Практическое занятие ПЗ-3

**Тема:** **Основы** **методологии научного исследования в агроинженерии в области воздействия фундаментальных положений технических наук**

*Цель занятия –* изучить методологию научного исследования в агроинженерии, которая охватывает область воздействия фундаментальных научных положений классических технических и точных наук, земледельческой механики на создание и развитие инновационных средств механизации сельскохозяйственного производства, обеспечивающих рост эффективности производства продуктов растениеводства.

*Теоретический материал*

Методология агроинженерных наук базируется на фундаментальных классических научных положениях, используемых на стыке сельскохозяйственных и технических наук. В качестве фундаментальных классических научных положений применяются теория, закон, закономерность, принцип, аксиома, постулат, учениеи т. п.

На данном занятии мы изучим состояние конкретных фундаментальных научных положений методологии научного исследования в агроинженерии в области технических и точных наук, особенно в земледельческой механике, и современных новых технических средств, применяемых в механизации сельскохозяйственного производства.

Решение проблем в земледелии невозможно представить без применения средств механизации земледельческого труда, ведь и урожайность, и эффективность современного земледелия, призванного обеспечить продуктами население планеты, невозможны без применения техники и прогрессивных технологий.

Земледельческие орудия изначально были крайне примитивными. На протяжении столетий основными почвообрабатывающими орудиями служили соха, мотыга, деревянная борона, а уборочными – серп и цеп. Тем не менее, развитие древних очагов земледелия не было идентичным и сопровождалось созданием различных методов, орудий и способов выращивания растений.

В эпоху Нового времени заметно совершенствуются орудия земледелия. Основное орудие обработки почвы - плуг стал изготавливаться из чугуна и стали, вместо традиционного дерева. Плуг, разработанный Рудольфом Саком, имел наиболее совершенную конструкцию. Он был первым, кто в 1870 году начал заводское производство плугов с предплужниками. Этот плуг быстро распространился во многих странах и конструктивно практически не изменился до настоящего времени.

Первая сеялка, принцип которой используется и в наше время, была сконструирована в 1830 г. в Англии. В 1781 г. в Туле была разработана жатвенная машина. В Америке для обмолота зерна были разработаны молотилки, модернизация которых привела к появлению первых комбайнов.

Во второй половины XIX в. с появлением паровых, а затем дизельных и электрических двигателей, сократилось применение живой тягловой силы.

Научно-технический прогресс неразрывно связан с инженерной деятельностью. Возникновение ее как одного из видов трудовой деятельности
в свое время было связано с появлением мануфактурного и машинного
производства. Она формировалась в среде ученых, обратившихся к технике
или ремесленников-самоучек, приобщившихся к науке.
Решая технические задачи, первые инженеры обратились к физике,
механике, математике, из которых они черпали знания для проведения тех
или иных расчетов и непосредственно к ученым, перенимая их методику
исследований.

Теоретические исследования в области механизации сельского хозяйства проводят на основе физики, механики и других наук, с использованием математического аппарата и графических построений. При этом применяют известные математические выражения законов природы и устанавливают новые закономерности.

Многие вопросы в области механизации сельского хозяйства мало поддаются методам теоретического исследования в создании новой с. х. техники и поэтому здесь широко используются экспериментальные исследования.

Основатель науки «Земледельческая механика» замечательный русский ученый В.П. Горячкин в своем докладе на годичном собрании Общества содействия успехам опытных наук 5 октября 1913 года отмечал:
«Сельскохозяйственные машины и орудия настолько разнообразны по
форме и жизни (движении) рабочих частей и притом работают почти всегда
свободно (без фундамента), что в теории их должен быть резко выражен
динамический характер, и что едва ли отыщется другая отрасль машиностроения с таким богатством теоретических тем, как «Земледельческая механика», а единственной современной задачей построения и испытания сельскохозяйственных машин можно считать *переход к строго научным основаниям*». Особенностью этой науки он считал то, что она является посредником между механикой и естествознанием, называя ее механикой мертвого и живого тела.

В своем классическом труде «Земледельческая механика» (1923 г.) В.П. Горячкин впервые представил новую научную дисциплину — *земледельческую механику*, как стройное учение об основах теории, проектирования и испытания сельскохозяйственной техники. Применив известные законы механики, физики и математики к изучению процессов работы сельскохозяйственных машин, он из описательной дисциплины об их устройстве, превратил ее в научное пособие по анализу и синтезу технологических процессов работы рабочих органов и машин с обоснованием основных параметров.

Для творческого наследия В.П. Горячкина характерна системность и комплексность фундаментальной проработки основных проблем теории и практики сельскохозяйственных процессов и машин. Многие научные положения В.П. Горячкина сохранили свою значимость в настоящее время и, обладая эвристичностью, побуждают современных ученых к новым разработкам.

Безусловно современные технологические и конструкторские решения по сельскохозяйственным машинам значительно отличаются от тех, которые были 70-90 лет назад. Однако заложенные В.П. Горячкиным общеметодологические принципы создания техники, научные положения по обоснованию параметров машин и рекомендации сохранили свою актуальность до сих пор. Последующие поколения исследователей успешно развивали учение В.П. Горячкина, дополняя его новыми разделами. Прежде всего необходимо отметить труды его ближайших учеников, соратников и последователей - В.А. Желиговского, П.М. Василенко и И.Ф. Василенко, И.П. Ксеневича, М.А. Пустыгина, Э.И. Липковича, Н.И. Кленина и др.

Э.В. Жалнин, доктор технических наук, профессор обобщил фундаментальные разработки В.П. Горячкина на современном уровне в виде основных положений, названных ***постулатами***.

**Постулат** – 1) утверждение (суждение), принимаемое в рамках какой- либо научной теории за истинное, хотя и не доказуемое ее средствами, и поэтому играющее в ней роль аксиомы; 2) общее наименование для аксиом и правил вывода какого-либо исчисления.

Выделено 10 постулатов В.П. Горячкина: первые пять — общеметодологические, касающиеся всех проблем развития механизации сельскохозяйственного производства и его научно-технического обеспечения; последующие пять — прикладные методологические по исследованию работы сельскохозяйственных и наиболее сложных из них — зерноуборочных машин.

***Общеметодологические постулаты***

**Постулат 1. *Научно-исследовательская работа является основой для прогресса сельскохозяйственного машиностроения и механизации сельского хозяйства и должна быть построена на систематической, непрерывной, теоретической и экспериментальной работе в лабораторных условиях, научном анализе полевых испытаний при постоянном контроле.***

Этот постулат стал методологической основой научно-производственной деятельности всех НИИ и вузов страны, которые проводят систематическую, непрерывную теоретическо-экспериментальную работу по анализу и синтезу агропромышленных технологий сельскохозяйственных машин и орудий.

Примерами практического применения и развития этого постулата могут служить следующие разработки институтов: общесоюзные (1956–90гг.), общефедеральные (1990–2012гг.), а также региональные (зональные) системы агротехнологий и машин; типоразмерные ряды и типажи сельскохозяйственных машин (тракторов, комбайнов, почвообрабатывающих и посевных агрегатов, зерноочистительно-сушильного оборудования и т. п.); научные основы технологизации сельскохозяйственного производства; концепции и стратегии развития сельскохозяйственных процессов и машин по основным направлениям (мобильная и стационарная энергетика, зерно- и кормоуборочные комбайны, посевные и почвообрабатывающие машины, автоматизация сельскохозяйственных процессов, техническое обслуживание и ремонт и т. д.); исходные требования на технологические операции и машины; многочисленные монографии по основным проблемам развития механизации сельскохозяйственного производства; государственные и отраслевые стандарты, аналитические обзоры и каталоги по современной технике и др.

**Постулат 2.** ***Все физические явления и процессы имеют три стадии развития: начальная с положительным ускорением (по вогнутой кривой), средняя по инерции (по прямой или близко к ней) и конечная с отрицательным ускорением (по выпуклой кривой).***

Этот фундаментальный постулат имеет большое значение не только при изучении каких-либо конкретных сельскохозяйственных процессов. Он может быть применен практически к любому явлению или процессу, позволяя определить его основные количественные и качественные характеристики. Применяя экспоненциальную, логистическую, или любую S-образную функцию, можно определить общую длительность отдельных периодов развития изучаемого явления (процесса), интенсивность его развития в любой момент времени, обосновать перспективность развития, предсказать начало стагнации (рис. 3).



Рис. 3. Графическое изображение второго постулата В.П. Горячкина по своему объекту исследований

**Постулат 3.** ***Исследователи должны постоянно накапливать статистический материал и на его основе, используя логические методы индукции и дедукции, анализа и синтеза, уметь выдвигать гипотезы и разрабатывать теории процессов.***

Этот постулат с формулой «анализ–синтез–прогноз» стал стержневым при проведении любых научных исследований. Первая глава всех диссертационных работ всегда посвящается анализу предыдущих исследований по решаемой проблеме, статистической обработке материала, наукометрическому анализу накопленной информации. На этой основе затем выявляются нерешенные вопросы, формулируются цель и задачи исследований, выдвигаются рабочие гипотезы, определяются программы их проверки, разрабатывается база данных для компьютерных программ оптимизации и т. п.

Это один из самых широко применяемых, повседневных постулатов В.П. Горячкина, так как выражает фундаментальную диалектическую сущность научных изысканий.

**Постулат 4.** ***Классификация объектов исследования по каким-либо признакам является необходимым этапом их познания и может служить главной формой обобщения полученных результатов исследований.***

Предложенная В.П. Горячкиным классификация механизмов, плугов, сеялок, молотильных аппаратов и т. п. до сих пор служит примером реализации этого постулата, формой обобщения результатов информационных, теоретических и экспериментальных исследований.

Пожалуй, трудно найти современную научную разработку, которая бы в какой-либо форме не содержала классификацию объектов исследований Их классификация входит в понятие научной новизны выполненной разработки.

Практически во всех научных организациях классификация объектов исследований является обязательным элементом анализа, синтеза и прогнозирования развития этих объектов. При классификации этих объектов исследований выявлены их общие признаки и определены критерии классификации, что позволило распределить изучаемые объекты на определенные виды, подвиды, группы, подгруппы и т. п., т. е. оценить их информационную насыщенность и выбрать приоритетные направления дальнейших исследований. Впервые сформулированы такие понятия как технологический и технический регламент, даны классификация всех составляющих этих регламентов.

**Постулат 5.** ***Методика испытаний сельскохозяйственных машин и орудий должна включать агрономическую, механическую (теоретическую), техническую (конструкторскую), производственную, экономическую и эксплуатационную оценку их работы.***

В.П. Горячкин этап испытаний новой техники считал неотьемлемой частью общего процесса ее создания и уделял разработке методики испытаний большое внимание.

В настоящее время реализация этого постулата привела к созданию целой системы машинно-испытательных станций и НИИ, которые свою структуру и штатное расписание строят по этим направлениям оценки сельскохозяйственных машин. Только комплексная оценка машин, при которой выявляется и анализируется агрономическая, техническая, эксплуатационная и экономическая информация, может дать объективные результаты анализа их технического уровня и определить целесообразность использования данных машин в сельском хозяйстве.

***Прикладные методологические постулаты***

**Постулат 6.** ***Общая задача исследований заключается в рассмотрении физико-механических свойств обрабатываемого материала, рабочего органа машины и источника энергии (двигателя) как единой системы.***

Этот постулат назван «триадой» В.П. Горячкина. Он определяет классическое содержание любой научно-исследовательской работы по обоснованию параметров сельскохозяйственных машин и их рабочих органов. Почва, растения, продукты урожая — это обрабатываемый ими материал, который должен быть обязательным предметом исследований.

Без знаний свойств и параметров этого материала нельзя выбрать способ воздействия на него, обосновать технологию этого воздействия и оптимальные параметры исполнительных рабочих органов сельскохозяйственных машин. В.П. Горячкин неоднократно указывал, что всякое исследование надо начинать с изучения физико-механических свойств обрабатываемого материала.

Однако, чтобы воздействие рабочего органа на обрабатываемый материал состоялось, нужен источник энергии (двигатель). Таким образом, энергетическая составляющая названной «триады» обеспечивает динамику и кинематику процесса воздействия рабочих органов машин на обрабатываемый материал. Без энергооценки любое исследование объекта будет не комплексным и не объективным.

В настоящее время эта «триада» Горячкина превратилась в фундаментальную основу любой научно-исследовательской работы по механизации сельскохозяйственного производства. Понятие «обрабатываемый материал» дополнилось новыми аспектами и в совокупности обобщено новым понятием «агросреда». Оно уже охватывает не только сельхозматериал, сырье, растения, продукты урожая, но и агрономические, производственно-хозяйственные, почвенно-климатические и другие условия функционирования сельскохозяйственных машин.

Параметры и характеристики «агросреды» являются предметом самостоятельного изучения в информационном (библиографическом и наукометрическом), статистическом и исследовательском плане. «Агросреда» и ее составляющие формализуются [9], моделируются, выявляются наиболее значимые факторы и т. п.

Вторая составляющая «триады» - рабочие органы также прошли этап обобщения в направлении насыщения ее новыми аспектами. Она дополнилась понятиями: технологическая часть машин в целом, агрегат, комплекс машин, машинно-тракторный парк. В зависимости от решаемой задачи применяется тот или иной аспект этого нового содержания горячкинского понятия «рабочий орган» машины.

Третья составляющая «триады» — источник энергии (двигатель) обобщена более широким понятием «энергообеспечение» со своим чрезвычайно разветвленным информационным, формализованным (математическим), многопрофильным содержанием.

Тем не менее, как бы последователи В.П. Горячкина не дополняли и не развивали дальше его учение по методологии обоснования параметров сельскохозяйственных машин, в его основе все равно будет лежать классическая «триада» В.П. Горячкина.

**Постулат 7.** ***В каждой сельскохозяйственной машине должен быть соблюден оптимальный баланс ее массы, скорости передвижения (вращения) и подводимой энергии.***

Этот постулат назван «динамическим». Он фактически является следствием и продолжением шестого постулата Горячкина и устанавливает оптимальное соотношение между второй (рабочие органы) и третьей (источник энергии) ее составляющими.

Седьмой постулат лег в основу всех последующих расчетов кинематики и динамики сельхозмашин. Это направление исследований и расчетов сейчас является информационно чрезвычайно насыщенным самостоятельным разделом «земледельческой механики». Почти все их работы в этом направлении отражают рекомендации В.П. Горячкина о соотношении масс рабочих органов и мощности двигателя: масса машины должна быть достаточной и необходимой, а двигатель должен как можно больше вмещать механической энергии в единицу массы; для каждой сельскохозяйственной машины или рабочего органа должно быть определенное соотношение между массой и скоростью движения; излишек массы бесполезен и вреден, а недостаток не допустим.

**Постулат 8.** ***При разработке конструкций большинства сельскохозяйственных машин и их рабочих органов может быть применен принцип подобия и однородности их основных конструктивных и технологических параметров.***

В.П. Горячкин успешно применил данный принцип к расчету параметров плугов, вентиляторов, молотильного барабана, решет и других рабочих органов, предложив тем самым более точный и простой способ построения их модельного ряда.

Этот постулат удалось применить к изучению динамики параметров зерноуборочных комбайнов, приняв за основу гипотезу об их подобии и идентичности конструкции. Его широко применяют при разработке конструкций и других машин.

**Постулат 9.** ***Величина сопротивления рабочего органа при его движении в сплошной среде представляет собой сумму трех слагаемых, первое из которых зависит только от параметров рабочего органа, второе - от параметров слоя деформируемой среды, а третье - от параметров среды и квадрата скорости перемещения рабочего органа в этой среде.***

Для расчета сопротивления рабочего органа при его движении в сплошной среде В.П. Горячкин вывел известную трехчленную формулу для расчета сопротивления плугу при вспашке, названной им рациональной:

***Po = fG + εkab + abv2,*** (6)

где ***f*** - коэффициент сопротивления перемещению плуга в борозде; ***G***- вес плуга; ***k*** - коэффициент сопротивления почвы; ***a, b*** - глубина и ширина вспашки; ***ε*** - постоянный коэффициент для данного вида почвы и плуга; ***v***- скорость движения трактора с плугом.

Однако этот постулат выходит за рамки оценки сопротивления только почвообрабатывающих и посевных машин. Например, М.А. Пустыгин, Н.И. Кленин, Э.И.Липкович, С.А. Алферов и И.А. Крутиков успешно применяли это уравнение для расчета потребной мощности на обмолот хлебной массы при различных пропускных способностях комбайнов.

Рациональная формула В.П. Горячкина отражает физический смысл механического взаимодействия рабочего органа со средой и в зависимости от объекта исследования может принимать различные виды. Она может быть дополнена еще одной составляющей, связанной с преодолением сопротивления воздуха при больших скоростях движения рабочего органа (>15 м/с). Имеются предложения о включении в нее составляющую от адгезионного трения и т. п.

**Постулат 10.** ***Неравномерность распределения усилия отрыва зерновок от плодоножки по длине колоса обуславливает целесообразность иметь в комбайне два молотильных барабана, первый из которых работает на «мягких» режимах и вымолачивает наиболее спелое зерно, второй - на более «жестких» режимах вымолачивает остальное зерно из колоса.***

Эту идею В.П. Горячкин впервые высказал в 1934 г. Она оказалась весьма прогрессивной, определившей в дальнейшем создание целого семейства двухбарабанных комбайнов, в которых реализован двухфазный обмолот.

Однако применением этого постулата при создании новых отечественных зерноуборочных комбайнов не ограничилась его эвристичность. И зарубежные фирмы создали ряд комбайнов, использующих принцип двухфазного обмолота. Но даже такое широкое внедрение этого постулата не исчерпало его возможности, его прикладного методологического значения.

Согласно данному постулату систему среда - рабочий орган - технология воздействия рекомендуется рассматривать более широко, генерируя принципы дифференциального воздействия на неоднородность материалов, стадийного, постепенного воздействия, управления и самоуправления, дискретного и непрерывного контроля за процессом обработки и т. п.

Создано много новых машин с общей идеологией десятого постулата - дифференцированно воздействовать на материал (агросреду), т. е. не сразу единообразным способом, а постепенно и разными способами. Например, машины предварительной, первичной и вторичной очистки, послойные сушилки, двух- и трехстадийные сепараторы, измельчители и т. п.

Таким образом, все десять постулатов В.П. Горячкина выдержали проверку временем, не потеряли свою генерирующую сущность. На их основе возникают новые идеи и создаются машины. Поэтому совершенно объективно научные труды В.П. Горячкина считаются классическими и фундаментом для дальнейшего развития. Появились новые направления исследований, новая база данных, новые разделы, которых не было даже в начальной стадии развития в 20–30-х годах прошлого века. Но в этом и заключается преемственность и эволюционность наших знаний.

В развитии современной сельскохозяйственной техники и агроинженерной науки заложены те крупицы первичных опытных знаний, добытые человеком в период развития первобытного общества, зачатки знаний научных и технических первооснов, возникших в древних цивилизациях, особенно в античный период, опытных и технических знаний, приобретённых в средние века и в особенности в Эпоху Возрождения, результаты теоретических и экспериментальных исследований сформированной классической наукой в Новое время и большую долю, около 90%, научно-технических достижений, полученных в Новейшее время благодаря новым фундаментальным открытиям и изобретением под влиянием современной науки как главного фактора производительных сил современного общества.