекте от их внедрения. В связи с этим под эффективностью научных исследований понимают также по возможности более экономное проведение НИР.

Хорошо известно, какое большое значение ныне придается вопросам ускоренного развития науки и НТП. Делается это по глубоким стратегическим причинам, которые сводятся к тому объективному факту, что наука и система ее приложений стала реальной производительной силой, наиболее мощным фактором эффективного развития общественного производства.

Есть два кардинально различных пути ведения дел в экономике: экстенсивный путь развития и интенсивный.

Путь экстенсивного развития – это расширение заводских площадей, увеличение числа станков и т. д.

Интенсивный путь предполагает, чтобы каждый завод с каждого работающего станка, сельскохозяйственное предприятие с каждого гектара посевных площадей получали все больше и больше продукции. Это обеспечивается использованием новых научно-технических возможностей: новых средств труда, новых технологий, новых знаний. К интенсивным факторам относится и рост квалификации людей, и вся совокупность организационных и научно-технических решений, которыми вооружается современное производство.

Сегодня примерно каждый рубль, вложенный в науку, в НТП и освоение нововведений (новой техники, новых технологий) в производстве, дает в четыре раза больший эффект, чем тот же рубль, вложенный в экстенсивные факторы.

Это очень существенное обстоятельство. Из него вытекает, что и впредь наша хозяйственная политика будет направлена на то, чтобы во всех сферах общественного производства решать проблемы дальнейшего развития преимущественно за счет интенсивных факторов. При этом особая роль отводится науке, а на саму науку распространяется то же самое требование. Сошлемся на характерные цифры. За

последние 40–50 лет количество новых знаний увеличилось примерно в 2–3 раза, в то же время объем информации (публикаций, различной документации) увеличился в 8–10 раз, а объем средств, отпускаемых на науку, – более чем в 100 раз. Эти цифры заставляют задуматься. Ведь рост ресурсов, затрачиваемых на науку, не самоцель. Следовательно, научную политику надо менять, необходимо решительно повысить эффективность работы научных учреждений.

Есть еще одно важное обстоятельство. В данном случае нас интересует не сам по себе прирост новых знаний, а прирост эффекта в производстве. Мы должны проанализировать: все ли нормально с пропорциями между получением знаний и их применением на производстве.

Нужно опережающе высокими темпами увеличивать вложения в мероприятия по освоению результатов НТП в производство.

Существует некоторая теоретическая модель, построенная из соображений наиболее полного использования новых знаний, новых научных данных. В соответствии с этой моделью, если ассигнования в области фундаментальных исследований принять за единицу, то соответствующие показатели составят: по прикладным исследованиям – 4, по разработкам – 16, по освоению нововведений в производство – 250. Эта модель построена академиком В.М. Глушковым исходя из того, что все разумное (из новых идей, сведений, возможностей), полученное в сфере фундаментальных исследований, будет использовано. Для этого будет достаточно наличных мощностей прикладных наук. Затем возможности практического применения будут реализованы в виде новых технологий, новых конструкций и т. п., теми, кто проектирует, ведет разработки. И у них, в свою очередь, будет достаточно мощностей, чтобы все это принять и полностью пустить в дело.

Наконец, необходимо иметь достаточно капиталовложений и свободных мощностей, предназначенных для освоения нововведений на производстве, чтобы освоить и реализовать все объективно необходимые нововведения.

Если суммарные затраты на фундаментальные и прикладные исследования, а также на опытно-конструкторские разработки принять за единицу, то отношение между вложениями в производство новых знаний и вложениями в освоение этих знаний народным хозяйством составит 1:12. А в действительности такое соотношение 1:7. Это свидетельствует о том, что в народном хозяйстве зачастую нет свобод-

ных мощностей, не хватает возможностей для маневра (в США такое соотношение 1:11).

В современной науке каждый четвертый – руководитель. Это действительный факт. Руководителей в науке больше, чем физиков, химиков, математиков и пр., отдельно взятых. Но математиков, физиков, химиков и прочих готовят вузы (и профессиональный уровень их знаний, как правило, очень высок).

Руководству же научной деятельностью их не обучали. Этому они учатся сами и самым непродуктивным способом – на своих ошибках. Решение этого вопроса тоже сможет поднять эффективность научных исследований.

Известно, что время между вложением в науку и отдачей от науки в экономику измеряется в нашей стране девятью годами. Это довольно большой срок. Каждый год сокращения этого срока означает выигрыш в 5 млрд руб.

Только на год быстрее – и получаем 5 млрд руб. без каких-либо дополнительных затрат. В дальнейшем этот выигрыш будет еще значительнее.

Одним из путей повышения эффективности научных исследований является использование так называемых попутных или промежуточных результатов, которые зачастую совсем не используются или используются поздно и недостаточно полно.

Например, космические программы. Чем они оправдываются экономически? Конечно, в результате их разработки была улучшена радиосвязь, появилась возможность дальних передач телевизионных программ, повышена точность предсказания погоды, получены большие научные фундаментальные результаты в познании мира и т. д. Все это имеет или будет иметь экономическое значение.

На эффективность исследовательского труда прямо влияет оперативность научных изданий, прежде всего периодических. Анализ сроков нахождения статей в редакциях отечественных журналов показал, что они задерживаются вдвое дольше, чем в аналогичных зарубежных изданиях. Для сокращения этих сроков, по-видимому, целесообразно в нескольких журналах экспериментально проверить новый порядок публикаций: печатать только рефераты статей объемом до 4–5 страниц, а полные тексты издавать методом безнаборной печати в виде оттисков и высылать по запросам заинтересованных лиц и организаций.

Известно, что темпы роста инструментальной вооруженности современной науки должны примерно в 2,5–3 раза превышать темпы роста численности работающих в этой сфере. В целом по стране этот показатель еще недостаточно высок, а в некоторых научных организациях он заметно меньше единицы, что приводит к фактическому снижению КПД интеллектуальных ресурсов науки.

Современные научные приборы морально изнашиваются столь быстро, что за 4–5 лет, как правило, безнадежно устаревают. При нынешних темпах НТП абсурдной выглядит так называемая бережная (по несколько часов в неделю) эксплуатация прибора.

Рационально приобретать приборов меньше, но самых совершенных, и загружать их максимально, не боясь износа, а через 2–3 года интенсивной эксплуатации заменять новыми, более современными.

Министерство промышленности, обновляя свою продукцию примерно каждые пять и более лет, лишь 10–13% ее выпускает на уровне мировых показателей. Среди причин этого явления важное место занимает распыленность и слабость научного потенциала соответствующих предприятий, делающие их неподготовленными к восприятию существенно нового, а тем более к разработке его силами своих ученых и инженеров.

В современной науке вопросом вопросов являются кадры. Из заводской науки вышла целая плеяда выдающихся ученых, в том числе, например, металлург академик И.П. Бардин и значительная часть творцов современной новейшей техники.

Многие заводские коллективы исследований превратились в подлинные научные школы.

Так, осуществленная за последние годы на одном из крупнейших заводов Ставрополя широкая программа исследований позволила не только преобразить производство молочных товаров, но и вырастить из числа заводских специалистов около 20 кандидатов и 3 докторов наук.

Вместе с тем следует признать, что в целом индустриальный сектор науки еще очень слабо обеспечен высококвалифицированными кадрами исследователей. На каждую сотню центральных заводских лабораторий приходится лишь один кандидат наук. Большинство заводских научных подразделений, по масштабам работ сравнимых с обычными НИИ, имеют в несколько раз меньшее число докторов и кандидатов наук.

Особого внимания заслуживает проблема целевой подготовки кадров для индустриального сектора науки.

Для оценки эффективности исследований применяют разные критерии, характеризующие степень их результативности.

Фундаментальные теоретические исследования трудно оценить количественными критериями эффективности. Обычно можно установить только качественные критерии:

- возможность широкого применения результатов исследований в различных отраслях народного хозяйства страны;
- новизна явлений, дающая большой толчок для принципиального развития наиболее актуальных исследований;
- существенный вклад в обороноспособность страны;
- приоритет отечественной науки;
- отрасль, где могут быть начаты прикладные исследования;
- широкое международное признание работ;
- фундаментальные монографии по теме и цитируемость их учеными различных стран.

Эффективность прикладных исследований оценить значительно проще. В этом случае применяют различные количественные критерии.

Об эффективности любых исследований можно судить лишь после их завершения и внедрения, т. е. тогда, когда они начинают давать отдачу для народного хозяйства. Большое значение приобретает фактор времени. Поэтому продолжительность разработки прикладных тем по возможности должна быть короче. Лучшим является такой вариант, когда продолжительность их разработки до трех лет. Для большинства прикладных исследований вероятность получения эффекта в народном хозяйстве в настоящее время превышает 80%.

Как оценить эффективность исследования коллектива (отдела, кафедры, лаборатории и т. д.) и одного научного работника?

Эффективность работы научного работника оценивают различными критериями: публикационным, экономическим, новизной разработок, цитируемостью работ и др.

Публикационным критерием характеризуют общую деятельность – суммарное количество печатных работ, общий объем их в печатных листах, количество монографий, учебников, учебных пособий.

Этот критерий не всегда объективно характеризует эффективность научного работника. Могут быть случаи, когда при меньшем количестве печатных работ отдача значительно больше, чем от боль-

шего количества мелких печатных работ. Экономическую оценку работы отдельного научного работника применяют редко. Чаще в качестве экономического критерия используют показатель производительности труда научного работника (выработку в тыс. руб. сметной стоимости НИР).

Критерий новизны НИР – это количество авторских свидетельств и патентов.

Критерий цитируемости работ ученого представляет собой число ссылок на его печатные работы. Это второстепенный критерий.

Эффективность работы научно-исследовательской группы или организации оценивают несколькими критериями:

- среднегодовой выработкой НИР;
- количеством внедренных тем;
- экономической эффективностью от внедрения НИР и ОКР;
- общим экономическим эффектом;
- количеством полученных авторских свидетельств и патентов;
- количеством проданных лицензий или валютной выручкой.

Среднегодовую выработку НИР, ОКР (Яп) определяют как отношение общей сметной стоимости НИР и ОКР, тыс. руб. (С_о) к среднесписочному числу работников основного и подсобного персонала отдела, кафедры, лаборатории, НИИ (Р).

Обычно Яп рассчитывают за год, поскольку установить сметные расходы НИР за месяц или квартал можно лишь ориентировочно. Среднегодовая выработка НИР и ОКР на одного работника колеблется от 3 до 7 тыс. руб.

Критерий внедрения Кв законченных тем устанавливают в конце календарного года суммированием законченных работ. Внедрение темы оценивают степенью завершения тематического плана.

Относительный критерий внедрения законченных тем определяется как отношение эффекта от внедрения темы и затраты на ее выполнение и внедрение (тыс. руб.) к общему количеству разрабатываемых тем.

Экономический эффект от внедрения – основной показатель эффективности научных исследований – зависит от затрат на внедрение, объема внедрения, сроков освоения новой техники и многих других факторов.

Эффект от внедрения рассчитывают за весь период, начиная от времени разработки темы до получения отдачи. Обычно продолжительность такого периода прикладных исследований составляет не-

сколько лет. Однако в конце его можно получить полный народно-хозяйственный эффект.

Уровень новизны прикладных исследований и разработок коллектива характеризуют критерием K&, т. е. числом завершенных работ, по которым получены авторские свидетельства и патенты. Критерий K& характеризует абсолютное количество свидетельств и патентов. Более объективными являются относительные показатели, например, количество свидетельств и патентов, отнесенных к определенному количеству работников данного коллектива или к числу тем, разрабатываемых коллективом, которые подлежат оформлению свидетельствами и патентами.

Если коллектив НИИ выполнил разработки и осуществлена продажа их за границей, то эффективность этих разработок оценивают относительным показателем, как отношение валютного дохода государства (тыс. руб.) к суммарным затратам на проведение НИР и ОКР, на оформление и продажу лицензий, на выполнение лицензионных межгосударственных отношений и др.

Различают три вида экономического эффекта от внедрения научных исследований: предварительный, ожидаемый и фактический.

Предварительный экономический эффект устанавливается при обосновании темы научного исследования и включении ее в план работ. Рассчитывают его по ориентировочным, укрупненным показателям с учетом прогнозируемого объема внедрения результатов исследований в группу предприятий данной отрасли.

Ожидаемый экономический эффект вычисляют в процессе выполнения НИР. Его условно относят (прогнозируют) к определенному периоду (году) внедрения продукции в производство. Ожидаемая экономия – более точный экономический критерий по сравнению с предварительной экономией, хотя в некоторых случаях она является также ориентировочным показателем, поскольку объем внедрения можно определить лишь ориентировочно.

Ожидаемый эффект вычисляют не только на один год, но и на более длительный период (интегральный результат). Ориентировочно такой период составляет до 10 лет от начала внедрения для новых материалов и до 5 лет для конструкций, приборов, технологических процессов.

Фактический экономический эффект определяется после внедрения научных разработок в производство, но не ранее чем через год. Расчет его производят по фактическим затратам на научные ис-

следования и внедрение с учетом конкретных стоимостных показателей данной отрасли (предприятия), где внедрены научные разработки.

Фактическая экономия почти всегда несколько ниже ожидаемой: ожидаемую определяют НИИ ориентировочно (иногда с завышением), фактическую – предприятия, на которых осуществляется внедрение.

Наиболее достоверным критерием экономической эффективности научных исследований является фактическая экономия от внедрения.

Контрольные вопросы

1. Что считается внедрением результатов НИР?
2. Формы документов, подтверждающих внедрение.
3. Критерий новизны НИР.
4. Перечислите основные виды эффективности научных исследований.
5. Назовите основные виды экономического эффекта от внедрения научных исследований.

МОДУЛЬ 4. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЛЕКЦИЯ 7. ПОНЯТИЕ ОТКРЫТИЯ, ИЗОБРЕТЕНИЯ. ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Объекты патентно-правовых отношений

Объектами патентно-правовых отношений являются изобретения, полезные модели и промышленные образцы.

Изобретение – творческое техническое решение. Изобретением может считаться всякий достигнутый человеком творческий результат, суть которого состоит в нахождении конкретных технических средств решения задачи, возникающей в сфере практической деятельности.

В соответствии с Патентным законом РФ п. 1 ст. 4 изобретению предоставляется правовая охрана, если оно является новым, имеет изобретательский уровень и промышленно применимо. Отсюда можно сделать вывод, что не все изобретения имеют правовую охрану. Одни изобретения, которые отвечают предусмотренным законом требованиям, становятся официально признанными объектами охраны; другие изобретения, которые таким требованиям не соответствуют или не оформлены в установленном порядке, охраной не пользуются, однако не перестают быть изобретениями.

Объекты изобретений и их характеристики

Согласно п. 2 ст. 4 Патентного закона РФ объектами изобретений могут являться устройство, способ, вещество, штамм микроорганизма, культуры клеток растений и животных, а также применение известного устройства, способа, вещества, штамма по новому назначению.

Под устройством понимается система расположенных в пространстве элементов, определенным образом взаимодействующих друг с другом. Для характеристики устройств используются конструктивные средства – наличие конструктивных элементов, наличие связи между элементами, их взаимное расположение, форма выполнения элементов или устройства в целом, параметры и другие характеристики. К устройствам как объектам изобретения относятся конструкции и изделия – машины, приборы, механизмы, инструменты, транспортные средства, оборудование, сооружения и т. п.

К способам как объектам изобретения относятся процессы выполнения действий над материальным объектом с помощью материальных же объектов. *Способ – это совокупность приемов, выполняемых в определенной последовательности или с соблюдением определенных правил.* Как объект изобретения способ характеризуется технологическими средствами – наличием определенного действия или совокупности действий, порядком выполнения таких действий (последовательно, одновременно), условиями осуществления действий, режимом использования веществ (исходного сырья, катализаторов и т. д.), устройств (приспособлений, инструментов, оборудования) штаммов микроорганизмов.

Способы как процессы выполнения действий над материальными объектами разделяются:

– на способы, направленные на изготовление продуктов (изделий, веществ). В этом случае патент, выданный на такой способ, распространяется и на продукт, изготовленный непосредственно этим способом.

– способы, направленные на изменение состояния предметов материального мира без получения конкретных продуктов (обработка, транспортировка, регулирование);

– способы, в результате которых определяется состояние предметов материального мира (контроль, диагностика, измерение). Согласно новому Патентному закону патенты стали выдаваться также на способы профилактики, диагностики и лечения заболеваний, которые ранее охранялись только авторскими свидетельствами.

Вещество представляет собой искусственно созданное материальное образование, являющееся совокупностью взаимосвязанных элементов. К им относятся: индивидуальные химические соединения, к которым условно отнесены продукты генной инженерии; композиции (составы, смеси); продукты ядерного превращения.

Индивидуальные химические соединения заявляются в качестве изобретений, когда установлен их качественный и количественный состав. Для индивидуальных соединений с неустановленной структурой (антибиотики, продукты генной инженерии) необходимо раскрытие их физико-химических характеристик, способ их получения для того, чтобы их идентифицировать. Для характеристики композиций (сплавы, керамика) используется их

качественный и количественный состав ингредиентов. Продукты ядерного превращения характеризуются качественным (изотоп) и количественным (число протонов и нейтронов) составом, а также период полураспада, тип и энергия получения.

Штамм микроорганизма, культуры клеток растений и животных означает совокупность клеток, имеющих общее происхождение и характеризующихся одинаковыми устойчивыми признаками. Штаммы составляют основу биотехнологии и применяются в лечебных целях, в качестве стимуляторов развития растений и животных. Создание штаммов предполагает отыскание нужной среды для микроорганизмов, оптимального температурного режима и т. д. К штаммам относятся бактерии, грибы, дрожжи, микроскопические водоросли, лишайники и их смеси. Их характеристики: родовые и видовые названия на латинском языке, культурно-морфологические (возраст культуры, температура выращивания), физико-биохимические, биотехнические (условия культивирования), принцип гибридизации и т. д. Линии клеток растений или животных дополнительно характеризуются числом пассажей, ростовыми признаками, способностью к морфогенезу.

Применение известных ранее устройств, способов, веществ, штаммов по новому назначению состоит в том, что известное техническое средство предлагается использовать с иной целью для решения задачи, которая не имела в виду ни автором, ни другими специалистами, когда впервые стали применять данное устройство, вещество, штамм. Ранее известное средство оказывается способным удовлетворять совсем иную потребность. Суть данного изобретения заключается в том, что устанавливаются новые свойства уже известных объектов и определение новых областей их использования. Для характеристик таких изобретений используется краткая характеристика применяемого объекта для его идентификации и указание нового назначения известного объекта.

Объекты, не признаваемые изобретениями

Наряду с объектами изобретений в патентном законе содержится перечень творческих результатов, которые не признаются патентоспособными изобретениями (п. 3 ст. 4). К ним относятся:

- открытие;
- научные теории и математические методы;
- методы организации и управления хозяйством;

- условные обозначения, расписания, правила;
- методы выполнения хозяйственных операций;
- алгоритмы и программы для вычислительных машин;
- проекты и схемы планировки сооружений, зданий;
- решения, касающиеся только внешнего вида изделия, направленные для удовлетворения эстетических потребностей (промышленный образец, дизайн);
- топологии интегральных микросхем;
- сорта растений и породы животных (закон о селекционных достижениях);
- решения, противоречащие общественным интересам, принципам гуманности и морали.

Большинство этих объектов охраняется правом, однако не как изобретения, а как иные объекты интеллектуальной собственности. Основной причиной этого служит то, что они не являются техническими решениями задачи, т. е. не попадают под понятие устройства, вещества, штамма. Но если конкретное решение обеспечивает технический результат, оно может быть признано изобретением.

Особо остановимся на решениях, которые противоречат общественным интересам, принципам гуманности и морали (приспособления для азартных игр, вещества с повышенным содержанием канцерогенных свойств). Эти решения соответствуют всем критериям патентоспособности, но не охраняются.

Открытие – установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей, свойств и явлений материального мира, вносящее коренные изменения в уровень знаний. Оно является всеобщим достоянием, Не допускается их монопольное использование. Любой феномен, именуемый открытием, существовал и ранее, но не был известен человечеству.

Полезные модели

Полезная модель охраняется нормами патентного права. Согласно п. 1 ст. 5 Патентного закона РФ в качестве полезной модели охраняется техническое решение, относящееся к устройству. Сущность полезной модели как технического решения выражается в совокупности существенных признаков, достаточной для достижения обеспечиваемого полезной моделью технического результата. Сам технический результат представляет собой характеристику техни-

ческого эффекта, явления, свойства, объективно проявляющихся при изготовлении или использовании устройства. Он может выражаться в снижении (повышении) коэффициента трения, в предотвращении заклинивания, снижения вибрации, в уменьшении искажения формы сигнала, повышении быстродействия компьютера. *Говоря проще, полезная модель – это технические новшества, которые по своим внешним признакам напоминают изобретения, однако являются менее значительными с точки зрения их вклада в уровень техники.*

Объектами полезной модели считаются устройство и его признаки, в этом случае совпадают с признаками устройства-изобретения, а также конструкции и изделия.

Под конструкцией понимается состав и взаимное расположение частей каких-либо машин, механизмов, аппаратов, установок, приспособлений. Конструкции характеризуются функциональной связью образующих их частей и пространственным расположением последних.

Под изделием понимается устройство, которому придана товарная форма.

В качестве полезных моделей правовая охрана не предоставляется:

- решениям, касающимся только внешнего вида изделия;
- топологиям интегральных микросхем;
- решениям, противоречащим интересам общества, принципам гуманности и морали.

Промышленные образцы

В соответствии с п. 1 ст. 6 Патентного закона РФ к *промышленным образцам относится художественно-конструкторское решение изделия, определяющее его внешний вид.* Художественно-конструкторское решение в современной формулировке – это дизайнерское решение, в результате которого изделие приобретает эргономические качества или эстетические черты, определяющие его внешний вид, в частности форму, контуры, линии, сочетания цветов, фактуру материала. *Таким образом, промышленный образец можно определить как творческий результат художественного конструирования, сочетающий в себе функциональные и эстетические свойства изделия.*

К объектам авторского права (интеллектуальная собственность) относятся:

- литературные произведения (включая программы для ЭВМ);
- драматические и музыкально-драматические произведения, сценарные произведения;
- хореографические произведения и пантомимы;
- музыкальные произведения с текстом или без текста;
- аудиовизуальные произведения (кино-, теле- и видеофильмы, слайды, диафильмы и другие кино- и телепроизведения);
- фотографические произведения и произведения, полученные способом, аналогичным фотографии;
- географические, геологические и другие карты, планы, эскизы и пластические произведения, относящиеся к географии, топографии и другим наукам;
- произведения живописи, скульптуры, графики, дизайна, графические рассказы, комиксы и другие произведения изобразительного искусства;
- произведения декоративно-прикладного и сценографического искусства;
- произведения архитектуры, градостроительства и садово-паркового искусства;
- другие произведения.

К объектам авторского права также относятся:

- производные произведения (переводы, обработки, аннотации, рефераты, резюме, обзоры, инсценировки, аранжировки и другие переработки произведений науки, литературы и искусства);
- сборники (энциклопедии, антологии, базы данных) и другие составные произведения, представляющие собой по подбору или расположению материалов результат творческого труда.

Коротко рассмотрим некоторые из них.

1. Литературные произведения.

Согласно ст. 7 ЗоАП, под литературным произведением понимается любое произведение, в котором выражение мыслей, чувств и образов осуществляется посредством слова в оригинальной композиции и посредством оригинального изложения. Это могут быть литературно-художественные произведения, научные, публицистические и иные работы, выраженные в словесной форме.

1.1. В ЗоАП нет прямого указания на охрану речей, лекций, докладов, но так как закон содержит общее указание на то, что правовой охраной пользуются произведения, выраженные и в устной форме, то можно сделать вывод, что речи, проповеди, выступления и

т. п. произведения тоже охраняются, но в этом случае очень трудно доказать факт нарушения авторского права. В российской судебной практике не было случая споров по поводу нарушения авторских прав устного произведения.

1.2. Также к числу охраняемых литературных произведений относятся письма, дневники, личные заметки, хотя закон также не выделяет их особо, так как эти документы имеют личный характер и связаны с обеспечением конституционного права гражданина на охрану частной жизни (ст. 23 Конституции РФ). Если материалы дневников, заметок, писем опубликованы без разрешения автора или его наследников, то можно требовать запрещения опубликования и возмещения морального ущерба через суд.

1.3. Интервью считается объектом охраны авторского права, если оно является результатом творческой деятельности (имеет стиль, композицию), а не сводится к механическому воспроизведению ответов на поставленные вопросы. Причем это относится как к интервьюируемому, так и интервьюирующим, по доле вклада в интервью они могут стать соавторами.

1.4. Охраняются авторским правом переводы произведений, так как для того чтобы передать художественный смысл произведения и его стиль при переводе, переводчик дополняет и осуществляет замену переводимых им слов на сходные по смыслу слова другого языка, что является творческим процессом. Если же перевод дословный, то он не считается творческим и не попадает под охрану авторского права. Также не охраняются переводы официальных документов (законов, инструкций)

1.5. Программы для ЭВМ отвечают всем признакам охраняемых объектов авторского права, т. е. являются результатом творческой деятельности и имеют объективную форму. Сложность в том, что, помимо интеллектуального творчества, в данном объекте присутствует индустриальный труд. Поэтому отнеся программы ЭВМ к охране авторского права, был принят Закон РФ «О правовой охране программ для ЭВМ и баз данных», дополняющий некоторые нормы авторского права. Программа для ЭВМ как объект авторского права выступает в качестве объективной формы представления совокупности данных и команд, предназначенных для функционирования ЭВМ и других компьютерных устройств с целью получения определенного результата, включая подготовительные материалы, полученные в ходе разработки программы для ЭВМ, и

порождаемые ею аудиовизуальные отображения. Независимо от формы своего объективного выражения программы для ЭВМ с точки зрения их правовой охраны рассматриваются как произведения литературы. Однако вне сферы охраны остаются принципы организации алгоритма и интерфейса, а также языки программирования. Для признания и осуществления авторского права на программу для ЭВМ или базу данных не требуется обязательной регистрации, она осуществляется по желанию правообладателя. Авторское право возникает по факту создания программы для ЭВМ или базы данных. Регистрация программы для ЭВМ или базы данных осуществляется на основе заявки на регистрацию в агентстве.

Заявка рассматривается и проверяется на наличие необходимых документов и уникальность программы для ЭВМ, если результат положителен, то агентство вносит программу для ЭВМ или базу данных в реестр (взнос 0,3 МРОТ), выдает заявителю свидетельство и публикует сведения о зарегистрированных программах для ЭВМ и базах данных в официальном бюллетене агентства.

2. Драматические произведения.

Объектами авторского права признаются драматические произведения всех жанров. Они близки к произведениям литературы, их отличие в том, что текст драматических произведений состоит из монологов и диалогов персонажей, а сами драматические произведения предназначены для публичного исполнения на сцене.

3. Музыкальные произведения с текстом и без, музыкально-драматические произведения.

Музыкальным признается произведение, в котором художественные образы выражаются с помощью звуков. К ним относятся: опера, балет, мюзикл, оперетта, кантата, симфония, оратория, сюита, увертюра, фантазия, аранжировка и т. д.

4. Сценарные произведения.

Это произведения (сценарии), по которым ставятся фильмы, балетные спектакли, массовые представления. В отличие от драматического произведения в сценарии описывается детальное изложение сюжета, перемена места и времени действия, широкого охвата событий, развитие параллельных сюжетных действий.

5. Аудиовизуальные произведения.

Представляют собой органическое соединение разных видов искусства. Эти произведения рассчитаны на одновременное слуховое и зрительное восприятие. К аудиовизуальным произведениям

относятся: кино-, теле-, видеофильмы (полнометражные, документальные, художественные, мультипликационные, научно-популярные и т. д.), слайд-фильмы, диафильмы. Некоторые компоненты фильма, в том числе сценарий, музыка, эскизы декораций, костюмы и т. п. могут существовать отдельно от фильма и иметь значение самостоятельных объектов авторского права. В соответствии со ст. 13 ЗоАП авторами аудиовизуального произведения признаны три лица: режиссер-постановщик, сценарист и автор музыки.

6. Произведения изобразительного искусства.

К таким произведениям относят произведения: живописи, скульптуры, графики, дизайна, комиксы, графические рассказы, декоративно-прикладного искусства, монументального искусства. Важнейшей особенностью произведений изобразительного искусства является то, что они неразрывно связаны с материальным носителем, в котором воплощены.

Материальный носитель чаще всего существует в единичном экземпляре, поэтому особенно важно разграничивать право собственности на картину или скульптуру как вещь и авторское право на само произведение. Это значит, что права собственника на объект изобразительного искусства ограничены. Так, собственник обязан обеспечить неприкосновенность произведения, и поэтому не вправе вносить в него какие-либо изменения. Собственник должен предоставлять автору возможность осуществлять свои авторские правомочия в отношении произведения, например, обеспечивать право доступа к произведению для копирования. Если собственник без разрешения автора осуществляет воспроизведение и распространение произведения, это считается нарушением авторских прав.

Также существует правило, что при продаже произведения изобразительного искусства на аукционах и через магазины и выставки, если картина продана по цене, превышающей предыдущую стоимость картины на 20%, то 5% от новой стоимости картины получает автор. Это делается в интересах авторов, которые в начале своего творческого пути, еще не имея известности, вынуждены продавать свои произведения очень дешево, чтобы иметь средства на жизнь.

Закон устанавливает, что опубликование, воспроизведение и распространение произведения изобразительного искусства, на котором изображено другое лицо, допускается лишь с согласия изображенного, а после его смерти только с согласия детей и

пережившего супруга. Если таковых нет, то произведение может использоваться свободно (ст. 514 ГК РФ).

7. Произведения архитектуры, градостроительства и садово-паркового искусства.

Специфика этих произведений в том, что, с одной стороны, они служат для удовлетворения материальных потребностей людей, а с другой – выступают как произведения искусства. Поэтому объектом авторского права признается не весь проект со всеми техническими и организационными решениями, а лишь его архитектурная часть.

8. Картографические произведения.

К их числу относят географические, геологические и другие карты, планы, эскизы, относящиеся к географии, топографии и другим наукам. К особенностям правового режима этих объектов можно отнести то обстоятельство, что основная их часть создается по заданиям федеральных или иных органов власти и может быть использована заинтересованными лицами. Поэтому один экземпляр копии карты должен быть безвозмездно передан в эти органы.

Авторским правом не охраняются:

– произведения, в отношении которых истек срок действия авторского права (кроме права авторства, права на имя, права неприкосновенности произведения);

– официальные документы (инструкции, указания, стандарты, уставы, судебные решения, методические рекомендации, отчеты, справки, иски);

– государственная символика (флаги, гербы, гимны, ордена, денежные знаки);

– произведения народного творчества (гжель, частушки, поговорки, народные танцы);

– сообщения о событиях и фактах, имеющие информационный характер (сообщения телеграфных информационных агентств, официальная хроника, сообщения о криминальных происшествиях).

Виды произведений

Произведения бывают обнародованные и необнародованные, опубликованные и неопубликованные, оригинальные и производные, служебные и неслужебные.

Обнародованием признается осуществленное с согласия автора действие, которое впервые делает произведение доступным для

всеобщего сведения путем его опубликования, публичного показа, публичного исполнения, передачи в эфир или иным способом.

Опубликованием считается выпуск в обращение экземпляров произведения с согласия автора в количестве, достаточном для удовлетворения разумных потребностей публики исходя из характера произведения.

Оригинальным является произведение, все основные охраняемые элементы которого созданы самим автором.

Производным является произведение, при создании которого частично заимствуются охраняемые элементы чужого произведения (переводы, аранжировки, аннотации, обзоры). Эти произведения должны иметь творческую самостоятельность по сравнению с оригиналом и соблюдать права автора произведения, которое подверглось переделке (с автором должен быть заключен договор на использование его труда для создания на его основе другого произведения).

Служебные произведения – это произведения, созданные в порядке выполнения служебных обязанностей или служебного задания работодателя. В российском законодательстве авторское право на служебное произведение принадлежит автору. Однако согласно ст. 14 п. 2 ЗоАП, исключительные права на использование служебного произведения принадлежат работодателю, если в договоре между ним и автором не предусмотрено иное. Это означает, что автор не вправе без согласия работодателя передать созданное им произведение для использования другим лицам. Напротив, работодатель может использовать произведение, как в своих целях, так и выдавать разрешение на его использование третьим лицам. Размер вознаграждения за использование такого произведения и порядок его выплаты устанавливаются договором между автором и работодателем.

Контрольные вопросы

1. Понятие изобретения, объекты изобретений.
2. Что такое полезная модель?
3. Понятие промышленного образца.
4. Понятие товарного знака.
5. Приведите примеры объектов авторского права.

ЛЕКЦИЯ 8. ДОКУМЕНТЫ, ЗАКРЕПЛЯЮЩИЕ ПРАВО НА ОБЪЕКТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охранные документы на научное открытие. Оформление документов

1. Открытием в области естественных наук признается установление неизвестных ранее объективно существующих закономерностей (законов), свойств, явлений или объектов материального мира, вносящих коренные изменения в уровень познания и доступных проверке.

2. Открытием в области общественных наук признается установление интеллектуальных связей между понятиями и/или концепциями, которые воспринимались ранее не связанными.

3. Под научной идеей понимается обобщенный теоретический принцип, объясняющий сущность неизвестного ранее явления, свойства, закона (закономерности) или неизвестную интеллектуальную связь между понятиями и/или концепциями.

4. Научной гипотезой признается научно обоснованное предположение о неизвестном ранее явлении, свойстве, законе (закономерности) или о неизвестной интеллектуальной связи между понятиями и/или концепциями.

5. Диплом на научное открытие, свидетельство на научную гипотезу, свидетельство на научную идею выдается на имя автора и удостоверяет признание научного открытия (идеи, гипотезы), приоритет и авторство.

6. В случае соавторства диплом (свидетельство) выдается каждому из авторов с указанием в нем других соавторов.

7. В случае установления научного открытия (идеи, гипотезы) в организации при выполнении служебного задания по просьбе организации и с согласия авторов организации выдается свидетельство, удостоверяющее, что данное открытие (идея, гипотеза) установлено в этой организации.

8. Рассмотрение заявок на научные открытия, научные идеи, научные гипотезы осуществляется в порядке, предусмотренном «Положением о порядке представления, экспертизы материалов заявок и выдачи дипломов на научные открытия, идеи и гипотезы в Международную ассоциацию авторов научных открытий», опубликованным в Бюллетене ВАК Российской Федерации (1998. № 2. С. 43–46).

9. Заявка на научное открытие, научную идею, научную гипотезу подается в Международную академию авторов научных открытий и изобретений (МААНОиИ) самим автором (соавторами) или его наследниками, либо организацией или физическим лицом, которому это поручено автором (соавторами). Заявка может быть представлена непосредственно в президиум академии по адресу: 113105, Москва, Варшавское шоссе, д. 8.

Порядок оформления заявок на научные открытия (идеи, гипотезы)

1. Научные открытия (идеи, гипотезы), созданные в ходе выполнения запланированных НИР или в связи с выполнением служебных обязанностей или служебного задания и/или с использованием опыта и технических средств, подаются в МААНОиИ от авторов и оформляются авторами под методическим руководством патентно-лицензионного отдела.

2. Не отнесенные к перечисленным в п. 1 заявки на открытия (идеи, гипотезы) могут быть оформлены патентно-лицензионным отделом на условиях оказания платных услуг в соответствии с утвержденными тарифами и переданы автору для самостоятельного их отправления в МААНОиИ, и/или по доверенности сотрудник патентно-лицензионного отдела осуществляет делопроизводство по заявке на открытие.

3. Порядок оформления заявок на научные открытия (идеи, гипотезы) включает в указанной далее последовательности следующие обязательные этапы:

- предварительная экспертиза заявки на предполагаемое научное открытие (идею, гипотезу) в патентно-лицензионном отделе;
- обсуждение предполагаемого научного открытия (идеи, гипотезы) на профильной проблемной комиссии.

4. При наличии положительного заключения профильной проблемной комиссии, подтвержденного протоколом заседания, передача и регистрация материалов заявки в патентно-лицензионном отделе;

- оформление заявочных материалов на предполагаемое научное открытие (идею, гипотезу) в соответствии с требованиями, установленными в «Методическом пособии по подготовке и оформлению заявок на открытие» (Москва: Международная академия авторов научных открытий, 2001).

Предварительная экспертиза материалов в патентно-лицензионном отделе включает: определение правовой принадлежно-

сти объекта открытия, идентификацию объекта предполагаемого открытия – закон (закономерность), свойство, явление, научная гипотеза, научная идея, предварительное заключение о соответствии разработки требованиям, предъявляемым к данному объекту открытия, определение состава авторов и организации (й)-разработчика (ов) и определение их творческого вклада.

5. Обсуждение предполагаемого научного открытия (идеи, гипотезы) на заседании профильной проблемной комиссии проводится в течение 1 месяца после предварительной экспертизы заявочных материалов в патентно-лицензионном отделе. На заседании профильной проблемной комиссии в обязательном порядке должны присутствовать все авторы предполагаемого открытия и представитель патентно-лицензионного отдела. При выявлении комиссией недоказанности отдельных положений или наличия в материалах заявки белых пятен, требующих новых доказательств, комиссия принимает решение о необходимости их устранения, доработки материалов и/или проведения дополнительных исследований и повторного рассмотрения материалов с учетом полноты и достоверности ответов на сделанные замечания.

6. По результатам обсуждения предполагаемого открытия профильная проблемная комиссия принимает заключение, которое содержит следующее:

- тема НИР, к которой относится предполагаемое открытие (название, сроки выполнения), состав авторов (Ф.И.О., место работы, должность) и в чем выразилось творческое участие каждого из авторов в создании открытия;

- проверка сведений о приоритете научного открытия, его сущности и доказательства достоверности, научного и практического значения предполагаемого открытия;

- приводятся результаты голосования, дата и номер протокола заседания.

7. При наличии положительного заключения профильной проблемной комиссии заявочные материалы регистрируются в патентно-лицензионном отделе для их дальнейшего оформления.

8. В случае если заключение профильной проблемной комиссии содержит вывод об отсутствии предмета открытия уже после повторного их обсуждения, указываются причины, мотивы и приводятся ссылки, подтверждающие это заключение.

9. Заявка на предполагаемое открытие должна относиться к одному открытию и включать следующие документы в 2 экземплярах:

- заявление;

- описание;
- заключения компетентных лиц и организаций, составленные по схеме;
- заключение экспертной комиссии по вопросу возможности публикации открытия;
- документы, подтверждающие приоритет открытия;
- справку о творческом вкладе каждого из соавторов;
- аннотацию;
- документ, подтверждающий уплату стоимости экспертизы.

Документы заявки на патент на изобретение: правила составления, требования к оформлению, сроки рассмотрения.

Как известно, каждая инновация в сфере технологий помимо своего научного достижения обязана пройти специальную регистрационную процедуру, предусмотренную законодательством за закреплением права интеллектуальной собственности конкретному автору. Такие действия прежде всего должны соответствовать порядку, который обозначен в законах. Исключительно такие меры проведения регистрационного процесса должным образом закрепляют право новатора на его творение.

В современном мире такие действия имеют специальное название – патентирование, которое представляет собой систему шагов, обязательных к выполнению, для получения документального подтверждения государственного образца, что подтвердит право интеллектуальной собственности на результат труда.

Хотя такая процедура четко описана в законодательстве, людям, которые не имеют отношения к юриспруденции, довольно часто тяжело сориентироваться в некоторых положениях. Поэтому сегодня предлагаем вам рассмотреть вопрос о формировании пакета документов, необходимых для проведения патентования. Что именно будет нужно, как составлять заявление, что такое реферат и схема? На все эти вопросы вы можете найти ответ в следующих разделах.

Патент на изобретение

Итак, прежде всего попробуем определиться с самим термином «изобретение» и необходимостью его патентирования. С юридической точки зрения такое понятие рассматривают как право интеллектуальной собственности автора на созданный объект, который отличается мировой новизной.

При этом последний факт имеет решающее значение. Он обозначает уникальность такого творения, то есть его ранее отсутствие в

мире технологий. Создание такого рода новшества требует правильного закрепления на государственном уровне. То есть для того чтобы подтвердить свое право над новаторством, нужно пройти процесс патентирования.

Прежде чем оформить патент на изобретение, убедитесь в том, что ваше творение является именно изобретением. Так, в современной науке выделяют еще два понятия, которые достаточно близко граничат с предметом рассмотрения нашей темы. К ним относят промышленный образец и полезную модель. Оба явления имеют определенную сферу новаторства. Но если сравнивать их с изобретением, то стоит заметить, что такого рода технологии имеют характер усовершенствования, а не разработки полностью уникального предмета.

Так, промышленный образец – это авторское решение по переработке внутреннего строения ранее существующего предмета. То есть, здесь речь идет непосредственно о технических характеристиках и принципах работы механизма.

Если же говорить о полезной модели, то такое авторство регистрируется при изменении внешнего вида технологии. Работа проводится для смены дизайна, внесения каких-то новых визуально-наглядных элементов.

Поэтому для того чтобы решиться патентовать свое изобретение, выясните точно, что оно не является усовершенствованием ранее использованной технологии. Кроме того, важным аспектом станет поиск идентичного материала. Он предполагает собой ознакомление с изобретениями, которые ранее уже были запатентованы. Проще всего в таком случае воспользоваться электронной системой государственного образца, которая содержит информацию обо всех зарегистрированных правах.

Такой сервис является собой перечень технологий, где объясняются их внутренние и внешние характеристики, способы приспособления.

Как получить патент на изобретение

После того как будет проверено соответствие предмета разработки условиям уникальности, можно приступать к процессу патентования. Для этого необходимо осуществить несколько шагов. К ним относят:

- сбор документов;
- их подачу в соответствующий государственный орган;
- получение патента.

Каждый из таких этапов имеет немаловажное значение. Их последовательность тоже играет решающую роль. Невозможно поставить такие шаги в ином порядке, поскольку утратится весь смысл регистрационного процесса.

Важно также понимать, что процедуру патентирования осуществляет исключительно одна государственная инстанция. Ни один другой субъект не имеет права на такого рода действия. На сегодняшний день в России за выдачу патентов отвечает подразделение права интеллектуальной собственности – Роспатент. Это специализированный орган, который наделен государством правами на проведение регистрационного процесса изобретений, промышленных образцов и полезных моделей. Только Роспатент имеет право выдавать патенты.

Следует заметить и то, что для удобства обращения граждан подразделение по правам интеллектуальной собственности имеет широкую систему отделений. Они закрепляются по территориальному принципу. То есть, в зависимости от административного деления по всей территории Российской Федерации располагаются представительства Роспатента.

Заявка на патент на изобретение

Наверное, самым главным в оформлении права интеллектуальной собственности на изобретение является формирование заявки. Прежде всего рассмотрим, что же она собою представляет. Патентная заявка – это совокупность документов, которые определены государством как обязательные. На ее основании открывается дело о начале регистрации права на изобретение, проводится анализ необходимых материалов и вносятся все ведомости в единые базы данных государственного уровня.

На сегодняшний день в такой комплекс входят следующие документы:

- специальное заявление государственного образца;
- описание предмета права интеллектуальной собственности;
- формула изобретения, которая раскрывает суть инновации;
- схематическое изображение внутреннего и внешнего строения изобретения;
- реферат, поясняющий суть инновации.

Отдельно можно подавать еще и заявление на возможность использования предмета права интеллектуальной собственности как

объекта отчуждения. То есть такой документ позволит продавать свое изобретение в дальнейшем.

Первые пять документов являются обязательными. Их в любом случае необходимо представить государственному регистратору, поскольку отсутствие хотя бы одного из них послужит причиной в отказе патентования. Если же говорить о последнем заявлении, то его подача зависит от собственного решения автора. В законах такой документ не предусмотрен как обязательный. Также, помимо того, что весь перечень представляется в печатном виде, необходимо подавать еще и электронную копию всех документов. При этом нужно иметь подтверждение идентичности бумажного и электронного варианта.

Все документы, кроме заявления, могут создаваться на иностранных языках. Но стоит понимать, что для принятия их государственным регистратором необходимо будет приложить их официальный перевод в письменном виде.

Кроме того, существует еще и перечень вспомогательных документов, которые сами по себе не объясняют сущность или строение изобретения. К ним относят:

- документ, подтверждающий оплату налогообложения за осуществление регистрационных действий государственным органом;
- документ, подтверждающий уплату налога в меньшем размере, или освобождение от уплаты.

Кроме того, существует специальная инструкция, которая детально регламентирует все положения по поводу составления заявки патентного образца для регистрации изобретения.

Далее рассмотрим каждую составляющую заявки отдельно.

Заявление на патент изобретения

Это один из обязательных документов на регистрацию права интеллектуальной собственности.

Каждый автор обязан представить его в правильной форме и со всей нужной информацией.

Заявление имеет специальную форму, которая разработана государственными органами. Она является обязательной по всей территории России. Составление заявления вручную по собственному образцу станет причиной отказа в проведении патентования.

Поэтому прежде всего каждому автору изобретения необходимо найти бланк такого документа.

Взять его можно непосредственно в самом отделении органа по правам интеллектуальной собственности. Кроме того, все мы пользователи информационно-коммуникационных технологий. Поэтому, дабы избежать от похода в Роспатент, можно воспользоваться электронными ресурсами.

Найти заявление можно на официальном сайте Роспатента.

Информация вносится в предложенные графы заявления. При этом, если существует необходимость указать кое-какие данные, а места в документе специально не отведено, можно воспользоваться приложениями, наличие которых нужно обязательно указать в заявлении.

Верхние специально отведенные места для проставления даты заявителем не заполняются.

Соответствующие отметки ставит непосредственно сам государственный орган при начале рассмотрения дела о патентовании.

Кроме того, очень важно понимать разницу между автором и заявителем, поскольку в заявлении необходимо указать и того, и другого. Так, автор – это непосредственно сам разработчик изобретения, лицо, которое претендует на получение права интеллектуальной собственности. К тому же авторов может быть несколько, ведь достаточно много разработок создается совместной работой нескольких людей. Заявитель – это лицо, которое непосредственно представляет саму заявку в орган по вопросам прав интеллектуальной собственности. Им может быть как автор, так и третье лицо, которое действует от имени создателя на основе доверенности. Заявитель может быть только один.

При этом, если эти два лица представляются разными людьми, то подписывать заявление необходимо им обоим.

Заполнять форму необходимо аккуратно и внимательно. Если в документе будут иметься исправления, то государственный орган откажет вам в его принятии. Поэтому перечеркивать и исправлять информацию в заявлении не допускается.

Заполняется такой документ при помощи черной ручки. Все данные вписываются печатным шрифтом и заглавными буквами. Проще всего вносить информацию на компьютере и потом распечатывать. Но заполнение от руки не запрещается, поэтому выбирайте то, что более удобно вам.

Описание предмета права интеллектуальной собственности

Документы на патент на изобретение включают в себя специальное описание. Оно представляет собой объяснение сути изобретения, которое должно в полной мере раскрыть особенности и принципы работы технологии. Такие пояснения в обязательном порядке должны быть понятными для специалиста в сфере, в которой планируется использование такого изобретения.

Само описание можно поделить на несколько разделов, где будет представляться информация:

- о разделе технологии, к которой относится предмет изобретения;
- уровне технологии;
- самой сути нововведения;
- перечне схем и чертежей, если такие имеются в заявке;
- данные, которые подтверждают возможность использования изобретения в жизни.

Такая информация не может иметь отсылочный характер. То есть нельзя ссылаться на литературные источники, ранее запатентованные модели. Все данные должны быть полными и логично изложенными.

Формула изобретения, которая раскрывает суть инновации.

Данное приложение служит показчиком, на основе которого государственным органом определяется уровень правовой охраны изобретения. Формула должна выражать суть самого предмета инновации.

Это краткое изложение описания, о котором говорилось выше. То есть основным условием ее составления становится лаконичность и точность.

Такая формула может выражаться в двух формах:

- однозвенная;
- содержащая два и больше звеньев.

Первый вариант применяется при описании единого изобретения, не имея при этом пояснений по применению в частных случаях. Два и более пункта обозначают характеристику предмета со всей совокупностью его составляющих. Но при этом такое пояснение касается тоже единственного изобретения.

Основным требованием к составлению формулы является необходимость указания тех частей, в которых предмет имеет наиболь-

шую схожесть с аналогами, и те моменты, которые считают отличительными.

Схематическое изображение внутреннего и внешнего строения изобретения

Такие документы, как правило, представляют собой чертежи или схемы. Как уже говорилось, их наличие должно быть указано в обязательном порядке в описании.

Создание схематического изображения предоставляет государственному регистратору возможность ознакомиться с внутренним строением изобретения. Это помогает определить уникальность.

Наглядное ознакомление с принципом работы предмета права интеллектуальной собственности становится одним из факторов, которые влияют на определение уровня правовой защиты патентованного изобретения.

Основное задание таких документов состоит в доказательстве уникальности авторского творения. То есть, изображая изобретение схематично, раскрывается его сущность и мировая новизна, которая в таком виде более заметна.

Реферат, поясняющий суть инновации

Еще одним из основных документов является реферат. Он представляет собой не структурированное изложение информации, как мы привыкли. Это достаточно краткое описание сути предмета изобретения, его принципа работы и сферы использования.

При этом стоит учесть, что законодательством рекомендуется не превышать тысячи печатных знаков.

То есть, составляя такой документ, необходимо лаконично выкладывать всю информацию. Такой порядок обеспечивает краткое ознакомление с основными нюансами разработки.

Второстепенный перечень документов

Как мы уже говорили, к ним относят документ об оплате налогообложения и, при наличии льгот, свидетельство о предоставлении права на использование упрощения уплаты государственной пошлины за осуществление регистрационных действий.

Прежде всего стоит заметить, что патентование – это довольно сложный процесс, который требует определенных затрат государст-

вом. Для того чтобы компенсировать такие расходы, с каждого лица, которое подает заявку на патентование, взимается государственная пошлина. Без этого факта ни одно отделение права интеллектуальной собственности не примет у вас документы на проведение регистрационного процесса. Поэтому после того как будут собраны все необходимые документы, отправляйтесь в банковское отделение для уплаты государственной пошлины.

На сегодняшний день существует несколько услуг, которые нужно будет оплатить. Прежде всего, это непосредственно само принятие экспертизы. Размер налогообложения по этому пункту составляет 1 650 рублей. Кроме того, в таком случае нужно будет оплатить и проведение формальной экспертизы. В данном случае размер зависит от количества пунктов, указанных в описании изобретения. За каждый из них нужно будет отдать по 250 рублей.

После того как будет принято положительное решение в первоначальной экспертизе, заявка принимается на рассмотрение и проведение рассмотрения уникальности по сути. За проведение такого рода экспертизы нужно уплатить налог в размере 2 450 рублей. Кроме того, за каждый отдельный пункт, который указан в формуле, нужно будет добавить еще по 1 950–3 400 рублей, в зависимости от его независимости.

Осуществить уплату налогообложения можно в любом банке. Законодательством не предусмотрено каких-то специальных привязок в этом случае. Самое главное – узнать реквизиты, по которым необходимо проводить платеж. Для этого можно обратиться непосредственно в само отделение государственного органа по правам интеллектуальной собственности или найти его данные в сети Интернет. Обязательно оплачивайте на счет того органа, в который будете подавать заявку.

Кроме того, еще одним важным моментом в этом разделе является то, что квитанция должна быть на имя того лица, которое подает документы. То есть если автор оплатит налог, а в Роспатент отправится доверенное лицо, заявку не примут. Имя заявителя и лица, осуществившего налогообложение, должны совпадать.

Если у лица имеются льготы, предусмотренные законодательством, которые позволяют ему уменьшить размер налога или полно-

стью избавиться от его уплаты, обязательно необходимо представить их копии.

Форма подачи заявки

После того как будет сформирован весь пакет документов, необходимо их правильно подать. Прежде всего, если вы пользуетесь услугами третьего лица, то к основному перечню документов необходимо приложить доверенность. При этом в ней обязательно должны обозначаться:

- имена сторон;
- точное указание на право третьего лица представлять интересы автора в государственных органах;
- пункт о праве подачи заявки на патент на регистрацию изобретения;
- дата составления и срок действия.

Важно отметить, что такого рода доверенность не может иметь срок действия, который превышает три года. Если этот факт нарушается, государственный орган попросту откажет в приеме заявки.

Существует несколько способов подачи. Наиболее распространенный из них на сегодняшний день – личное посещение Роспатента и передача всего пакета документов государственному регистратору. В рабочее время заявитель идет в соответствующий орган и на основании паспорта и при необходимости доверенности представляет заявку регистратору. Тот проводит начальный анализ и либо принимает документы, либо отказывает в регистрации.

Вторая форма – отправка по почте. Довольно многие лица пользуются этим способом. В таком случае нужно посетить любое почтовое отделение и заказным письмом отправить заявку по адресу государственного органа по правам интеллектуальной собственности. Главное, не забыть составить опись вложенного в конверт.

Также в эру цифровых технологий можно воспользоваться электронным отправлением. В таком случае на специальном сайте государственного органа размещена система, которая проводит передачу заявки от автора к Роспатенту. Но в этом случае, кроме всех ранее перечисленных документов, нужно иметь электронную подпись. Ее необходимо приобрести в специальных лицензированных компаниях.

Ну и последний вариант – факс. Сейчас мало кто им пользуется, но все же такая возможность существует. В таком случае заявка факсовым отправлением представляется органу регистрации. Но после того заявитель имеет ровно месяц, чтобы представить оригиналы документов, иначе весь процесс остановится и ни о каком патентовании не может быть и речи.

Контрольные вопросы

1. С помощью каких документов закрепляется авторское право на открытие?
2. Какой основной документ устанавливает права собственности на изобретение?
3. Перечислите документы заявок на открытие и изобретение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современной России уделяется большое внимание разработке, обоснованию и эффективности реализации единой научно-технической политики, обеспечивающей прогресс во всех сферах социальной, экономической и политической жизни страны.

Накопление нового материала, неподдающегося объяснению на основе существующих схем, заставляет искать новые пути, что приводит время от времени к научным революциям, т. е. радикальной смене основных компонентов содержательной структуры науки, внедрению новых принципов познания, категорий и методов.

Длительный опыт многих ведущих вузов страны показал, что одним из эффективных способов получения высококвалифицированных специалистов является привлечение студентов к научно-исследовательской работе в период обучения, что в свою очередь будет требовать от них не только применения полученных ранее знаний, но и необходимости их углубления и практического закрепления.

В связи с этим учебное пособие охватывает вопросы, которые помогут специалисту с большей подготовкой участвовать в исследованиях, правильно организовать свое рабочее время в процессе поиска решения поставленной перед ним творческой задачи.

В заключение можно добавить, что освоение теоретических сведений, содержащихся в предлагаемом учебном пособии, даст желаемый высокий эффект только при условии закрепления теоретических знаний практическими.

ТЕСТЫ

35.03.06 «Агроинженерия» (бакалавры)

Компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-3

Тестовые задания для контроля

ПК-1. Способен проводить научные исследования по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы

Структура современной науки состоит из фундаментальных и _____ исследований.

Укажите правильно объекты исследований:

1. Эмпирические.
2. Прикладные.
3. Теоретические.
4. Моделируемые.

Укажите правильно эмпирические объекты исследований:

1. Натурные.
2. Модели.
3. Искусственные.
4. Естественные.

Дополните: наблюдение – метод исследования объективной действительности в том виде, в каком эта действительность _____.

Дополните: эксперимент – это метод изучения объекта исследования в точно учитываемых условиях, задаваемых _____.

Дополните: различают качественное и _____ исследования.

Укажите виды эмпирических исследований и наблюдений:

1. Непосредственное.
2. Опосредованное.
3. Модельное.
4. Натурное.
5. Естественное.

По взаимоотношению между исследователем и изучаемым объектом различают непосредственные, опосредованные и _____ эмпирические исследования.

Непосредственное эмпирическое исследование или наблюдение – это исследование объекта без применения специальных научных _____.

Опосредованное эмпирическое исследование – это исследование объекта с использованием специальных _____.

Модельное эмпирическое исследование – это исследование объекта с помощью его _____.

Укажите правильно: гипотеза – это метод научного познания, в основе которого лежит:

1. Мышление.
2. Предположение.
3. Умозаключение.

Дополните: гипотеза – это метод научного познания, в основе которого лежит _____.

Анализ – это метод исследования, заключающийся в том, что предмет изучения мысленно или практически расчленяется на _____.

Дополните: Синтез – метод исследования, позволяющий осуществить соединение элементов объекта, расчлененного в процессе анализа, устанавливать связь между элементами и познавать объекты как _____.

Моделирование – метод научного познания, заключающийся в замене изученного предмета или явления на его специально устроенный аналог или _____.

Теория – метод научного познания, представляющий собой взаимосвязанную систему знаний о некоторой области реальности и вскрывающий основные закономерности ее _____.

Укажите, на какие вопросы отвечает программа экспериментальных исследований:

1. Что исследует.
2. Что должно быть достигнуто.
3. В какие сроки и кем.
4. Ожидаемые научные результаты исследований.
5. Экономическая эффективность исследований.

За что отвечает методика экспериментальных исследований:

1. Как, какими средствами, приемами и способами проводится изучение объектов исследования.
2. Что исследуется, что должно быть достигнуто, в какие сроки и кем.

Укажите правильно возможности экспериментальных исследований:

1. Исключают влияние побочных факторов.
2. Возможность введения новых факторов.
3. Воспроизводят исследуемое явление многократно.
4. Изучают свойства явлений, не существующих в природе.
5. Создают новые искусственные объекты.
6. Изучают свойства предметов в критических условиях.

Расставьте в правильной последовательности стадии организации эксперимента:

1. Постановка задачи и выбор объекта исследований.
2. Выдвижение гипотезы.
3. Подготовка материальной базы.
4. Наблюдение явлений при эксперименте и описание их.
5. Выбор оптимального пути эксперимента.
6. Анализ и обобщение полученных результатов.

Методика исследований – это совокупность способов и приемов исследования, при помощи которых разрабатывается _____ об исследуемом объекте.

Общая методика экспериментальных исследований содержит совокупность _____, которыми необходимо руководствоваться при разработке научной проблемы.

Частные методики исследований включают в себя комплекс операций для выявления _____, которые характеризуют поведение конкретного предмета исследования.

Укажите правильно, что должен включать анализ состояния вопроса по научной теме:

1. Анализ известных данных по теме.
2. Методы исследований.
3. Объекты исследований.
4. Историю исследований в данном направлении.
5. Предполагаемый конечный результат исследований.

Укажите правильно способы познания физической сути объекта исследований:

1. Решение уравнений согласно математической модели объекта.
2. Способ проб и ошибок.
3. Выдвижение рабочей гипотезы и ее проверка.
4. Формальный подход к решению проблемы.

Для составления рабочей гипотезы необходимо изучить:

1. Литературные данные по теме.
2. Производственные результаты исследований.
3. Экспериментальные результаты исследований.
4. Факторы, воздействующие на предмет исследований.

Методика – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель _____.

Назовите наиболее полную классификацию экспериментов по способу формирования условий:

1. Естественные.
2. Искусственные.
3. Натуральные.

Назовите наиболее полную классификацию экспериментов по целям исследований:

1. Констатирующие.
2. Преобразовывающие.
3. Контролирующие.
4. Поисковые.
5. Решающие.
6. Заключительные.

ПК-2. Способен использовать результаты интеллектуальной деятельности с учетом нормативного правового регулирования в сфере интеллектуальной собственности

К техническим объектам можно отнести:

1. Машины.
2. Аппараты.
3. Приборы.
4. Ручные орудия труда
5. Одежда.
6. Здания.
7. Элемент машины.
8. Технологическая линия, цех, завод.

Техническим объектом называется созданное человеком или автоматом реально существующее _____, предназначенное для удовлетворения определенной потребности.

Назовите наиболее полно, что входит в описания ТО:

1. Потребность или функция ТО.
2. Техническая функция.
3. Функциональная структура.
4. Физический принцип действия.
5. Техническое решение, проект.

Дополните: потребность или функция ТО – общепринятое и краткое описание назначения ТО и цели его _____.

Описание потребности или функции ТО должно включать:

1. Необходимое действие.
2. Объект, на который направлено это действие.
3. Особые условия и ограничения.
4. Функциональные возможности ТО.

Описание технической функции ТО должно содержать следующую информацию:

1. Потребность, которую может удовлетворять ТО.
2. Физическая операция, с помощью которой реализуются потребности.
3. Условия реализации потребности.

Функциональная структура ТО – это наличие _____, выполняющих определенную функцию и реализующих определенную физическую операцию.

Описание физического принципа действия ТО содержит:

1. Изображение принципиальной схемы ТО, в которой в упрощенной форме показаны основные конструктивные элементы.
2. Описание принципа действия всех конструктивных элементов ТО.

Техническое решение представляет собой конструктивное оформление _____ принципа действия или функциональной структуры ТО.

Укажите правильно отличия проекта от технического решения:

1. В проекте указываются значения параметров ТО и всех его элементов.
2. Проект содержит всю необходимую информацию для изготовления и эксплуатации ТО.
3. В проекте представлены механизмы реализации проектных решений.

Под проектом подразумеваются _____ и конструкторская документация.

Назовите правильную последовательность решения задач в процессе конструирования ТО:

1. Выбор физической операции, которую должен выполнять ТО.
2. Составление описания потребности.
3. Выбор физического принципа действия.
4. Выбор функциональной структуры.
5. Выбор технического решения.
6. Выбор параметров ТО и его элементов.

Укажите правильно, на какие вопросы отвечает модель ТО:

1. Соответствует ли рассматриваемый ТО или его описание какому-либо требованию.
2. Будут ли соответствовать параметры модели ТО и его реального действующего образца.
3. Какой из двух вариантов ТО лучше по данному показателю количества.

Укажите правильно типы моделей ТО:

1. Мысленные модели.
2. Действующие модели.
3. Математические модели.
4. Физические модели.
5. Искусственные модели.

Назовите правильно группы критериев развития ТО:

1. Функциональные критерии.
2. Критерии развития.
3. Технологические критерии.
4. Экономические критерии.
5. Антропологические критерии.

Уточненная постановка задачи инженерного исследования должна включать следующие операции:

1. Анализ функций прототипа.
2. Анализ функций вышестоящего по своему назначению ТО.
3. Выявление причин возникновения недостатков.
4. Уточнение списка прототипов и формирование технического решения.
5. Улучшение других показателей ТО.
6. Выявление и анализ противоречий развития ТО.

Изобретением признается новое и обладающее существенными отличиями _____ задачи в любой области техники, экономики, строительства и т. д., дающее положительный эффект.

Изобретение признается обладающим существенными отличиями, если по сравнению с решениями, известными ранее в науке и техники, оно характеризуется новой совокупностью _____.

Укажите точно, что может являться объектом изобретений:

1. Устройство.
2. Способ.
3. Вещество.
4. Проект здания.
5. Штамм микроорганизмов.
6. Схемы территории.
7. Применение ранее известных устройств, способов, веществ по новому назначению.

Укажите правильно, что не признается изобретением:

1. Методы и системы организации и управления экономики.
2. Вещество.
3. Условные обозначения, расписания, правила.
4. Способ.
5. Проекты и схемы планировки сооружений, зданий и территории.
6. Методы и системы воспитания, преподавания, обучения.
7. Предположения, касающиеся внешнего вида изделий.

Документ, в настоящее время закрепляющий авторство изобретения:

1. Авторское свидетельство.
2. Патент.
3. Диплом на изобретение.

Установите соответствие в сроках действия патента:

Изобретение

match: 20 лет

Полезная модель

match: 10 лет

Промышленный образец

match: 15 лет

Изобретение называется _____, если оно является усовершенствованием другого изобретения, на которое ранее был получен патент.

Назовите наиболее полно, что является объектом промышленной собственности:

1. Изобретение.
2. Полезные модели.
3. Товарные знаки.
4. Промышленные образы.
5. Знаки обслуживания.
6. Фирменные наименования.
7. Указание

на источники происхождения. 8. Наименование места происхождения. 9. Пресечение недобросовестной конкуренции.

Вопросы охраны промышленной собственности в России регулирует _____ по патентам и товарным знакам.

Основным документом, который регламентирует патентную деятельность, является _____.

Рационализаторским предложением признается _____, являющееся новым и полезным для предприятия, организации или учреждения, которому оно подано.

Укажите правильно, куда подается заявление на рационализаторское предложение:

1. В патентное ведомство.
2. В отраслевое министерство.
3. Тому предприятию, к деятельности которого оно относится.

Для чего проводятся патентные исследования:

1. Оценка патентной чистоты и патентоспособности технических решений.
2. Установление возможности признания технического решения изобретением.
3. Оценка экономической эффективности внедрения принятого технического решения.

Патентная чистота – свойство объекта не нарушать действующий на территории конкретной страны в течение определенного срока _____.

ПК-3. Способен участвовать в испытаниях сельскохозяйственной техники по стандартным методикам

Назовите наиболее полно классификацию экспериментов по организации проведения:

1. Лабораторные.
2. Натурные.
3. Полевые.
4. Производственные
5. Искусственные

Методы обработки опытных данных в значительной степени определяются тем, в какой форме они получены, а также _____, для решения которой они необходимы.

Задача _____ опытных данных – выделение из них полезной информации и представление ее в виде, удобном для анализа, теоретических обобщений и принятия _____.

Назовите правильно: обработку опытных данных условно можно разделить на следующие этапы:

1. Подготовка к работе, оценка полученной информации, подготовка первичной документации к обработке, разработка форм, таблиц и графиков, организационная подготовка.

2. Обработка, определение оценок измеренных величин и построение экспериментальных зависимостей, предусмотренных программой и методикой.

3. Обработка в процессе анализа экспериментальных зависимостей, определяемых методами этого анализа, выполняется на персональном компьютере.

Методы обработки и анализа экспериментальных данных:

1. Метод математической статистики.
2. Графический.
3. Аналитический.
4. Табличный.

Преимущество табличного сглаживания перед графическим – возможность использования компьютерных технологий с определением степени приближения к _____ зависимости.

Общей формой при обработке результатов опытов являются _____.

При подготовке к расчету средних значений и стандартов представляют таблицы _____ обработки.

Для установления количественной зависимости между изучаемыми признаками совокупности используют _____ анализ.

Графическое сглаживание представляет собой проведение с помощью линейки, лекал плавной линии по _____ данным.

Для того чтобы из таблицы можно выявить закономерность, необходимо экспериментальные данные в ней _____.

К параметрическим критериям оценки совместимости опытных и теоретических данных относятся: 1–3

1. Критерий Пирсона.
2. Критерий Стьюдента.
3. Критерий Фишера.
4. Оценочный критерий.

Основной формой представления результатов научных исследований являются _____ о научно-исследовательской работе (НИР) и _____.

В теоретической статье освещаются результаты теоретических исследований, заключающихся в выявлении закономерностей, присущих изучаемому объекту, и разработке научных _____.

Законченными НИР в ОКР признаются опытные образцы и макеты механизмов, рабочих органов машин и оборудования, проектно-технологические решения, воплощенные в проектах и в _____.

При оценке законченных НИР отмечается научная и практическая ценность работы, конкретные возможности _____ и _____ результатов в производстве.

Целесообразность внедрения полученных научных результатов обосновывается полученным конкретным экономическим эффектом или производственной проверкой, а также расчетными показателями возможного _____ эффекта в сельскохозяйственном _____ при максимальном масштабе использования результатов работы.

В качестве показателей экономической эффективности научных разработок могут быть и такие, как повышение производительности труда, снижение себестоимости, снижение удельных показателей материало- и энергоемкости, снижение потерь основной продукции, срок _____ капитальных вложений, социальные – улучшение условий труда, снижение вредного воздействия на _____ среду и др.

Научно-методическая статья содержит описание _____ конкретного научного исследования.

Научно-техническая статья содержит изложение основных данных о результатах и выводах полученных в результате исследований _____ разработок.

Отчет о НИР является научно-техническим _____, который содержит исчерпывающие систематизированные сведения о выполненной работе (ее этапе).

Законченные разработки, если доказана их _____ эффективность, необходимо внедрять в сельскохозяйственное производство.

Научный доклад – _____ документ, содержащий изложение результатов НИР и ОКР, опубликованных в печати или прочитанных в аудитории.

Отчет о НИР составляется _____ работы, рассматривается и утверждается в установленном порядке.

Статья – _____, публицистическое сочинение, небольшого размера в сборнике, журнале, газете, книге.

Перечислите основные требования к отчету о НИР:

1. Четкость и логическая последовательность изложения материала.
2. Убедительность аргументации.
3. Краткость и точность формулировок, исключающих возможность неоднозначного толкования.
4. Конкретность изложения результатов работы.
5. Обоснованность рекомендаций и предложений.
6. Перечень исполнителей.

Установите соответствие:

1. Краткое изложение содержания книги, статьи, доклада называется.....
2. Положения, кратко излагающие какую-либо идею, а также одну из основных мыслей лекции, доклада или сообщения, называются.....

Match: Реферат

Match: Тезисы

В зависимости от материала статьи бывают:

1. Дискуссионные.
2. Научно-методические.
3. Научно-технические.
4. Научные.
5. Теоретические.
6. Практические.

Аннотация – _____ изложение содержания книги, статьи, доклада.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дрещинский, В.А. Методология научных исследований: учебник для бакалавриата и магистратуры / В.А. Дрещинский. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва: Юрайт, 2019. – 274 с. – ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/438362>.
2. Кошурников, А.Ф. Основы научных исследований: учебное пособие / А.Ф. Кошурников. – Пермь: Прокрость, 2014. – 317 с.
3. Муштаев, В.И. Основы инженерного творчества / В.И. Муштаев, В.Е. Токарев. – Москва: Дрофа, 2005.
4. Основы научных исследований и патентования / В.В. Коптелов [и др.]. – Москва: Колос, 2000.
5. Половинкин, А.И. Основы инженерного творчества / А.И. Половинкин. – Москва: Машиностроение, 2007.
6. Соснин, Э.А. Патентование: учебник и практикум для бакалавриата, специалитета и магистратуры / Э.А. Соснин, В.Ф. Канер. – Москва: Юрайт, 2019. – 384 с.
7. Суздальцев, А.И. Основы инженерного творчества и патентования: учебное пособие для вузов: в 2 частях. Ч. 1. Основы инженерного творчества / А.И. Суздальцев. – Орел: Орел ГТУ, 2009. – 311 с.

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Курс лекций

Журавлев Сергей Юрьевич

Редактор И.В. Пантелеева

Электронное издание

Подписано в свет 01.03.2023. Регистрационный номер 93
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru