Практическое занятие ПЗ-7

**Тема: Методики экспериментальных исследований**

Объекты исследований по любому из направлений исследований, как правило, сложны и связаны со значительным количеством как управляемых, так и неуправляемых (независимых) факторов. На параметры их состояния могут существенно влиять элементы случайностей, имеющих сложную природу происхождения. Для установления закономерностей функционирования этих объектов в реальных условиях одних теоретических исследований недостаточно, так как аналитически описать изучаемый объект с достаточной точностью не всегда представляется возможным. Такие объекты характерны практически всем направлениям прикладных исследований, как в технологии, так и в технике, и в области естественных наук. Экспериментальные данные могут быть использованы для проверки и уточнения рабочих гипотез, а также обоснования направления исследований в соответствующей области. Эффективность исследований в целом повышается, если теоретические предпосылки уточняются опытным путем, а экспериментальные данные анализируются и обобщаются на базе теоретических положений соответствующих отраслей наук.

*Экспериментальные исследования* заключаются в целенаправленном воздействии на объект в заданных контролируемых условиях, позволяющих следить за ходом его проведения с точным фиксированием значений заранее намеченных параметров исследуемого объекта с требуемой надежностью и точностью и воссоздать его каждый раз по мере необходимости при повторении тех же условий его проведения. При этом как условия, так и параметры исследуемого объекта (параметры рабочих органов машин и оборудования, отдельных операций технологических процессов, характеристики явлений и т.д.) могут меняться в заранее заданных интервалах варьирования.

В зависимости от особенностей объекта и поставленных целей экспериментальные исследования могут проводится в различных условиях. При этом различают лабораторные, лабораторно-полевые, заводские и т.д.

Для получения надежных и достоверных результатов экспериментальных исследований необходимо осуществить:

* анализ характеристик исследуемого объекта во всем многообразии свойств, предусмотренных целью проведения диссертационного исследования, на основе имеющихся сведений, полученных другими исследователями и опубликованных в источниках информации;
* разработку программы экспериментальных исследований;
* обоснование выбора количественных параметров (критериев или измеряемых величин) оценки свойств объекта, выбрать их размерности и способы измерения в ходе эксперимента;
* определение всех факторов, влияющих на выбранные на основе поисковых исследований (если в этом есть необходимость) для наблюдения параметры рассматриваемого объекта в условиях протекания изучаемых явлений и процессов;
* рассмотрение причинно-следственных связей между параметрами оценки свойств объекта и выявленными факторами;
* ранжирование факторов по степени их влияния на параметры (критерии) оценки свойств объекта и выделение из них основных (доминирующих);
* определение рациональных интервалов варьирования выделенных факторов для установления соответствующих закономерностей, предусмотренных программой исследований по диссертации;
* фиксирование остальных факторов на определенных (возможно, лучших) уровнях варьирования;
* разработка конструктивно-технологических схем опытно-экспериментальных установок или стендов, обеспечивающих реализацию намеченной программы исследований;
* изучение возможностей моделирования объекта;
* подбор соответствующей существующей или разработка новой измерительной аппаратуры, фиксирующей во время проведения экспериментов измеряемые величины через исполнительные органы (датчики, усилители, компьютеры и т.д.);
* разработка методики тарировки выбранных средств измерения, их установки для надежного измерения или регистрации контролируемых величин;
* разработка методики обработки первичной документации, в том числе журналов наблюдений, протоколов или актов исследований, с обеспечением требований надежности, точности и достоверности результатов эксперимента.

При исследовании сложных систем часто возникают ситуации, когда однозначно нельзя выделить и изолированно изучить отдельные явления или процессы. В этом случае в экспериментальном исследовании объекта используют построение математических моделей, которые с соответствующей степенью достоверности описывают реальный изучаемый объект. При этом точное понятие «закон» или «закономерность» заменяется более приблизительным и абстрактным понятием «модель», которое носит элемент многозначности и какой-то неопределенности, однако практически более понятный и удобный в применении.

Безусловно, здесь нет противоречий, если эта модель описывает объект исследований с требуемой надежностью и точностью оценочных параметров. Как и в случае теоретических исследований, при построении моделей в эксперименте одни и те же системы и процессы могут быть описаны разными моделями и с различной точностью – в зависимости от конкретных условий.

Иногда при обработке данных эксперимента ставится задача оптимизации параметров объекта по каким-то количественным или качественным критериям. С этой целью применяются известные методики, соответствующая программа и технические средства обработки данных. Достоверность того, что параметры оптимизации действительно позволяют оптимизировать свойство объекта, должна быть подтверждена прямым экспериментом, условия проведения которого соответствуют оптимизированным параметрам. Лишь в этом случае можно говорить о достоверности полученных практических выводов и рекомендаций.

В прикладных работах, особенно технического профиля, заключительным этапом является проведение испытаний исследуемого объекта в условиях производства.

*Испытание* - это разновидность научных экспериментальных исследований, при которых исследуемый объект подвергается оценке в производственных условиях, для работы в которых он собственно и предназначен. При испытаниях не изменяют параметров его эксплуатации, кроме тех, которые предусмотрены соответствующими требованиями инструкций по эксплуатации и техническому обслуживанию в виде отдельных регулировок механизмов. Цель таких испытаний состоит в определении соответствия данного объекта исследования тем производственным требованиям, которые были первоначально поставлены перед исследователями (разработчиками).

Государственными нормативными документами сегодня предусматривается проведение почти 40 различных видов испытаний. Основными из них являются следующие:

* предварительные заводские или полевые испытания опытного образца;
* приемочные испытания доработанных образцов или опытных партий (установочной серии);
* контрольные испытания при массовом производстве машин;
* испытания образцов после капитального ремонта.

Первые два вида испытаний применяются на стадии проектирования, научных исследований и доработки новых конструкций машин и оборудования до их работоспособного состояния. С их помощью оценивается эффективность идей, технологических и технических решений, обоснованность выбора величины отдельных параметров, конструктивно-технологических и компоновочных схем, заложенных в такие машины и оборудование, степень обоснованности и оптимальности базовых (основных) величин параметров. При этом выявляются ошибки, допущенные при проектировании, уточняются параметры основных элементов исследуемого объекта, возможные отклонения, надежность работы в производственных условиях и дается вывод о перспективности дальнейшего использования его по основному назначению.

Особое значение имеет правильная разработка методики экспериментальных исследований.

*Методики экспериментальных исследований* – это совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель исследования.

Она должна включать следующие составные элементы:

– проведение предварительного целенаправленного наблюдения над изучаемым объектом или явлением с целью определения исходных данных (гипотез, выбора варьируемых факторов);

– создание условий, при которых возможно экспериментирование (подбор объектов для экспериментального воздействия, устранение влияния случайных факторов);

– определение пределов измерений;

– систематическое наблюдение за ходом развития изучаемого явления в процессе эксперимента и точные описания фактов;

– проведение систематической регистрации измеряемых величин различными средствами и способами;

– создание повторяющихся ситуаций, изменение характера условий и перекрестные воздействия, создание усложненных ситуаций с целью подтверждения или опровержения ранее полученных данных;

– переход от эмпирического изучения к логическим обобщениям, к анализу и теоретической обработке полученного фактического материала.

Важным этапом подготовки к эксперименту является определение его целей и задач. Объем и трудоемкость исследований зависят от степени точности принятых средств измерений и глубины теоретических разработок. Чем чётче сформулирована теоретическая часть исследования, тем меньше объем эксперимента. Количество задач для конкретного эксперимента не должно быть слишком большим (как правило 3 – 4, максимально до 10).

Чтобы перед экспериментом выбрать варьируемые факторы, то есть установить основные и второстепенные характеристики, влияющие на исследуемый процесс, необходимо проанализировать расчетные (теоретические) схемы процесса. При этом используется метод ранжирования. Основным принципом установления степени важности характеристики является ее роль в исследуемом процессе. Для этого процесс изучается в зависимости от какой-то одной переменной при остальных постоянных. Такой принцип проведения эксперимента оправдывает себя лишь в тех случаях, когда таких характеристик не более трех. Если же переменных величин много, целесообразен принцип многофакторного анализа.

При регистрации величин в ходе одного и того же процесса повторные отсчеты на приборах, как правило, неодинаковы. Отклонения объясняются различными причинами – неоднородностью свойств изучаемого тела, погрешностью приборов, субъективными особенностями экспериментатора и др. Чем больше случайных факторов, влияющих на опыт, тем больше расхождения значений, получаемых при измерениях. Это ведет к необходимости повторных измерений. Установление потребного минимального количества измерений имеет большое значение, поскольку дает возможность получения наиболее объективных результатов при минимальных затратах времени и средств. Оно должно обеспечить устойчивое среднее значение измеряемой величины, удовлетворяющее заданной степени точности.

Чтобы обосновать набор средств измерений (приборов), экспериментатор должен быть хорошо знаком с выпускаемой в стране измерительной аппаратурой (при помощи регулярно издающихся каталогов, по которым можно заказать те или иные средства измерений). Естественно, что в первую очередь следует использовать стандартные, серийно выпускаемые машины и приборы, работа на которых регламентируется официальными документами. В отдельных случаях возникает потребность в создании уникальных приборов, установок, стендов, машин для разработки темы. Для этих целей желательно использовать готовые узлы выпускаемых приборов или реконструировать существующие. Причем целесообразность изготовления нового оборудования должна быть тщательно обоснована как теоретическими расчетами, так и практическими соображениями.

Важным разделом методики является выбор методов обработки и анализа экспериментальных данных. Обработка данных сводится к систематизации всех значений, классификации, анализу. Результаты экспериментов должны быть сведены в удобочитаемые формы записи – таблицы, графики, формулы, позволяющие быстро сопоставлять и анализировать полученные результаты. Размерность всех параметров должна соответствовать единой системе физических величин. Особое внимание в методике должно быть уделено математическим методам обработки и анализу опытных данных, в том числе установлению эмпирических зависимостей, аппроксимации связей между варьируемыми характеристиками, установлению критериев и доверительных интервалов.

Экспериментальные исследования подтверждают теоретические понятия, законы, принципы на практике и являются базой для подтверждения достоверности полученных научных результатов сформулированных в гипотезе научных исследований по выбранной теме.

Проведение экспериментальных исследований в области агроинженерии предусматривает разработку и совершенствование машинных технологий,  
машин и рабочих органов в полеводстве и переработку сельскохозяйственной продукции применительно к условиям региона. Обоснование и разработка новых машин должны обеспечивать их адекватность зональным почвенно-климатическим условиям Приднестровья.

Жизненный цикл научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ охватывает этапы от разработки исходных требований и технического задания до конструкторской и технической документации на машину, от изготовления опытных образцов рабочих органов и лабораторно-полевых испытаний до хозяйственной проверки промышленных образцов в технологиях и мелкосерийного производства машин для нужд сельхозтоваропроизводителей.

Общая методология планирования и проведения экспериментальных исследований и испытаний машин в агроинженерии состоит из трёх блоков.

*Первый блок* – подготовка к экспериментальным исследованиям. Включает в себя следующее:

- постановка проблемы и поиск направления её решения;

- разработка программы и частных методик исследований;

- подбор необходимых рабочих методик по составлению технических заданий, оценке агротехнических и эксплуатационно-технологических показателей агрегатов и машин, проведению хронометражных наблюдений, обработке результатов исследований, в том числе с применением прикладных программ ПК;

- подготовка приборов и оборудования для эксперимента и полевых испытаний.

*Второй блок* – проведение лабораторно-полевых испытаний. Включают в себя:

- исследование экспериментальных образцов рабочих органов, доработка их конструкции;

- проведение полевых опытов с экспериментальными рабочими органами на различных режимах работы агрегата;

- обработка данных, расчёт и моделирование тяговых, энергетических и эксплуатационных свойств агрегата.

*Третий блок* – проведение сравнительных и хозяйственных испытаний. В  
этот блок входят:

- разработка технической документации на опытный образец машины;

- изготовление машины и выбор режимов её агрегатирования;

- испытания и эксплуатационно-технологическая оценка в технологии.

Лабораторно-полевые опыты проводятся с целью проверки научной гипотезы, теоретических расчётов и получения экспериментальных данных по воздействию различных рабочих органов, схем обработки почвы и способов посева на физико-механические свойства почвы и урожайность сельскохозяйственных культур.

Сравнительные и хозяйственные испытания проводятся с целью определения эффективности использования новых машин в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур. Они включают в себя тяговые испытания, эксплуатационно-технологическую и технико-экономическую оценки новых агрегатов по сравнению с базовыми – эталонными, традиционно применяемыми в технологиях.