С. Л. Никитченко

ЭТАПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

Учебное пособие

DirectMEDIA
Москва
Берлин
2018

УДК 631.3(075)
ББК 40.711я7
Н62

Рецензенты:
Н. В. Валуев — д.т.н., профессор, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ;
П. М. Лаврухина — д.ф.н., профессор, Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ

Никитченко, С. Л.
Н62 Этапы технического прогресса в растениеводстве: учебное пособие. / С. Л. Никитченко. — М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. — 84 с.

ISBN 978-5-4475-9430-5

Предназначено для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки кадров высшей квалификации 35.06.04 Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. В учебном пособии представлен анализ движущих сил и закономерностей развития научно-технического прогресса, перечислены основные изобретения человечества в XVIII–XX веках, рассмотрена классификация и этапы развития технологий и средств механизации в растениеводстве, показана эволюция систем управления процессами сельскохозяйственного производства.

Учебное пособие также может быть использовано в учебном процессе бакалавров и магистров по направлению подготовки «Агроинженерия».

Текст печатается в авторской редакции.

Печатается по решению методической комиссии по образовательным программам высшего образования — программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Азово-Черноморского инженерного института — филиала Федерального государственного бюджетного образо-вательного учреждения высшего образования «Донской государственный аграрный университет» в г. Зерноградe.

УДК 631.3(075)
ББК 40.711я7

ISBN 978-5-4475-9430-5
© Никитченко С. Л., текст, 2018
© Издательство «Директ-Медиа», оформление, 2018

ВВЕДЕНИЕ

Растениеводство является одной из ключевых отраслей сельского хозяйства, а уровень его развития определяется приоритетами государства. Наличие развитого растениеводства в стране способствует обеспечению продовольственной независимости граждан и в целом национальной безопасности. Потребителями продукции растениеводства сегодня являются не только люди и животные, но и целые отрасли, связанные с производством биотоплива, медицина, текстильная промышленность и др. Однако, основные мощности растениеводства по прежнему ориентированы на производство продуктов питания для человечества, поэтому к производимой сельскохозяйственной продукции в настоящее время предъявляются очень жёсткие требования на соответствие целой группе параметров качества и безопасности. Экологическая чистота продукции здесь занимает одно из ведущих мест. Стремление конкретного производителя, компании или государства выдвинуть на рынок свою сельхозпродукцию достигается через обеспечение параметров качества данной продукции и снижение её себестоимости. Выполнение данных условий в растениеводстве сегодня немыслимо без использования достижений научно-технического прогресса, применения новых технологий и систем машин.

Смена систем машин для возделывания сельскохозяйственных культур в развитых странах в настоящее время происходит в рекордно короткие сроки. В отечественном сельхозмашиностроении данные процессы происходят значительно медленнее. Достижения научно-технического прогресса, внедряемые в конструкцию новых тракторов, комбайнов, сельскохозяйственных машин (СХМ) и средств их технического сервиса позволяют повысить качество получаемой сельскохозяйственной продукции, надёжность и производительность техники, её эргономичность, а также по-новому представить взаимосвязь в системах «машина-растение» и «машина-человек». Потенциальные возможности машин в период эксплуатации максимально реализуются

при наличии системы инженерного обеспечения производства. Даная система в современном варианте представляет собой штат квалифицированного инженерного персонала, имеющего современные средства технического сервиса, а также комплекс устройств для связи и контроля за работой машин с использованием информационных технологий и космических аппаратов. Для более интенсивного совершенствования технических объектов и появления их принципиально новых вариантов важно иметь представление о современных перспективных направлениях развития средств механизации растениеводства и систем управления производством, а также знать, как в кратчайший срок довести новые технические решения до стадии массового применения. Здесь полезно использовать имеющийся зарубежный опыт по продвижению инноваций на рынок.

В учебном пособии рассмотрены этапы научно-технического прогресса человеческой цивилизации за последние три столетия и выделены наиболее значимые изобретения данного периода. Особое место уделено анализу факторов, движущих научно-технический прогресс и закономерностям его развития в целом и в сельском хозяйстве в частности. Раскрыты основные философские взгляды на периодизацию технического прогресса. С точки зрения теории решения инженерных задач (ТРИЗ) описаны этапы развития технологических приёмов и систем обработки почвы, а также эволюция систем управления механизированными процессами растениеводства.

Представленная в пособии классификация технологий и систем машин для растениеводства позволит учащимся получить знания о показателях, характеризующих технологии и машины разных поколений, их количественные и качественные отличия, а также альтернативные варианты развития механизированного производства в отрасли. Организационные процессы и преобразования инженерных структур в отечественном агропромышленном комплексе показаны с точки зрения синергетики, как целостность и взаимные переходы четырёх терминальных элементов — вещество, энергия, знания и информация.

Учебное пособие может быть использовано при изучении дисциплины «История и философия науки», а также для ведения научно-исследовательской деятельности и самостоятельного обучения с целью формирования компетенций:

— **УК-**1 — способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

— **УК-2** — способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

— **УК-6** — способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

1. ЭТАПЫ, ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

1.1. Этапы и движущие силы научно-технического прогресса

Роль техники в современном мире огромна. Все существующие на земле цивилизации философы разделяют на два типа: традиционные и техногенные [1]. В техногенной цивилизации интенсивное развитие техники и технологии определяет основные характеристики этой цивилизации. «В техногенной цивилизации научно-технический прогресс постоянно меняет способы общения, формы коммуникаций людей, типы личности и образ жизни» [1]. Техногенный тип цивилизации становится глобальным способом человеческого существования.

Сельскохозяйственную отрасль растениеводство человечество начало развивать несколько тысяч лет назад. Современное растениеводство характеризуется комплексной механизацией практически всех технологических операций. Развитие технологий в земледелии сопровождается созданием систем машин, отражающих совокупные потребности в них на конкретном историческом этапе. Машины, позволяющие заменить ручной труд в поле, являются продуктом научно-технического прогресса. Для учёных и инженеров важно знать, что является движущей силой и каковы закономерности развития технических объектов, а также систем, обеспечивающих их эксплуатацию.

Технический прогресс в любой сфере человеческой деятельности сегодня неразрывно связан с прогрессом науки. Научно-технический прогресс представляет собой единое, взаимообусловленное поступательное развитие науки и техники. Научно-технический прогресс — это совершенствование трудовой деятельности людей, причем совершенствование в данном случае означает любое поступательное изменение материально-технического базиса производства.

Одной из главных задач, поставленных перед прогрессом еще в эпоху Возрождения (когда он еще не назывался научно-техническим), было освобождение человека от тягот физического труда.

Современный научно-технический прогресс характеризуется двумя путями развития:

- эволюционным, представляющим собой совершенствование и рационализацию использования известных видов техники, технологии, оборудования, материалов, источников энергии;
- революционным — качественным переворотом в производительных силах и производственных процессах, базирующимся на использовании принципиально новых, неизвестных ранее видов энергии, материалов, техники, технологии.

Путь, по которому развивается прогресс, зависит от условий, сложившихся в обществе на конкретном этапе исторического развития. Стремление конкретной страны обеспечить собственную территориальную, продовольственную и экономическую безопасность или завоевать соседние государства часто приводило к интенсификации развития научно-технического прогресса в отдельно взятой стране. Как правило, правители стран в трудную минуту привлекали гениальных учёных и инженеров. В качестве примера можно привести великих изобретателей Архимеда Сиракузского и Леонардо Да Винчи, чьи научные и технические достижения были революционны в период античности и в эпоху Возрождения, и перешагнули границы не только стран, но и столетий и находят применение в современной технике.

Бытует мнение, что войны являются главной движущей силой научно-технического процесса. Скорее всего, до периода XV–XVII веков это частное мнение оправдывало себя. Исключением лишь можно считать случаи изобретений различных приспособлений бытового назначения, которые позволяли облегчить физический труд человека, существенно влияли на технологии производства продукции и на сами средства производства. До начала XVII века наука и учёные по-настоящему в обществе не признавались. Первые гении XVII века, такие, как Исаак Ньютон, назывались естествоиспытателями, потому что для таких деятелей в течение почти всего XVII столетия не существовало чёткого определения. Появление новых изобретённых

машин в этом веке заложило основу индустриального общества и стало частью повседневной и экономической жизни европейских стран. К концу XVII века произошла научная революция и наука сосредоточила в себе объём знаний, достаточный для объяснения окружающей действительности и описания принципов действия новых технических устройств. Исаак Ньютон, Блез Паскаль, Галилео Галилей, Рене Декарт и другие стали известными учёными.

Технические достижения учёных XVII столетия бурно эволюционировали в течение XVIII века, одним из главных результатов этой эволюции является появление парового двигателя и машинного оборудования, что, в целом, изменило принципы энергетического обеспечения промышленного производства и заменило ручной труд (табл. 1.1). Именно в этот период произошла первая промышленная революция. Переход от мануфактурного производства к фабричному (машинному), основанному на новых энергоносителях, позволил увеличить производительность труда и снизить себестоимость производимой продукции.

Таблица 1.1.

Важные изобретения XVIII века

Изобретение	Год	Изобретатель
1	2	3
Сеялка	1701	Джетро Тулл
Атмосферный паровой двигатель (патент)	1712	Томас Ньюкомен
Электрический конденсатор	1745	Е. Г. фон Клейст
Собран улучшенный паровой двигатель	1769	Джеймс Уатт
Электрический телеграф (патент)	1774	Жорж Луи Лесаж
Изобретение парохода	1775	Жак Перье
Изобретение молотилки	1784	Эндрю Мейкл
Конструирование первого парохода	1786	Джон Фитч
Изобретение шарикоподшипников	1794	Филипп Вогэн
Прецизионный токарный станок	1797	Генри Модсли

Становление экономики отдельного предприятия или целого государства в Европе теперь было немыслимо без учёта

достижений научно-технического прогресса. Появилась явно выраженная промышленная конкуренция как в производстве продуктов, товаров общего потребления, так и в изготовлении сложных технических устройств и средств производства. Данная конкуренция на уровне отдельных предприятий определялась экономическими условиями и потребностью выживания предприятия на освоенном рынке и завоеванию новых рынков сбыта продукции. Конкуренция отдельных стран в основном имела стремление обеспечить уже упоминавшиеся продовольственную и экономическую безопасность, а также политическое влияние. Зачастую монопольный «сговор» промышленников одной страны противодействовал развитию инноваций и научно-технического прогресса в другой стране. История знает немало примеров того, как именно Россия пострадала от подобных «сговоров» европейских и североамериканских предпринимателей. Таким образом, политика отдельных государств и экономическая конкуренция являются важными факторами в развитии научно-технического прогресса.

В таблице 1.1. из перечисленных важных изобретений XVIII века непосредственно к сельскому хозяйству относятся только три — сеялка, молотилка и паровой двигатель. Однако, до комплексной механизации процессов растениеводства было ещё далеко. Основой энергетики при комплексной механизации полеводства являются мобильные энергетические средства — тракторы. Несмотря на появление в последние 50 лет альтернативной полевой энергетики, — мостовое земледелие и струнный транспорт [2], тракторы ещё не одно десятилетие будут рассматриваться как основные энергетические средства при производстве продукции растениеводства.

Появление парового двигателя в XVIII веке ускорило революционное появление в XIX веке новых самоходных транспортных и энергетических средств на паровой тяге — паровоза и трактора, которые постепенно заменяли транспорт на животной тяге (табл. 1.2).

Таблица 1.2.

Важные изобретения XIX века

Изобретение	Год	Изобретатель
1	2	3
Проект парохода с гребным винтом	1803	Джон Стивенс
Электрическая дуговая сварка	1803	Петров Василий Владимирович
Паровоз	1804	Ричард Тревитик
Подводная лодка «Наутилус»	1805	Роберт Фултон
Дуговая лампа и электрический свет	1809	Хэмфри Дэви
Электромотор	1821	Майкл Фарадей
Газонокосилка	1830	Эдвин Баддинг
Жатвенная машина	1831	Сайрус Маккормик
Электрический генератор	1831	Майкл Фарадей, Аньош Йедлик
Электрический телеграф	1832	Павел Львович Шиллинг
Электродвигатель постоянного тока	1833	Уильям Стерджен, Томас Дэвенпорт
Кукурузный сеятель	1834	Генри Блэр
Гаечный ключ	1835	Солимон Меррик
Зерноуборочный комбайн	1836	Хайрам Мур, Джозеф Хаскалл
Телеграф и азбука Морзе	1837	Сэмюэль Морзе
Фотография	1837	Луи Дагер
Стальной плуг	1837	Джон Дир
Трактор на гусеничном ходу с паровым двигателем (не получил признания)	1837	Джон Гиткот
Вулканизированная резина	1839	Чарльз Гудиер
Современный велосипед с педалями и седлом	1839	Киркпатрик Макмиллан
Первое минеральное удобрение	1840	Юстус Либих
Минеральное удобрение суперфосфат	1842	Джон Беннет Лоус
Первый элеватор	1842	Джозеф Дарт
Вулканизированные покрышки пневматических шин	1845	Роберт Уильям Томсон
Локомобиль для вспашки сельскохозяйственных угодий (прототип трактора)	1850	Уильям Говард
Дирижабль с питанием от первого авиационного двигателя (неудачная разработка)	1852	Анри Жиффар
Пилотируемый планер	1853	Джордж Кейли

Продолжение табл. 1.2.

1	2	3
Борона	1856	Джордж Истерли
Двигатель внутреннего сгорания (ДВС)	1858	Жан Ленуар
Вакуумный доильный аппарат	1860	Л. О. Колвин
Велосипед	1861	Пьер Миншо
Металлическая ветряная мельница	1872	Дж. С. Рисдон
Телефон	1876	Александр Грехем Бэлл
Четырёхтактный двигатель внутреннего сгорания	1876	Николаус Август Отто
Изобретение и создание гидроэлектростанции	1878	Уильям Джордж Армстронг
Культиватор	1880	
Первый трактор, двигатель которого работал на нефтепродуктах	1882	Джон Фролих
Первый практичный автомобиль с ДВС	1885	Карл Бенц
Первый рабочий прототип русского гусеничного трактора	1888	Ф. А. Блинов
Двигатель и трансформатор переменного тока	1888	Никола Тесла
ДВС на дизельном топливе	1892	Рудольф Дизель

Несмотря на то, что автором первых паровых самоходных машин считается Жозеф Кюньо, поставить свое изобретение на рельсы ему не пришлось. Первым, кто изобрел паровоз, стал Ричард Тревитик, инженер из Англии, который в 1801 году сначала продумал конструкцию новых паровых котлов — легких и практичных, а затем запатентовал первый в мире паровоз «Puffing Devil». У данной модели были хорошие технические характеристики, но и ее производство было прекращено из-за нехватки стали, из которой приходилось делать рельсы, потому что чугунные рельсы попросту не справлялись с огромным весом транспортного средства и прогибались.

В 1813 году был построен паровоз «Блюхер», который придумал Джордж Стефенсон. Третий усовершенствованный вариант этого транспортного средства появился только к 1816 году, он был способен везти поезда весом до 50 тонн, развивая скорость 10 км/ч.

В то время, как в мире уже начинали ездить паровозы, в России перемещение людей между городами осуществлялось на конных дилижансах. Историю паровозостроения в нашей стране начали в 1830 году Ефим и Мирон Черепановы — создатели первого российского паровоза. Братья Черепановы были крепостными на уральских рудниках Демидовых. «Пароходный дилижанец» (так называли свое творение Черепановы) — был готов в 1834 году. «Железное чудо», пугающее окружающих, двигалось по чугунным рельсам, было рассчитано на перевозку руды, развивало скорость до 15 км/ч.

Рисунок 1.1. Модель паровоза братьев Черепановых

Черепановы стали первыми, кто создал паровоз в России, их машина была работоспособна, но она оказалась не востребована. Владелец уральских рудников и металлургического производства Демидов жил за границей и не придал значения разработкам своих подопечных. При этом он позволил выехать в Англию братьям Черепановым для обмена опытом, куда они отправились по приглашению английских властей. Известно также, что английские инженеры посещали уральские рудники

и внимательно знакомились с разработками Черепановых. Исторических фактов вмешательства английских промышленников в судьбу российского паровоза практически нет, зато достаточно фактов кляузничества малограмотных и завистливых приказчиков на предприятиях Демидова, которые обвиняли Черепановых в чудачествах, самоуправстве, бесцельном расходовании металла на паровозы и рельсы для них. Доносы писались за границу Демидову и в Санкт-Петербург в надзорные ведомства. Следует отметить, что царь Николай I был прекрасно осведомлён о разработках Черепановых, но тем не менее для начавшегося в 1836 г. строительства первой в стране Царскосельской железной дороги общего пользования были приняты английские паровозы и железные дороги. Верно говорят — «нет пророков в своем отечестве». Современник строительства первой отечественной железной дороги философ Чаадаев П. Я. в одном из своих знаменитых писем в 1836 году описывал картину российской жизни: «*...В России нет прогресса, все основано на заимствовании. ...Мы живем лишь в самом ограниченном настоящем без прошедшего и будущего, среди плоского застоя. ...*».

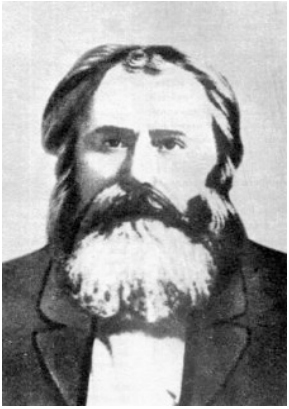
К 1880 году количество паровых агрегатов в нашей стране значительно увеличилось, хотя их производство занимало только треть рынка. Но считается, что именно наши инженеры смогли разрушить монополию Англии на их производство. Все русские изобретатели проходили через равнодушие чиновников, большинства купцов и общества и с трудом продвигали свои новаторские идеи, которые активно подхватывал Запад и внедрял в свою экономику.

Самый первый в мире прототип трактора с паровым двигателем появился в 19-м веке. Английский ученый и изобретатель Уильям Говард использовал в 1850 году локомобиль для вспашки сельскохозяйственных угодий. Уже к концу XIX века, на землях Великобритании использовалось около двух тысяч подобных агрегатов. Инженер Джон Фролих, родом из штата Айова (США), в 1982 году сконструировал и запатентовал первый трактор, двигатель которого работал на нефтепродуктах.

Первый трактор на гусеничном ходу с паровым двигателем изобрел англичанин Джон Гиткот. В 1832 году он запатентовал свое изобретение, а в 1837 году появился рабочий экземпляр трактора, предназначенный для пахоты и осушения болотистых местностей. Американец W. P. Miller в 1858 году придумал и сконструировал гусеничный трактор, принявший участие в сельскохозяйственной выставке города Мэрисвилл, штат Калифорния, за что получил премию и признание за невероятное изобретение. К сожалению, изобретения Миллера и Гиткота не получили дальнейшего развития. Первый признанный практичным гусеничный трактор построил в 1901 году изобретатель Alvin Orlando Lombard.

История создания и производства отечественного трактора во многом схожа с историей паровоза. В Российской империи впервые о тракторе, как о самоходном экипаже на гусеничном ходу, заявил в 1837 году крестьянин Дмитрий Загряжский. Свой самоходный трактор он описал так: «Около каждого обыкновенного колеса, на котором катится экипаж, обводится железная цепь, натягиваемая шестиугольными колёсами, находящимися впереди обыкновенного. Бока шестиугольных колёс равняются звеньям цепи; цепи сии заменяют до некоторой степени железную дорогу, представляя колесу всегда гладкую и твердую поверхность».

Гусеничный ход — великое и фундаментальное изобретение, как и колесо. Но если имя создателя колеса затеряно в глубине веков, то изобретателями гусеницы, от которой пошли тракторы и танки, известны — это русский крестьянин Федор Абрамович Блинов и англичанин Джон Гиткот.



Ф. А. Блинов

Первый русский трактор на гусеничном ходу с паровым двигателем был сконструирован механиком-новатором крестьянином Федором Абрамовичем Блиновым из села Никольское Вольско-

го уезда Саратовской губернии. Самодельный гусеничный трактор, радикально изменивший аграрную технологию не только России, но и всего мира. Его изобретение стало основой танкостроения и было широко использовано в техническом оснащении тяжёлой промышленности и космической техники, высаженной на Луне.

В начале 1877 года, скопив денежную сумму, Ф. А. Блинов решил заняться свободной творческой деятельностью и мечтает построить «самоход», который облегчил бы крестьянский труд на пахоте и при перевозках. Сначала он изобретает в 1877 году «вагон» на гусеничном ходу, который напоминал железнодорожный вагон с деревянным кузовом и рамой.

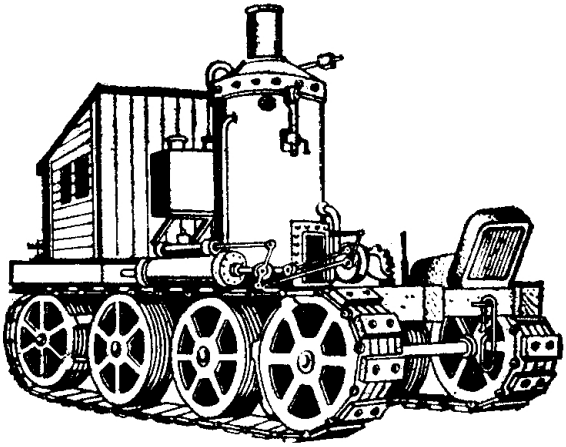


Рис. 1.2. Трактор (самоход) Ф. А. Блинова

В нижней части рамы крепились на рессорах две тележки, которые могли поворачиваться в горизонтальной плоскости вместе с осями опорных колес. В 1879 году он получил патент на «вагон с бесконечными рельсами для перевозки грузов по шоссейным и проселочным дорогам». Первый рабочий прототип трактора появился позже в 1888 году (рис. 1.2).

Готовой паровой установки необходимых размеров тогда не существовало, и Федор Абрамович самостоятельно изготовил

ее из железа сгоревшего неподалеку от Балаково парохода. Позже он изготовил второй экземпляр паровой установки, выдававшей порядка 40 оборотов в минуту и мощностью 10–12 л. с. Скорость трактора не превышала скорости движения быков — три версты в час. Принцип работы трактора заключался в том, что на нем использовались две паровые установки — по одной на каждую гусеницу. При всей кажущейся простоте «цепеобразного устройства» Блинова оно содержало все элементы современного гусеничного движителя, и, несмотря на более чем столетний прогресс конструкторской мысли, предложенный Блиновым принцип остался неизменным по сей день.

Блинов обращался к различным предпринимателям с просьбой оказать содействие в постройке «вагона» — все отказывали. Приходилось рассчитывать только на самого себя. Летом 1880 года «вагон» построен, и Блинов испытывает его на пахоте, грунтовых дорогах и даже на болотистой местности. Испытания подтвердили работоспособность и показали преимущества гусеничного хода по сравнению с колесным. В пароконной упряжке «вагон» мог перевозить груз, для перевозки которого на колесной тележке требовалось не менее десяти лошадей. Затем последовали официальные испытания, машина развивала скорость до трех верст в час и имела тяговое усилие 1100–1200 килограммов, что было достаточно для работы с несколькими плугами.

В 1878 году купец Канунников, рассчитывая на прибыли от внедрения гусеничного хода, вошел с ходатайством в Департамент торговли и мануфактур с прошением о выдаче Блинову привилегии, каковая за № 2245 и была получена год спустя. Вводная часть гласила: «Привилегия, выданная из Департамента торговли и мануфактур в 1879 году крестьянину Федору Блинову, на особого устройства вагон с бесконечными рельсами для перевозки грузов по шоссейным и проселочным дорогам...».

Позже Блинов демонстрировал свой трактор на Нижегородской ярмарке (1897 г.) и в Саратове (1889 г.), однако трактор так и не вызвал интереса у промышленников и не получил дальнейше-

го развития. Демонстрируя его многочисленным посетителям выставки, он называл его «паровозом для грунтовых дорог», подчеркивал важность для сельского хозяйства. Однако и на сей раз никакой пользы для реализации изобретения не было.

— Не поняли меня купцы, — сказал после выставки Блинов своему помощнику Я. В. Мамину. — А ты доживешь, увидишь, какое значение будут иметь «самоходы» для людей.

Иностранцы поняли лучше. Там же, на выставке, Блинов получил предложение одной немецкой фирмы продать «самоход» за хорошие деньги, с целью организации массового выпуска. Федор Абрамович, испытывавший серьезные денежные затруднения, предложение не принял, мотивировав свое решение так: «Я — русский мужик, думал и делал для России».

Чтобы иметь какие-то свободные средства на изобретательство, Блинов вел большие работы по ремонту и усовершенствованию сельскохозяйственной техники, создавал новые конструкции машин. В частности, он придумал одноцилиндровый пожарный насос — более производительный и надежный, чем тогдашний двухцилиндровый. У Ф. А. Блинова было ценнейшее для изобретателя качество — все, что он придумывал, он мог сделать сам, выполнял литейные, токарные, слесарные, столярные работы. Если ему говорили, что какую-то деталь нельзя изготовить, он немедленно брался за работу и доказывал обратное.

Блинов продолжал совершенствовать свой трактор и много работал над тем, чтобы заменить паровой котел двигателем внутреннего сгорания (ДВС). Умер Блинов в 1902 году. Он намного опередил иностранную технику того времени, заложив основы тракторостроения. (http://www.opoccuu.com/blinov.htm)

Анализируя таблицы 1.1 и 1.2, можно сказать, что к концу XIX века человечество имело практически полный комплект современных прототипов машин для посева и уборки сельскохозяйственных культур — сеялка, кукурузный сеятель, паровая молотилка, зерноуборочный комбайн, а также орудия для обработки почвы — плуг, борона, культиватор. Также в растениеводстве стали применяться минеральные удобрения. Но на этом этапе не хватало мобильных энергетических средств, поскольку

тракторы с паровым двигателем не имели массового применения. В этот период ещё доминировала конная тяга машин и орудий. Полностью механизировать полевые работы удалось в начале XX века, после массового появления тракторов с двигателями внутреннего сгорания.

Первые тракторы с ДВС, сконструированные инженерами Чарльзом В. Хартом и Чарльзом Парром, были собраны в США в 1901 году. Предварительно в 1896 году эти изобретатели сконструировали двухцилиндровый бензиновый двигатель для трактора. В 1903 году их компания произвела 15 единиц тракторов. На новые тракторы американские фермеры возлагали большие надежды. Но быстро наступило разочарование, так как тракторы из-за своего огромного веса больше разрушали почву, чем помогали обрабатывать ее. К тому же они были слишком велики для средней фермы. В ходе их использования обнаружилось множество конструкционных недостатков. Тракторы имели низкую надёжность, их ремонт требовал массу времени и больших денежных затрат.

Наиболее удачным вариантом трактора, пригодным для работы, был колёсный трактор Ivel, разработанный Дэном Элборном в 1902 году (рис. 1.3). За время его производства было выпущено около 500 машин.

Рисунок 1.3. Колёсный трактор Ivel (1902 г., США)

В 1912 году компания «Холт-Парр» начинает массовое производство тракторов на полугусеничном ходу, у которых металлические ленты были одеты только на задние опорные колеса. В 1913 году на проходившей Всероссийской выставке в Киеве, где был показан трактор «Холт», русские инженеры выявили его недостатки, в следствие чего трактор был полностью переведен на гусеничный ход.

В нашей стране после 1917 года Советским правительством была отмечена важность применения сельскохозяйственных тракторов. Был издан Декрет Совета Народных Комиссаров от 1 апреля 1921 г. о признании сельскохозяйственного машиностроения делом чрезвычайной государственной важности. По указанию В. И. Ленина, в 1918 году начинает осуществляться подготовка к серийному производству тракторов. В 1919 году конструктор Я. В. Мамин построил трактор «Гном» с нефтяным силовым агрегатом мощностью 11,8 кВт. В 1922 году начинают производство трактора «Коломенец-1», разработанного Е. Д. Львовым. Под руководством инженера Л. А. Унгера, в 1922–23 годах создается трактор «Запорожец».

Поскольку в XVIII и XIX не было глобальных мировых войн, а чаще имели место внутриконтинентальные военные конфликты, то развитие научно-технического прогресса в этот период можно считать эволюционным. В XX веке ситуация изменилась в силу усиления интеграционных процессов в обществе и стремлении могущественных держав к мировому господству. Две мировых войны двадцатого столетия послужили колоссальным толчком к развитию научно-технического прогресса. Для ведущих держав он становится основным условием выживания в новом мире. В таблице 1.3 представлены наиболее значимые достижения научно-технического прогресса в XX веке.

Таблица 1.3.

Важные изобретения XX века

Изобретение	Год	Изобретатель
1	**2**	**3**
Звуковое кино	1900	Леон Гомон
Первый трактор с ДВС	1901	Чарльз Парр и Чарльз В. Харт

Продолжение табл. 1.3.

1	2	3
Моторный самолет	1903	Орвилл и Уилбер Райт
Патент на телевизор	1907	Борис Розинг
Сборочный конвейер	1908	Генри Форд
Электронное телевидение	1923	Владимир Зворыкин
Электронный компьютер Марк I	1941	IBM
Деление атомного ядра	1939	Отто Ган и Фриц Штрассман; Лиза Мейтнер и Отто Фриш
Первый электромеханический компьютер Colossus	1943	Алан Тьюринг
Электронный компьютер	1946	Джон Преспер Эккерт и Джон Моукли
Первый пассажирский реактивный самолет Britain's Comet I	1949	Великобритания
Открытие ДНК	1953	Френсис Крик
Микроволновый квантовый генератор (для лазера)	1954	Басов Н. Г., Прохоров А. М.
Ультразвук	1957	Ян Дональд
Искусственный спутник Земли	1957	СССР
Интегральная схема, микрочип	1959	Джек Килби
Лазер	1960	Теодор Майман
Космический корабль с человеком на борту	1961	СССР
Промышленные роботы	1962	«Унимейшн», США
Микропроцессор	1971	Тед Хофф
Сеть Интернет	1972	Джозеф Карл Робнетт Ликлайдер
Беспроводная (сотовая) телефонная связь	1973	Мартин Купер
Первый человекоподобный робот	1973	Япония
Персональный компьютер	1978	Стивен Джобс и Стефан Возняк
Первый трактор с бортовым компьютером	1983	Рено, Франция
Спутниковое телевидение	1983	«Ю-Ес Сателлит Коммьюникейшн инк»
Генетически модифицированное растение	1983	США
Автомобиль на солнечных батареях	1998	Великобритания

Две *мировых* войны создали революционный толчок в развитии научно-технического прогресса, особенно в совершенствовании военной техники и медицины. Большая часть XX века характеризуется явно выраженными стремлениями ведущих мировых держав к владению новыми технологиями в таких революционных отраслях как атомная энергетика, космическая техника, информационная (цифровая) индустрия, робототехнические системы. Данные стремления не прекращаются и в настоящее время. После второй мировой войны появились разновидности войн без боевых действий — холодная война, экономическая война или гибридная война. В период холодной войны двух супердержав с 40-х по 90-е годы XX века бурно развивались электроника, автоматика, орбитальные спутниковые системы, вычислительная компьютерная техника. Это позволяло получать максимальный объём информации о противодействующей стороне и создавало возможность своевременного реагирования на возможный ракетно-ядерный удар противника и нанесения ответного удара.

Однако не весь научно-технический потенциал развитых стран расходовался на военные нужды. Вторая половина прошлого века является ярким примером использования достижений науки для бытовых человеческих нужд. Сформированное в эпоху Возрождения представление о научно-техническом прогрессе, как средстве избавления человека от тягот физического труда, в XX веке можно дополнить ещё поиском новых источников энергии, созданием индустрии развлечений и благ цивилизации. При определённых условиях в обществе научно-технический прогресс является одним из главных факторов экономического прогресса. Это существенно повышает уровень жизни (благосостояния) в конкретной стране и престиж данной страны.

Ярким примерами здесь являются США, Швеция, Япония, Китай. В техническом плане Япония сегодня является высокоразвитой страной, которая уже массово применяет робототехнические системы для выполнения тяжёлых и опасных работ, а также в сфере многих бытовых услуг.

Развитие научно-технического прогресса в XX веке позволило человечеству пройти этап индустриализации и вывести наиболее развитые государства к стадии формирования информационного общества. Изобретение персонального компьютера здесь играет ключевую роль.

Тед Хофф

В ряду революционных событий компьютерной истории изобретение программируемого логического вычислительного блока под названием «микропроцессор» занимает видное место. Идея управляемого программируемого микропроцессора была представлена общественности 15 ноября 1971 года. Причем с того момента темпы микропроцессорной революции не имеют себе равных — они даже превосходят интенсивность развития обычных средств компьютерной техники. «Новая эра в интегральной электронике» — под таким заголовком была опубликована рекламная статья в Electronic News за 1971 год. В ней фирма Intel представила микропроцессор под номером 4004 и его архитектора Теда Хоффа. Гордон Мур, один из основателей фирмы Intel, назвал этот микропроцессор «одним из самых революционных продуктов в истории человечества». Изобретение было настолько важным, что Хофф был признан одним из величайших ученых XX века.

Микросхема была достаточно простой и дешевой, чтобы соответствовать почти всем «думающим» устройствам. Ее можно было применять в лифтах, в калькуляторах и электрических пишущих машинках с памятью, она могла управлять механизмом часов или штурвалом самолета. Хоффу было забавно узнать о том, что одним из первых применений микропроцессора было контролирование количества воды, которое выпивали коровы на экспериментальных фермах.

Конечным результатом научно-технической (инновационной) деятельности является создание нового технического устройства, технологии или другого общественно полезного

продукта и их массовое производство. Здесь важно выяснить какие факторы определяют благоприятные условия для развития научно-технического прогресса и скорейшего получения его результатов потребителем — человеком.

Развитие науки синергетика позволяет понять целостность системы любой природы и сложности, которую обеспечивают четыре терминальных элемента: **вещество, энергия, знания и информация** [5, 6]. *Синергетика* — относительно новое научное направление, изучающее общие закономерности и принципы, лежащие в основе процессов самоорганизации в системах различной природы. Синергия — (от греч. *synergeia*) — взаимосвязь, сотрудничество, согласие. Синергетика выступает как теория эволюции и самоорганизации сложных систем.

В соответствии с законом сохранения материи четыре терминальных элемента поддерживают систему в равновесном состоянии, переходя в случае необходимости из одной субстанции в другую. В целом вещество и энергия составляют системную форму, а знания и информация выражают её содержательную сущность. Нужно учитывать, что информация и знания являются равноправными компонентами наряду с веществом и энергией в любой системе [6]. Накопление интеллектуального капитала в любой сфере человеческой деятельности — это условие конкурентоспособности производства [5].

Само явление научно-технического прогресса и материальное представление его результатов базируется на наличии четырёх перечисленных выше элементов. Чтобы реализовать идею или научную гипотезу необходимы вещественно-энергетические ресурсы, научные знания и информация. Во времена первых научных революций источниками научных идей и гипотез были отдельные личности. Их научная активность и упорный труд приводили к ожидаемым результатам. В XIX и XX столетиях человечество начало практиковать коллективный труд учёных — научные школы, технопарки, технополисы и др.

Научные ресурсы мира сосредоточены в небольшом числе стран. Более половины всех выделяемых на НИОКР ресурсов приходится на США. Среди других научно-технических центров выделяют Западную Европу, Японию, Объединённые Арабские Эмираты, Израиль, Россию (табл. 1.4 и рис. 1.4).

Таблица 1.4.

Научно-технический потенциал некоторых стран

Страна, регион	Численность научных работников, млн чел	Расходы на НИОКР, % ВВП	Лидирующие научные направления
США	1,5	2,66	выпуск суперкомпьютеров военного и производственного назначения; создание программного обеспечения; производство авиационной и космической техники; производство лазеров; биотехнологии, включая разработку новых технологий по охране окружающей среды
Западная Европа	0,7	более 2,0%	фундаментальные исследования; атомная энергетика, производство фармацевтических препаратов; техника и связи; транспортное машиностроение
Япония	0,865	3,48	выпуск промышленных роботов; выпуск медицинской электроники; производство информационных систем и интегральных схем; производство новых материалов и керамики; производство оптических волокон
Китай	1,6	1,65	IT индустрия; радиоэлектроника; металлургия; новые материалы; автомобилестроение; гибридные и электрические автомобили; машиностроение; медицина; новая энергетика; высокотехнологичный рельсовый транспорт
Россия	0,72	1,48	нанотехнологии; атомная и водородная энергетика; живые системы; охрана окружающей среды; энергосберегающие системы; разработка прикладных программных средств

Рисунок 1.4. Финансирование НИОКР в различных странах

Почему в отдельных странах сконцентрирован огромный научно-технический потенциал и промежуток времени от появления изобретения до выведения его на рынок относительно мал, а другие страны расходуют энергию своего научно-технического потенциала на «работу в стол», т. е. дальше получения патента работа не ведётся. Это происходит потому, что отдельные государства и их группы имеют сложившуюся систему, способную не просто аккумулировать научные знания, но и трансформировать их в практически значимые технические решения и технологии. Важно понять, как создаются движущие силы, выводящие достижения науки на службу обществу.

Представленные выше детальные исторические справки о появлении революционных изобретений парового двигателя, паровоза и трактора показывают, что положительный результат был достигнут благодаря активности и настойчивости изобретателей, а также положительного восприятия социальной среды, в которой они творили.

Результирующая движущая сила *ДС*, обеспечивающая конечный результат инновационной деятельности в рамках одного конкретного изобретения, может как создавать движение

вперёд и способствовать организации массового производства, так и сдерживать данное движение, т. е. иметь противоположное направление. Данную движущую силу можно представить как

$$ДС = А + Г – СО – К – КВ – Б – КР, \quad (1)$$

где *А* — активность изобретателя или инноватора;

Г — государственная активность в создании условий для развития предпринимательства и производств;

СО — сопротивление общества;

К — конкуренция внутренняя;

КВ — конкуренция внешняя;

Б — фактор бюрократии, деятельность чиновников и надзорных ведомств;

КР — фактор криминальных структур.

Активность *А* инноватора является активной силой или источником энергии для создания движущей силы *ДС*, направленной на творческий процесс и массовое производство результатов научно-исследовательской деятельности с выведением их на рынок. Государственная активность *Г* максимальна в странах, обладающих значительным научно-техническим потенциалом. Так сложилось исторически. Остальные составляющие выражения (1) являются силами сопротивления, которые чаще препятствуют появлению нового производства и снижают активность инноватора. Если их совокупное воздействие превышает активность *А+Г*, то движущая сила *ДС* отрицательна и производства нового продукта нет. При этом целая система научно-технических центров страны может продолжать работать, делать открытия, изобретать новые технические устройства. Однако, вероятность того, что учёный при жизни увидит результат своего труда в массовом производстве ничтожно мала. Это и есть «работа в стол». Здесь нужно отметить, **что научно-технический потенциал современного общества определяется не общим количеством патентов, а относительным**

количеством изобретений, доведённых до массового практического применения обществом.

Когда творческая личность является единственным источником активного продвижения обществу результатов собственной интеллектуальной деятельности и государственные структуры при этом пассивны, то суммарное действие всех сопротивлений часто является губительным для изобретения. Но информация об изобретении не исчезнет бесследно. Рано или поздно она будет реализована в виде практически применимого технического решения системой, обладающей более высокой активностью и научно-техническим потенциалом.

Сопротивление общества *СО* появлению новых технических объектов и технологий можно объяснить прежде всего консервативностью, недальновидностью или пассивной жизненной позицией большей части людей. Именно эти причины наряду с отсутствием интереса со стороны государства в XIX веке не позволили развить в России собственное производство отечественных паровозов и тракторов.

Не следует считать, что только в России общество консервативно и пассивно к восприятию результатов научно-технического прогресса. Люди везде одинаковы. Например, когда в 70-е годы прошлого столетия в США Стив Джобс пытался объяснить представителям IBM и других ведущих компаний IT индустрии перспективность производства персональных компьютеров, то он не встретил их понимания. Простые люди в большинстве также остались равнодушны к этому изобретению. ЭВМ той поры представляли собой огромных размеров конструкции, и сфера их применения ограничивалась лишь выполнением сложных вычислительных операций. Тогда никто просто не мог представить персональный компьютер в быту человека. Понимание и спрос на это изобретение пришли несколько позже, во многом благодаря активности группы энтузиастов, объединённых общей идеей. Государство подключилось к реализации этой идеи в мировом масштабе не сразу.

Государственная активность *Г* в продвижении результатов научно-технического прогресса заключается в упрощении

процедуры открытия собственного дела и отчётности, а также в создании и поддержке особой среды, которая называется инновационный бизнес. Именно он соединяет науку и предпринимательство. Инновационный бизнес осуществляется в территориальных научно-производственных комплексах (технопарки, технополисы). В этих комплексах не только осуществляются новые разработки, но и проводится экспериментальное и мелкосерийное производство новой наукоемкой продукции. Впервые идею технопарка и его практическую реализацию осуществили в США в 20-х годах XX века. Именно тогда появилась, так называемая «Силиконовая долина» — Стэнфордский исследовательский и промышленный парк. Все началось со Стэнфордского университета, а именно, с профессора Фредерика Тэрмана, который считается «отцом Силиконовой долины». Его беспокоило отсутствие возможностей трудоустройства в долине для выпускников Стэнфорда, из-за чего многие из них уезжали в поисках работы. Чтобы решить эту проблем, он стал поддерживать некоторых из своих студентов в стремлении основать компании вблизи от университета, занимающиеся исследованием в области радиотехники и производством полученных результатов. Именно там начали свою деятельность такие всемирно-известные компании как Hewlett-Packard, Cisco Systems, Sun Microsystems и Yahoo. «Силиконовая долина» стала домом для более 140 компаний в области электроники, программных средств, биотехнологий и других высокотехнологичных сфер.

В конце 90-х гг. XX века в США уже насчитывалось 105 технополисов, в Германии — 62, в Великобритании — 40, во Франции — 30 технополисов.

В настоящее время до 60% фундаментальных исследований в США выполняют высшие учебные заведения. Прикладные исследования проводятся в основном в промышленности (в специализированных институтах и лабораториях частных фирм).

Общий объем продаж наукоемкой продукции на мировом рынке составляет 2,3 трлн долл. в год. Из этого объема на долю

США приходится 39% продаж, Японии — 30%, Германии — 16%, а на долю России — менее 1%.

По данным Института статистики ЮНЕСКО к 2010 году в России работали 8,9% от общего числа учёных мира. По этому показателю Россия занимала четвёртое место, уступая лишь США (22,8% научных сотрудников), Китаю (14,7%) и Японии (11,7%). Однако по степени финансирования Россия явно проигрывает. Она тратит на одного учёного около $ 30 000, в то время как США — $ 230 000, Китай — $ 88 800, Япония — $ 164 500.

США являются крупнейшим в мире экспортером новых технологий. Положительное сальдо в торговле лицензиями имеют Великобритания и Швейцария. Япония в настоящее время все еще больше платит за иностранные технологии, чем получает за экспорт собственных. Однако этот разрыв сокращается. Аргентина, Бразилия, Мексика, Индия и Турция в настоящее время целенаправленно закупают иностранные технологии. Россия импортирует иностранные технологии в гораздо большем объеме, чем экспортирует собственные. В экономике России сформировался значительный разрыв между созданием технологий в сфере НИОКР и их использованием в массовом производстве.

Низкая доля России объясняется:

— преобладанием военных НИОКР в прошлом;

— слабым развитием коммерческой деятельности в научной сфере.

В XXI веке в России активно ведутся работы по созданию технопарков и системы инновационного бизнеса. По данным II Национального рейтинга технопарков России в декабре 2016 г. было выделено 25 значимых парков, которые созданы в основном вокруг вузов и научно-исследовательских центров. На создание парков привлекались как государственные средства, так и частный капитал. Однако, деятельность отечественных технопарков пока не оказывает существенного влияния на экспорт наукоёмкой продукции.

В настоящее время в России не представляет больших сложностей открыть собственное предприятие. Государство максимально упростило эту процедуру. Пожалуй на этом бонусы заканчиваются. Кредитование начинающих предприятий осуществляется банками под 14–25% процентов, что превышает проценты Европейских банков в несколько раз. В развитых странах государственный сектор экономики поддерживает банковские структуры, позволяя тем самым оформить беспроцентные кредиты для предпринимателей на первые два года. В дальнейшем кредитная ставка составляет не более 5% годовых. Например, правительство Японии следит за тем, чтобы во всех частных банках работали кредитные программы для начинающих предпринимателей со средней годовой ставкой по такому кредиту — 3–5%.

Характерная черта современного Российского малого и среднего бизнеса, в том, что он в своей массе далёк от инновационного. Предприниматели в основном занимаются продажей чужих импортных брендов, производством и реализацией продуктов питания, либо услугами населению. Создать инновационное предприятие в нашей стране, имея только идею и патент, является задачей с очень большими рисками. Одним из главных факторов препятствующих развитию инновационного предпринимательства и научно-технического прогресса в нашей стране является бюрократия. До конкурентов дело даже не доходит, поскольку результат инновационной деятельности просто не может попасть на рынок.

В таких условиях результирующая движущая сила *ДС* для любого изобретения имеет отрицательное направление. Активность изобретателей и учёных беспощадно подавляется бюрократическим сопротивлением *Б*, вызываемым жесткой кредитной политикой банков, бюрократическими процедурами отчётности для различных ведомств и постоянным давлением со стороны надзорных ведомств. Это говорит о слабой внутриэкономической политике государства и нежелании решать данные вопросы, поскольку придётся затронуть интересы чиновников. Также наличие газовой трубы позволяет отнести малый

бизнес и инновационную экономику в разряд второстепенных. Перечисленные факторы целиком определяют сырьевой статус Российской экономики и сдерживают отечественный научно-технический прогресс.

В результате многие предприятия выводят производственные площадки за пределы страны, например в Китай, где имеются более благоприятные условия для инновационной и предпринимательской деятельности. Научные разработки, получаемые пока ещё действующей системой вузов и НИИ, оседают в архивах или различными путями попадают за рубеж, где реализуются на практике.

Учитывая огромный сырьевой и энергетический потенциал нашей страны, наличие системы отраслевых вузов и НИИ, которые имеют существенные результаты НИОКР по многим стратегическим направлениям и сельскому хозяйству, можно сказать, что экономический ущерб наносимый отечественной бюрократической системой научно-техническому прогрессу страны сопоставим с суммарным ущербом, который принесли все интервенты вместе взятые.

Положительным моментом для развития отечественной системы инновационного бизнеса является появление малых инновационных предприятий (МИП), совместно учреждённых государственными вузами и физическими лицами, являющимися сотрудниками данных вузов. Данная форма предпринимательства официально разрешает использовать научно-технический потенциал и материальную базу вуза при коммерциализации результатов научной деятельности. Это может избавить предпринимателя от кредитования в период формирования материальной производственной базы. В 2016 году официальный государственный реестр насчитывал около 2400 МИПов. Сфера интересов МИПов связана с разработкой средств электроники, программного обеспечения, машиностроением, генетикой и селекцией сельскохозяйственных культур, разработкой средств технического сервиса, альтернативной энергетикой и т. д.

Влияние внешней конкурирующей силы *КВ* на научно-технический прогресс в конкретной стране можно проследить, если вернутся к синергетическому представлению системы, в которой имеются источники научной активности, изобретения и стремления реализовать их в виде практически применимых результатов. Знания в такой системе являются важным элементом и обычно они сосредоточены в системе вузов и НИИ. Например, перечень производимой в нашей стране отечественной сельскохозяйственной техники насчитывает несколько сотен единиц. Практически вся эта техника является продуктом научной деятельности учёных, работающих в вузах и НИИ. Если озадачить учёных большую часть рабочего времени заниматься несвойственной им деятельностью, то им некогда будет осуществлять преподавательскую и научно-исследовательскую работу. Достаточно организовать проведение «реформы» высшего образования, по принципу Болонской системы, каждый год вводить по новому образовательному стандарту, с соответствующей бумажной волокитой, а после этого задавить вузы аккредитационными проверками. Таким образом может быть устранен главный конкурент иностранных фирм, способный создавать отечественную наукоемкую продукцию в сфере сельхозмашиностроения и аграрных технологий. Аналогичная картина наблюдается в других отраслях народного хозяйства.

На фоне массовых революционных технических решений XX века и динамично развивающегося прогресса в XXI веке интересным является гипотеза американского физика Джеймса Хюбнера (James Huebner), высказанная в 2005 году, которая вступает в противоречие с общепринятыми представлениями о развитии современной науки. По его мнению, технический прогресс достиг пика в 1915 году и после этого резко замедлился. Свой вывод Хюбнер сделал на основе анализа статистики крупнейших изобретений и инноваций. Перечень инновации учёный сравнивал с динамикой численности населения мира (к примеру, колесо было изобретено тогда, когда население мира не превышало 10 миллионов человек) — пик числа новых изобретений был отмечен в 1873 году. Вторым критерием была

патентная статистика США, также сопоставленная с количеством населения страны. Здесь число выданных патентов достигло максимума в 1912 году. Ныне число новых изобретений и инноваций, по мнению Хюбнера, сопоставимо с эпохой так называемых «темных веков» (период европейской истории, наступивший после развала Римской империи и продлившийся до эпохи Возрождения).

1.2. Закономерности научно-технического прогресса

Если технические устройства и технологии эволюционируют, следовательно имеются какие-то закономерности, знание которых позволит не только прогнозировать этапы очередной стадии прогресса, но и управлять им. В данном пункте рассмотрим наличие таких закономерностей, а также критериев технического прогресса.

Представление о сущности техники в современной литературе многообразны и, в некоторой степени противоречивы. Современная философия понимает технику как совокупность: технических устройств, артефактов — от отдельных простейших орудий до сложнейших технических систем; различных видов технической деятельности по созданию этих устройств — от научно-технического исследования и проектирования до их изготовления на производстве и эксплуатации, от разработки отдельных элементов технических систем до системного исследования и проектирования; технических знаний — от специализированных рецептурно технических до теоретических научно-технических и системотехнических знаний [1].

Советский учёный и писатель Генрих Альтшуллер в 1946 году предложил теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ) или теорию развития технических систем. Г. С. Альтшуллер за период с 1946 по 1971 исследовал свыше 40 тысяч патентов и авторских свидетельств, классифицировал решения по 5 уровням изобретательности и выделил 40 стандартных приёмов, используемых изобретателями. В сочетании

с алгоритмом решения изобретательских задач (АРИЗ), это стало ядром ТРИЗ. Первая публикация по результатам работы над ТРИЗ была сделана Г. С. Альтшуллером и его коллегами в 1956 году, она содержала технологию творчества, основанную на идее о том, что *«изобретательское творчество связано с изменением техники, развивающейся по определённым законам»* и что *«создание новых средств труда должно, независимо от субъективного к этому отношения, подчиняться объективным закономерностям»*. Появление ТРИЗ было вызвано потребностью ускорить изобретательский процесс, исключив из него элементы случайности: внезапное и непредсказуемое озарение, слепой перебор и отбрасывание вариантов, зависимость от настроения и т. п. Кроме того, целью ТРИЗ является улучшение качества и увеличение уровня изобретений за счёт снятия психологической инерции и усиления творческого воображения.

ТРИЗ утверждает, что закономерности есть в развитии любых технических средств и технологий. На длительных временных отрезках хорошо заметны этапы «развертывания-свертывания» в технико-технологической сфере (рис. 1.5).

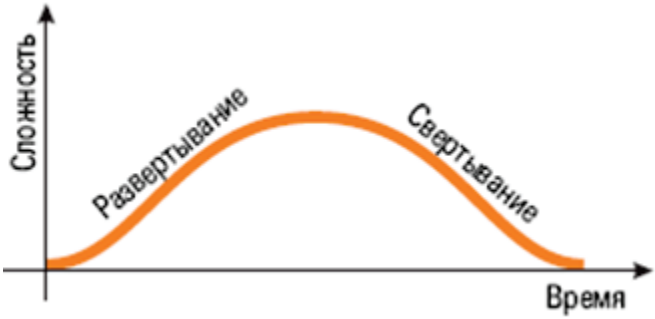


Рисунок 1.5. Этапы развёртывания-свёртывания технических систем

На этапе развертывания возрастает количество элементов, частей, подсистем технического устройства (или количество операций в технологии) — это линия усложнения. На этапе свертывания все элементы объединяются в цельную конструкцию, или множество технологических операций свертываются в одну.

В настоящее время педагогические приемы и методы ТРИЗ используются в детских садах для развития у дошкольников изобретательской смекалки, творческого воображения, диалектического мышления (рис. 1.6). Цель ТРИЗ — не просто развить фантазию детей, а научить мыслить системно, с пониманием происходящих процессов. Дать в руки воспитателям инструмент по конкретному практическому воспитанию у детей качеств творческой личности, способной понимать единство и противоречие окружающего мира, решать свои маленькие проблемы.

Рисунок 1.6. Основные положения ТРИЗ-педагогики

Изучая эволюцию технических систем (ТС) во времени, Альтшуллер выявил законы их развития, знание которых помогает инженерам предсказывать пути возможных дальнейших улучшений продуктов. Законы были сгруппированы в три условные блока:

- *Статика* — законы, определяющие условия возникновения и формирования ТС;
- *Кинематика* — законы, определяющие закономерности развития вне зависимости от воздействия физических факторов. Важны для периода начала роста и расцвета развития ТС;
- *Динамика* — законы, определяющие закономерности развития ТС от воздействия конкретных физических факторов. Важны для завершающего этапа развития и перехода к новой системе.

Г. С. Альтшуллер разработал методы для анализа ресурсов. Несколько из открытых им принципов рассматривают различные вещества и поля для разрешения противоречий и увеличения идеальности технических систем.

ТРИЗ содержит набор из 76 стандартов на решение изобретательских задач. Они представляют собой комплекс приёмов, использующих физические или другие эффекты для устранения противоречий. Это своего рода формулы, по которым решаются задачи. С помощью этой системы можно не только решать, но и выявлять новые задачи и прогнозировать развитие технических систем. Для описания структуры этих приёмов Альтшуллером был создан вещественно-полевой (вепольный) анализ.

Классическая ТРИЗ является общетехнической версией. Для практического использования в технике необходимо иметь множество специализированных версий ТРИЗ, отличающихся между собой номенклатурой и содержанием информационных фондов. Некоторые крупные корпорации применяют элементы ТРИЗ, адаптированные к своим областям деятельности.

По каким параметрам можно определить состояние техники того или иного периода истории общества, новизну технического устройства? Каковы критерии технического прогресса? ответы на эти вопросы отличаются большим разнообразием.

И. А. Негодаев отмечает, что повышение производительности труда, вызванное техническим ростом, не может являться единственным важным критерием технического прогресса [4]. Известно, что большей производительности труда можно достичь не только с помощью более совершенной техники, но и посредством интенсификации труда и улучшения его организации. Учёный рассматривает ряд других показателей уровня технического прогресса — масштабы используемых материалов и процессов, уровень рациональности конструкций и соответствие выполняемых техникой функций, ее трудоемкость, надежность, интенсификацию информационных процессов и др. Т. е. прогрессивность техники должна определяться не отдельными, обособленными друг от друга показателями, а системой

критериев. В итоге наиболее прогрессивна та техника, которая обеспечивает максимально возможное и рациональное в каждых данных условиях использование внешней природы соответственно потребностям людей и общества. Не трудно заметить, что все перечисленные критерии технического прогресса акцентируют внимание преимущественно на технико-технологическом аспекте этого процесса и оставляют в тени его социальную сущность. Технический прогресс существует не сам по себе, а является частью общественного прогресса [4].

Определение критерия технического прогресса должно исходить не из возможностей выяснения того или иного уровня развития чисто технико-технологических показателей, а из отношения наличествующей техники к человеку и обществу в целом, технический прогресс имеет смысл лишь в соотнесении с человеком, с тем, что этот прогресс дает человеку. Человек замещает свой труд работой техники с единственной целью — как можно больше освободить себя от тяжелой рутинной работы, увеличить степень свободы своих действий. Поэтому *сущность технического прогресса состоит в замене труда человека работой машины с целью увеличения степени свободы человека.* Этот процесс, реализуемый в ходе деятельности людей, является закономерным [4].

Промежуточное положение техники между природой и обществом делает ее подчиненной, с одной стороны, законам природы, а с другой — законам общественного развития. Г. Н. Волков утверждает, что логика технического развития целиком обусловлена промежуточным положением техники, ее взаимосвязью с человеком и природой. Действительно, техника имеет естественную и общественную основу [8]. Но закономерности развития природы и общества ни в коем случае не являются закономерностями развития техники. На основе органического сплава природного и социального образуются внутренние законы развития техники. Эти законы имеют весьма своеобразный характер, являясь как бы итогом синтеза объективных законов природы и целей субъективной деятельности человека [4].

В качестве важнейшего общего закона развития техники выступает связь технических изобретений и их применения с практической необходимостью. В качестве основной причины развития техники выступают возникающие противоречия между растущими потребностями и возможностями их удовлетворения существующим уровнем техники [4]. В качестве другого общего закона технического прогресса можно назвать объективную последовательность этапов развития техники в ходе которых техника усложняется поскольку она все в большей степени замещает человека, его трудовые функции. Попытки создания периодизации научно-технического прогресса предпринимали такие учёные как К. Маркс, С. В. Шухардин, А. А. Зворыкин, И. А. Негодаев, С. С. Товмасян и др. На схеме рисунка 1.7 показана классификация существующих способов периодизации технического прогресса.

Рисунок 1.7. Периодизация этапов развития техники

Большинство вариантов периодизации технического прогресса не охватывают логику развития его основного элемента — машин. С. В. Шухардин отмечал, что нужно правильно выбрать основание для деления на характерные периоды развития в области техники. Таким основанием должен быть наиболее важный и существенный принцип данного явления, который определяет и влияет на все остальные связи. Кроме того, необходимо, чтобы выбранное основание было главным во всех периодах [9].

И. А. Негодаев отмечает, что таким признаком есть все основания считать *способ соединения человека с техникой* в процессе производства или соотношение функций человека и машины в совокупном рабочем механизме. В соответствии с этим основанием отдельными этапами технического прогресса можно считать три этапа — ручные орудия труда, машина, автомат [4].

Под автоматизацией понимается применение технических средств для полной или частичной замены участия человека в процессах получения, преобразования, хранения, передачи и использования материалов, энергии или информации. Техника замещает человека в выполнении им функции управления технологическим процессом, оставляя за собой лишь контроль за работой техники, ее наладку и настройку, которые все в большей степени по мере развития автоматизации переходят к самой технике. Человек выходит из непосредственного технологического цикла и становится рядом с ним [4]. Весь смысл развития техники в таком представлении заключается в том, что человек последовательно передает нетворческие стороны отдельных трудовых функций техническим устройствам для повышения эффективности своих трудовых действий. Поэтому основным законом технического прогресса выступает передача нетворческих сторон трудовых функций от естественных органов человека техническим средствам с целью повышения производительности труда.

Такое представление этапов развития технического прогресса в настоящее время нельзя считать окончательным. В XXI веке интенсивно ведутся исследования по созданию искусственного

интеллекта. Это предполагает появление человекоподобных робототехнических систем, способных имитировать творческую деятельность. Т. е. вполне очевидно, что очередным этапом развития прогресса может стать появление машин, способных осуществлять ещё и творческую деятельность, что может полностью вывести человека из производства продукции, необходимой для удовлетворения жизненных потребностей.

2. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

2.1. Эволюция технологий и средств производства в растениеводстве

Человек начал заниматься растениеводством более 10 тысяч лет назад. Земледелие уже было в то время, когда еще не приходилось говорить о каких-либо почвообрабатывающих орудиях. Зерна сеяли в землю без всякой обработки, протыкая лунки для них простой заостренной палкой. По сути это был первый вариант технологии нулевой обработки почвы, только на более низком, примитивном уровне. Борьба с сорняками и удобрение почвы проводились простым способом: поджигали лес, росший на месте будущего поля. Сгоревшие сорняки и древесная зола были прекрасным удобрением.

Первые орудия для обработки человек изготавливал из дерева. Самая простая конструкция была у бороны-суковатки (рис. 2.1 а).

а) борона-суковатка, *б) двузубая соха*

Рисунок 2.1. Древние почвообрабатывающие орудия

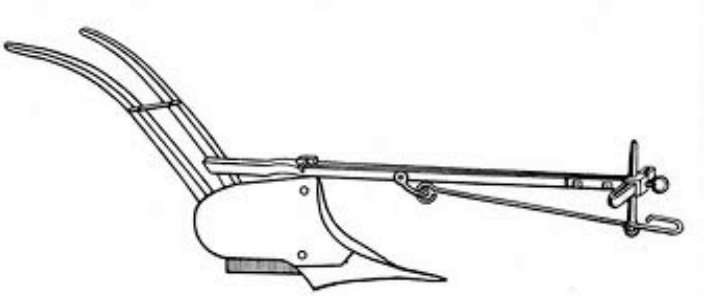
Борона-суковатка представляла собой ствол дерева с выступающими сучьями. Такое орудие перемещали по обрабатываемому поля с помощью животной тяги. Борона позволяла делать поверхностную обработку вспаханной сохой или плугом почвы без оборота её пласта. Более высокотехнологичным вариантом

почвообрабатывающего орудия являлась соха (рис. 2.1 б), которая применялась для вспашки почвы, её рыхления и оборота. Соха могла иметь один или два зуба. Деревянные зубья сохи часто подбивались железными наконечниками.

Соха считается одним из самых долго используемых на территории России почвообрабатывающих орудий. На протяжении почти тысячи лет, вплоть до конца XIX века, в лесной зоне Российской империи обычная соха оставалась важнейшим земледельческим орудием. Это был универсальный и наиболее оригинальный крестьянский предмет, значительно отличавшийся от рала и плуга. В пользу распространения сохи говорит тот факт, что металлические сошники не столько подрезали и переворачивали пахотный слой, сколько рыхлили и хорошо перемешивали его. А это способствовало сохранению плодородия почвы. Кроме того, между сошниками оставалась нетронутой узкая полоска земли, и это препятствовало водной и ветровой эрозии. Что также сказывалось на урожайности обрабатываемых земель.

Исследования археологов и историков показывают, что соху можно рассматривать как классический элемент восточнославянской сельскохозяйственной культуры. И возник этот элемент в специфических условиях северного лесного земледелия. А уж потом распространился и среди других народов Восточной Европы.

Чтобы успешно выращивать большинство зерновых культур в тех областях, где грунт был не слишком мягким и плодородным, требовалось поднять на поверхность нижние слои почвы, в которых содержались питательные вещества. Решить такую задачу могло лишь достаточно массивное устройство, которое приводилось бы в действие тяговой силой домашних животных. Так возникла идея плуга, предназначенного для вспашки земли (рис. 2.2).



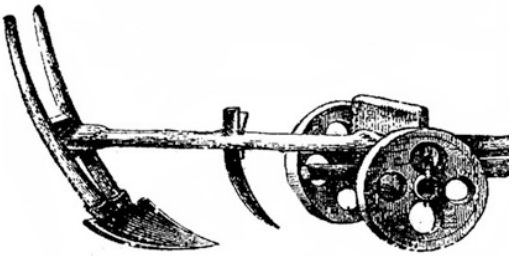


Рисунок 2.2. Внешний вид первых плугов

Первые рисованные изображения подобных устройств встречаются в древнеегипетских и вавилонских письменных источниках, которые ученые относят ко второму тысячелетию до новой эры. Сохранились также наскальные изображения плуга, найденные в северной части современной Италии.

Самые первые плуги были очень примитивны и просты по своей конструкции. Основой плуга была рама с дышлом,

на которой закреплялся вертикально кусок прочной древесины — лемех. Вот такое устройство и волочили по земле животные, обрабатывая верхние слои грунта. Очень часто лемех и дышло были выполнены из цельного куска древесины.

В Древнем Риме плуг был дополнен отвалом — крылом, которое откидывало пласт почвы в сторону от борозды. При этом травяная растительность и сорняки углублялись в почву, а содержащиеся в глубине питательные вещества выводились на поверхность. Плуг с отвалом был незаменим при обработке сырой земли. Впоследствии переднюю часть плуга стали ставить на небольшие колеса. Такая конструкция позволяла при необходимости уменьшать или увеличивать глубину вспашки. Современные плуги, применяющиеся в сельском хозяйстве, весьма отдаленно напоминают свой прототип. Однако, общий принцип действия этого орудия остался неизменным, а на смену животной силе сегодня пришли тракторы.

Первый набор сельскохозяйственных орудий кроме плуга, сохи и бороны-суковатки содержал ещё борону зубовую, косу или серп и грабли. Так продолжалось несколько тысячелетий до начала XVIII века, когда была изобретена сеялка. Бурное развитие научно-технического прогресса в XVIII–XXI веках в корне изменяло технологии возделывания сельскохозяйственных культур от простого к сложному и наоборот, что приводило к появлению новых орудий и машин, способных удовлетворить конкретные агротехнологические потребности. Наиболее энергоёмкими процессами при возделывании культур считаются обработка почвы и уборка урожая. В качестве резервов уменьшения себестоимости продукции растениеводства люди всегда рассматривали операции почвообработки. В настоящее время к содержанию операций в системе обработки почвы под различные культуры сформировался неоднозначный подход.

Н. А. Шпаковский рассматривает историческую модель эволюции технологий обработки почвы с позиций теории ТРИЗ [10]. Графически история совершенствования технологий обработки почвы показана им на рисунке 2.3.

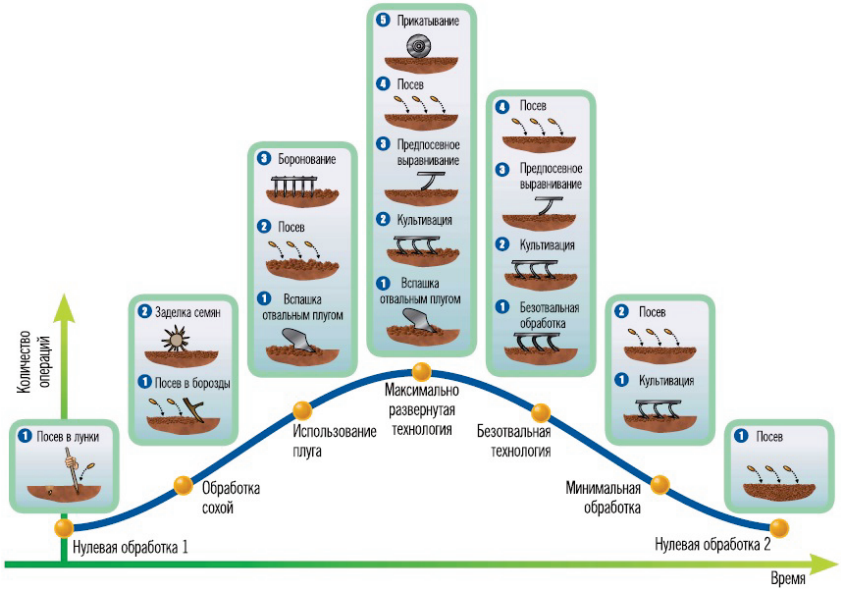


Рисунок 2.3. Линия «развёртывание-свёртывание» для технологий обработки почвы

Историческое развитие технологии обработки почвы содержит основные этапы: посев в лунки — обработка сохой — плужная обработка почвы — максимально развернутая технология обработки почвы — безотвальная обработка почвы — минимальная обработка почвы — нулевая обработка почвы.

Причины, которые приводили к такому изменению технологий обработки почвы, кроются в стремлении обеспечить благоприятные условия для роста растений и получить больший урожай или в необходимости предотвратить эрозию почв, их переуплотнение с образованием плужной подошвы. Также следует учесть желание сэкономить средства за счёт исключения некоторых технологических операций. Максимально развёрнутая технология обработки почвы массово практиковалась в середине XX века. Каждая операция почвообработки требовала отдельного прохода машины с трактором по полю, что негативно сказывалось на состоянии почвы и её переуплотнении. В конечном итоге был совершен технологический переход

к минимальной обработке почвы и далее — к нулевой обработке. Однако, многие сельскохозяйственные предприятия не отказались полностью от вспашки земель с оборотом пласта и делают это периодически.

Нулевая обработка — обработка почвы, совмещённая с посевом культуры. Для борьбы с сорняками в сеялки при посеве одновременно вносят гербициды.

По Гегелю, развитие материального мира подчиняется закону отрицания отрицания. В результате эволюции технологий обработки почвы по линии «развертывание-свертывание» мы в определенном смысле опять вернулись к первым шагам человечества в земледелии [10].

Борьба с плугом получила свое отражение и в литературе. Николай Лесков в своём произведении «Загон» описал сопротивление крестьян в XIX веке внедрению передовых по тем временам плугов. Крестьяне отстаивали свою традиционную технологию: рыхление верхнего слоя почвы сохой и бороной без отвальной вспашки.

«…По переселении орловских крестьян с выпаханных ими земель на девственный чернозем в Нижнем Поволжье агроном Шкот решился здесь отнять у них их «Гостомысловы ковырялки», или сохи, и приучить пахать легкими пароконными плужками Смайля; но крестьяне такой перемены ни за что не захотели и крепко стояли за свою «ковырялку» и за бороны с деревянными клещами… …А чтобы еще более поддержать авторитет своего англичанина-агронома, барин граф Перовский, развеселясь, обратился к «хозяевам» и спросил, хорошо ли плужок пашет. Крестьяне ответили:

— Это как твоей милости угодно.

— Знаю я это; но я хочу знать ваше мнение: хорошо или нет таким плужком пахать?

Тогда из середины толпы вылез какой-то плешивый старик малороссийской породы и спросил:

— Где сими плужками пашут?

Граф ему рассказал, что пашут «сими плужками» в чужих краях, в Англии, за границею.

— То значится, в німцах?

— Ну, в немцах!

Старик продолжал:

— Это вот, значится, у тех, що у нас хлеб купуют?

— Ну да — пожалуй, у тех.

— То добре!.. А тильки як мы станем сими плужками пахать, то где тогда мы будем себе хлеб покупать?..»

Н. С. Лесков. Загон

Любая новая технология возделывания сельскохозяйственных культур предполагает рост урожайности, повышение качества продукции и в конечном итоге увеличение производства продуктов питания. При этом она должна предусматривать сохранение экологического равновесия в почве, иначе плодородие почвы будет потеряно. В последнее время имеет место вопрос, каковы должны быть совокупные затраты энергии на 1 га пашни для обеспечения населения продовольствием и необходимого качества жизни? В ходе исследований [11] установлено, что увеличение удельного объёма потребления энергии (на 1 га пашни) с учётом временного фактора приводит к снижению качества жизни населения в основном за счёт резкого роста экологической составляющей ущерба.

На рисунке 2.4 представлена зависимость уровня производства продуктов питания F от удельного потребления энергии на обеспечение функционирования технологических процессов растениеводства, включая затраты энергии на поддержку инфраструктуры коммунально-бытового сектора.

Увеличение потребления энергии более 12–14 ГДж/га в год не приводит к повышению производства продуктов питания, но при этом вызывает новые затраты на восстановление экосистемы. Это свидетельствует об исчерпании энергетического фактора, обуславливающего рост качества жизни и необходимости перехода на новые ресурсосберегающие технологии в растениеводстве при достижении уровня прямых затрат энергии

около 3 ГДж на 1 га пашни в год [11]. Данное противоречие между энергонасыщенностью полеводства и экологическим состоянием почвы даёт ещё одно объяснение эволюции технологий обработки почвы по линии «Развертывание-свертывание».

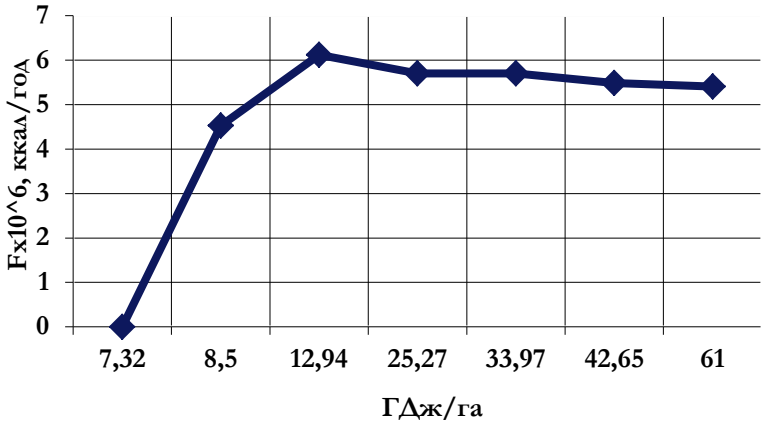


Рисунок 2.4. Зависимость уровня производства продуктов питания F от удельного потребления энергии в растениеводстве

В первом десятилетии нынешнего века в растениеводстве появилось много новых ресурсосберегающих технологий возделывания культур, снижающих количество проходов агрегатов по полю. Их внедрение приводит к некоторому общему снижению потребности в энергии.

2.2. Классификация современных агротехнологий и систем машин

В современном земледелии успех производственной деятельности целиком определяется применяемыми технологиями. Ход проектирования производственного процесса возделывания конкретной культуры зависит от выбранной технологии возделывания. Классификация имеющихся агротехнологий растениеводства представлена в таблице 2.1 [12].

Таблица 2.1.

Агротехнологии в растениеводстве (академик В. И. Кирюшин)

Основные показатели	Агротехнологии			
	Экстенсивные	**Нормальные**	**Интенсивные**	**Высокие**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Удобрения	Нет	Поддерживающие	Программированные	Точные
Защита растений	Пассивная	Эпизодическая	Интегрированная по ЭПВ*	Биологизированная
Обработка почвы	Система вспашки	Почвозащитная, комбинированная	Минимизированная	Оптимизированная
Техника	1–2-го поколения	3-го поколения	4-го поколения	Прецизионная
Качество продукции	Неопределённое	Неустойчиво удовлетворительное	Отвечающее требованиям переработки и рынка	Сбалансированное по всем компонентам
Землеоценочная основа	Почвенные карты 1:25000	Почвенные карты 1:10000	Почвенно-ландшафтные карты	Геоинформационные системы
Экологический риск	Активная деградация почв и ландшафта	Деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск

* ЭПВ — экологический порог вредности.

В настоящее время в нашей стране большинство сельхозпредприятий практикуют **нормальные** технологии растениеводства, и немногие хозяйства на ограниченных площадях применяют интенсивные технологии. Последнее десятилетие передовые агрофирмы нашей страны начали практиковать в своём производстве высокие технологии.

Интенсивные технологии рассчитаны на более глубокие знания, требуют применения минеральных удобрений до

150 кг д. в. на 1 га, малообъёмного использования средств защиты растений от болезней, вредителей и сорняков в зависимости от ЭПВ, внесение препаратов в различные фазы развития растений.

При этих условиях возможно программирование качества продукции, отвечающее требованиям перерабатывающих производств и рынка.

Интенсивные технологии рассчитаны на благоприятные по увлажнённости ландшафты (Центральный чернозёмный регион, часть Нечернозёмной зоны Северного Кавказа, некоторые регионы Зауралья). Их потенциал по урожайности зерновых культур составляет 3–4 т/га.

Следует отметить направленность интенсивных технологий на сбережение энергоресурсов и снижение деградации почв путём применения минимальной и нулевой обработки почвы.

Минимальная обработка почвы — это научно обоснованная обработка, снижающая энергетические затраты и число проходов по полю путём уменьшения глубины обработок, совмещения ряда операций в одном рабочем процессе.

Примеры минимальной обработки почвы:

— замена вспашки лущением или плоскорезным рыхлением;

— уменьшение глубины основной обработки почвы;

— сокращение числа и глубины обработок междурядий для пропашных культур и даже отказ от них (сорняки уничтожают гербицидами);

— совмещение технологических операций почвообработки и посева путём применения комбинированных машин.

Высокие технологии — стратегическое будущее конкурентного сельского хозяйства. Они требуют высококачественных сортов культур, семян, учитывают все природно-климатические условия зоны возделывания, систему обработки почвы и посева, систему внесения удобрений и защиты растений, а также позволяют удовлетворить требования к качеству продукции.

Высокие технологии рассчитаны на более благоприятные ландшафты страны, прежде всего, на район Северного Кавказа и европейского Предуралья, где возможна урожайность зерно-

вых культур 5–6 т/га. Высокие технологии базируются на биологизации и экологизации земледелия, что предусматривает постепенный отказ от применения гербицидов и минеральных удобрений. Землеоценочную основу таких технологий составляют **геоинформационные системы (ГИС)** — сочетание космических спутников, компьютеров со специализированным программным обеспечением и глобальных вычислительных сетей. Системы ГИС оптимизируют сроки и условия выполнения всего цикла операций в процессе возделывания культуры с получением её программированного урожая с заданным качеством и количеством.

Высокие технологии, геоинформационные системы и прецизионная техника составляют основу ***точного земледелия***.

Точное земледелие даёт возможность сельскохозяйственным предприятиям переходить на проектирование производства той или иной продукции с заданными параметрами качества и урожайности путём применения спутниковых систем и современных информационных технологий.

Для реализации интенсивных и высоких технологий необходима современная энергонасыщенная техника. В таблице 2.1 разным вариантам агротехнологий соответствует техника определённого поколения. Классификация техники на поколения условно выполнена авторами [12] по диапазону рабочих скоростей и ряду характерных показателей (табл. 2.2).

С технической точки зрения машины 4 и 5 поколений имеют практически одинаковую энергетику и механическую сущность. Их отличие заключается в том, что техника 5-го поколения имеет более совершенный бортовой компьютер (электронный «мозг»), связанный с системой ГИС и компьютером в офисе предприятия. Это делает технику прецизионной, т. е. способной точно обеспечивать жизненные потребности растений, например, при выполнении операций посева, ухода за посевами, внесения удобрений и т. д.. Появление машин для прецизионного земледелия можно считать определённым этапом в развитии технического прогресса с точки зрения взаимодействия элементов в системе «машина-почва-растение».

Таблица 2.2.

Классификация техники для агротехнологий

Показатель	Поколение техники				
	1	2	3	4	5 (прецизионная)
1	2	3	4	5	6
Рабочая скорость, км/ч	5–9	9–15	12–17	12–24	12–24
Повышенная энергонасыщенность	-	-	+	+	+
Комбинирование и многооперационность агрегата	-	-	+	+	+
Блочно-модульное исполнение	-	-	-	+	+
Уровень энерговооружённости труда, кВт/чел	<50	<50	51–59	51–59	132–147
Наличие бортового компьютера	-	-	-	+	+
Реализация точного земледелия	-	-	-	-	+

Комплектование МТП техникой 4–5 поколений позволит сократить требуемый комплекс машин на производстве зерна до 5–6 наименований. При выращивании зерновых культур **по интенсивной технологии** необходимы:

— базовый универсальный трактор;

— универсально адаптируемое почвообрабатывающее орудие;

— посевной адаптируемый почвообрабатывающий агрегат;

— опрыскиватель;

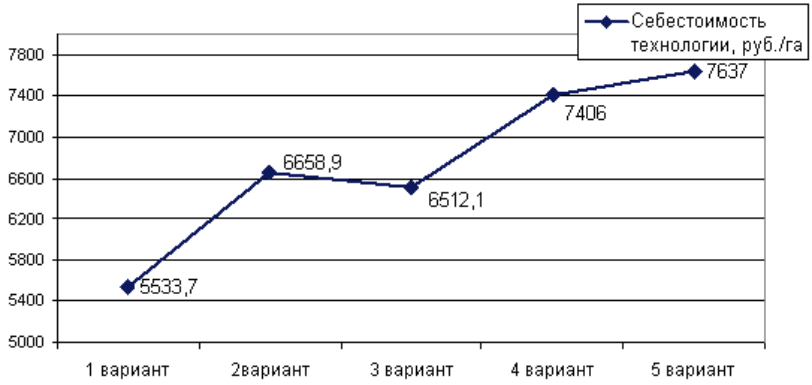
— зерноуборочный комбайн.

Нагрузка на одного механизатора в полеводстве при этом достигнет 22–0250 га.

Перечисленные в таблице 2.2 поколения машин сегодня можно дополнить новым поколением — робототехнические системы для растениеводства. Лидирующими странами по производству роботов для растениеводства являются Испания, Дания, США, Япония и др. Современные роботы уже могут выполнять обработку почвы, посев и уход за посевами, а также уборку урожая. Главная цель производителей-роботов — исключить человека из сферы полевых работ, оставить для него только контроль хода работ. Прогноз роста объёма продаж сельскохозяйственных роботов показывает, что с 2016 года до 2024 года он увеличится в 70 раз.

Высокие технологии в точном земледелии требуют наличия техники, оснащённой бортовыми компьютерами, позволяющими вести эксплуатационно-технологический мониторинг агрегата в режиме реального времени и управлять процессами обработки почвы, внесения удобрений, посева, уборки урожая культур. При этом техника рассматривается как часть геоинформационной системы, она контактирует с GPS-системами спутниковой навигации и стационарными комплексами компьютерных программ сельхозпредприятия.

Важно знать, как затраты на новую прецизионную технику отразятся на себестоимости продукции и других технико-экономических показателях производства. В Самарской области были выполнены полевые исследования эффективности прецизионного оборудования для дифференцированного внесения удобрений на площади 1365 га при средней урожайности яровой пшеницы 2,8 т/га. Срок окупаемости оборудования составил 1,5 года. Далее рассмотрим данные полевых исследований более подробно (расчеты действительны для условий и цен 2007 года).



вариант 1 — экстенсивная технология без применения удобрений (контроль);
вариант 2 — нормальная технология (удобрения в принятых в хозяйстве дозах);
вариант 3 — нормальная технология с применением GPS-навигации;
вариант 4 — интенсивная технология (расчетные дозы удобрений на планируемый урожай);
вариант 5 — интенсивная технология с применением системы точного земледелия.

Рисунок 2.5. Себестоимость технологии возделывания яровой пшеницы в полевом опыте

вариант 1 — экстенсивная технология без применения удобрений (контроль);
вариант 2 — нормальная технология (удобрения в принятых в хозяйстве дозах);
вариант 3 — нормальная технология с применением GPS-навигации;
вариант 4 — интенсивная технология (расчетные дозы удобрений на планируемый урожай);
вариант 5 — интенсивная технология с применением системы точного земледелия.

Рисунок 2.6. Себестоимость произведенного зерна яровой пшеницы в вариантах опыта

Анализ структуры затрат производства показывает: более значительную долю составляют затраты на использование минеральных удобрений (от 830 до 1566 руб./га), чем на применение средств точного земледелия (дополнительные затраты на использование GPS-навигатора составляют всего 38 руб./га, а при комплексном использовании средств точного земледелия затраты возрастают всего лишь до 440 руб./га). Вместе с ростом урожайности яровой пшеницы при модифицировании технологий возрастает и уровень чистого дохода руб./га посева.

Полное отсутствие удобрений в технологии возделывания яровой пшеницы зачастую рассматривается как вариант экономии производственных ресурсов, на деле это ведет к значительному возрастанию себестоимости зерна.

Это свидетельствует о том, что эффективность современных агротехнологий можно повысить путем не сокращения, а, наоборот, вложения ресурсов в производство. При этом затраты на единицу земельной площади могут возрастать, но себестоимость каждой единицы произведенной продукции уменьшается за счёт прироста урожайности (рис. 2.6).

3. ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Современные машины зависимы от человека. Эта зависимость проявляется не только в необходимости управлять рабочим процессом машины, но и в материальном обеспечении процессов эксплуатации техники и поддержании её работоспособного состояния. Массовое применение техники в сельском хозяйстве привело к появлению целого направления человеческой деятельности — **агроинженерия**. Современное растениеводство немыслимо без специалистов инженер-механик и инженер-электрик. Чтобы рационально использовать технический потенциал отраслей сельского хозяйства, необходима целая система инженерно-технического обеспечения.

Для пояснения факторов, которые формируют такой важный технико-экономический показатель как производительность машин, можно воспользоваться известной из курса эксплуатации машинно-тракторного парка (МТП) формулой [13]

$$W = 0{,}1 \cdot V_p \cdot B_p \cdot T \cdot \tau, \quad (2)$$

где W — сменная производительность агрегата, га;

V_p — рабочая скорость движения агрегата, км/ч;

B_p — рабочая ширина захвата агрегата, м;

T_p — продолжительность времени смены, час;

τ — коэффициент использования времени смены.

Из формулы (2) видно, что производительность машин определяется параметрами V_p и B_p, характеризующими их конструктивные особенности, а также параметрами организации работ, главный из которых коэффициент τ. Очевидно, что мобильные машины не могут работать всю смену без остановок, процесс их использования неизбежно связан с разного рода простоями по техническим, технологическим, метеорологическим или организационным причинам. На различных операциях

в полеводстве нормальным считается значение коэффициента τ в пределах 0,75–0,9. Наши исследования показывают, что на операциях почвообработки фактические значения коэффициента использования времени смены агрегатов могут составлять 0,45–0,65. Следовательно, все новые идеи конструкторов сельскохозяйственной техники и достижения технологий машиностроения, направленные на совершенствование машин, могут быть перечёркнуты низкой организацией их работы в сельскохозяйственном производстве, что приводит к недоиспользованию потенциальных возможностей техники.

Максимальная реализация потенциальных возможностей машин в сельскохозяйственном производстве не может быть достигнута в «чистом поле». Для этого необходима чётко отлаженная система инженерно-технического обеспечения производства и управления процессами машиноиспользования. Элементами данной системы являются инженерно-технические службы разных уровней управления и их ремонтно-обслуживающие базы. Инженерно-техническое обеспечение (ИТО) технологий растениеводства — это комплекс мероприятий, направленных на оснащение сельхозпредприятий средствами механизации полевых работ, профессиональными кадрами, технологической информацией, поддержание работоспособности средств механизации и достижение эффективного уровня их эксплуатации [3]. Форма организации использования машин в производстве существенно определяет их годовые показатели работы, размеры служб, осуществляющих инженерное обеспечение и их материальную базу.

3.1. Формы машиноиспользования в сельском хозяйстве

Форма организации использования МТП определяется владельцами машин. В настоящее время можно выделить следующие варианты форм машиноиспользования в отечественном сельском хозяйстве:

1. МТП сельскохозяйственных предприятий.
2. Машинно-технологические станции (МТС).

3. МТП фермерских хозяйств.

4. Межхозяйственная форма организации использования машин.

5. Машинные ринги.

В первой форме машиноиспользования сельскохозяйственные предприятия являются владельцами машин, создают собственную ремонтно-обслуживающую базу (РОБ) и имеют свой штат инженерно-технической службы (ИТС). Машинный парк используется для работы на земельных угодьях хозяйства. РОБ предприятия включает центральный технический комплекс (ЦТК) и пункты технического обслуживания машин в подразделениях хозяйств. Такая форма машиноиспользования характерна для крупных и средних хозяйств, которые организованы на базе бывших колхозов и совхозов и используют оставшуюся от них материальную базу. МТП данных предприятий занимает основной удельный вес в структуре средств механизации растениеводства в нашей стране, а данная форма машиноиспользования продолжает быть самой распространённой.

Форма организации машиноиспользования в виде МТС появилась в 90-е годы прошлого века. Клиентами МТС являются мелкие крестьянско-фермерские хозяйства, не имеющего всего перечня машин для возделывания сельхозкультур и не имеющие собственной РОБ для обслуживания наличной техники. МТС по договору с клиентским предприятием выполняет определённые виды полевых работ и при этом может оказывать услуги по техническому сервису МТП фермерских хозяйств. МТС в большинстве случаев создавались на базе районных ремонтных предприятий (РТП) и поэтому кроме собственного МТП имеют оборудование для выполнения широкого перечня ремонтных работ и восстановления ресурса сельскохозяйственной техники. Одна МТС способна выполнять машинно-технологическое обслуживание клиентских предприятий в рамках административного района. Широкое распространение получили уборочные отряды, создаваемые на базе МТС из импортных или отечественных комбайнов. Данные отряды способны вести уборку в различных климатических поясах и за сезон проходят с юга на север до 1000 км.

Межхозяйственная форма организации использования машин имела большое распространение в 70–80-е годы в виде специализированных производственных объединений совхозов (СПО) в Ленинградской, Волгоградской и других областях СССР [3]. Для выполнения полевых работ в рамках СПО создавались уборочно-транспортные комплексы, механизированные отряды для почвообработки, посева или внесения удобрений. Земельные территории отдельных хозяйств СПО имели общие границы, так как объединение создавалось из совхозов одного административного района. Поэтому механизированные отряды успевали в агротехнические сроки обрабатывать всю территорию хозяйств СПО.

РОБ отдельных совхозов-членов СПО была специализирована под выполнение ремонтов и ТО отдельных агрегатов машин (двигателей, коробок, ходовой, топливной аппаратуры и т. д.). Вместе РОБ всего СПО обеспечивала возможность более дешёвого и доступного обслуживания машин, при этом было очень тесное взаимодействие инженерной службы СПО с ремонтно-техническими предприятиями объединения «СЕЛЬХОЗТЕХНИКА». Именно в условиях СПО обеспечивались максимальная годовая выработка, высокий уровень надёжности машин и минимальные затраты на их эксплуатацию [3].

С организационной точки зрения современной альтернативой СПО являются *агрохолдинги* — объединения сельскохозяйственных предприятий для производства растениеводческой и животноводческой продукции, хранения, переработки и реализации продукции населению и оптовым потребителям. Отличием является то, что в состав современных агрохолдингов могут входить предприятия, расположенные в различных административных районах и даже в различных субъектах РФ. Агрохолдинги являются самыми крупными товаропроизводителями в отечественном сельском хозяйстве. В состав холдинга могут входить не только сельскохозяйственные предприятия, но и МТС, перерабатывающие заводы, элеваторы, РТП, оптовые базы сельскохозяйственной продукции и сети магазинов розничной торговли. Холдинг обеспечивает инвестирование про-

изводства и приобретение техники хозяйствами, поставку запчастей и горюче-смазочных материалов, организует предприятиям сбыт убранной продукции. Инженерные службы отдельных предприятий холдинга, как правило, самостоятельно организуют использование собственного МТП на своих угодьях и его технический сервис. В рамках агрохолдинга чаще встречается использование современных технологий контроля за работой машин. В настоящее время опыт кооперации также широко используется малыми сельхозтоваропроизводителями и особенно ассоциациями фермерских хозяйств. МТП фермерских хозяйств является малочисленным и состоит из одного или нескольких тракторов, комбайна и набора машин. Данная форма машиноиспользования стала развиваться в нашей стране с 1991 года. Отсутствие полного перечня машин для обеспечения технологий растениеводства у отдельных фермеров стимулирует их к образованию ассоциаций и кооперированию.

В последнее время в нашей стране стали появляться фермерские объединения — товарищества по совместному использованию техники или *машинные ринги* [3]. Товарищества по совместному использованию техники на немецком языке — «maschinenringe» (*ring* — кольцо, круг), поэтому в специальной литературе их часто называют «машинные ринги».

Машинные ринги — это форма объединения фермерских хозяйств для совместного использования сельскохозяйственной техники и оказания механизированных услуг сторонним организациям. Машинный ринг не располагает своими машинами, они принадлежат отдельным его членам. Ринг является посредником по организации использования техники отдельных его участников для оказания платных услуг иным фермерам и иным заинтересованным субъектам, к примеру, коммунальному хозяйству.

Целесообразность совместного использования техники особенно очевидна для специализированных машин. Машинные товарищества получили широкое распространение в Германии, Австрии, Англии, Люксембурге, Греции, Бельгии, Португалии и других странах. Расчеты за технический сервис здесь осуществляются в виде взаимопомощи, оплаты на базе двусторонних,

многосторонних и общих для всего кооператива договоренностей и установок. Исполнителями сервисных услуг являются как сами владельцы техники и участники ринга, так и специализированные сервисные предприятия. Участники машинного ринга стараются объединить в единый комплекс все имеющиеся у них средства ТО и диагностики, а также практикуют централизованное хранение МТП на подготовленных стоянках.

3.2. Инженерно-технические службы в сельском хозяйстве

Мировая практика инженерно-технического обеспечения (ИТО) делает ставку на региональные дилерские сервисные центры, которые являются представителем фирмы-изготовителя машин и отвечают за поддержание работоспособности техники в течение всего срока её эксплуатации. Отечественный путь развития системы ИТО в XX веке имел существенные отличия от зарубежного. Только после распада СССР в 90-е годы прошлого века в инженерной системе АПК России стали появляться дилерские центры производителей машин, которые наряду с инженерными службами сельхозпредприятий и независимыми ремонтно-техническими предприятиями принимают участие в техническом сервисе МТП.

Основным преимуществом ИТС сельского предприятия перед остальными инженерными структурами уровней АПК является её приближённость к местам работы сельскохозяйственной техники, возможность оперативного устранения эксплуатационных отказов и снижения простоев машин. Инженерно-техническая служба по механизации растениеводства в сельскохозяйственном предприятии позволяет решать вопросы производственной и технической эксплуатации МТП и является стержнем системы управления механизированным производством на предприятии.

В 20–40 годы XX века сельскохозяйственная техника почти полностью была сосредоточена в машинно-тракторных станциях, а колхозы той поры не имели на балансе свих машин. Машинно-тракторные станции обслуживали колхозы, выполняя механизи-

рованные работы на их полях, в радиусе своей деятельности. Вопросами обеспечения работы машин и поддержанием их работоспособности занимались инженеры и механики станций.

В 40–50 годы прошлого столетия от старых машинно-тракторных станций постепенно отказывались и передавали всю технику на баланс колхозов и новых совхозов. Теперь у сельскохозяйственного предприятия с появлением машинно-тракторного парка возникла необходимость в собственной инженерно-технической службе. Изначально это были универсальные ИТС, для которых характерно наличие в штате нескольких специалистов и персонала во главе с главным или старшим инженером (рис. 3.1).

В универсальных ИТС сотрудники занимаются широким перечнем производственных задач, при этом имеет место очень низкое разделение (специализация) служебных обязанностей (рис. 3.1). Универсальная служба находит применение и в настоящее время в малых предприятиях с парком самоходной техники до 30–40 единиц.

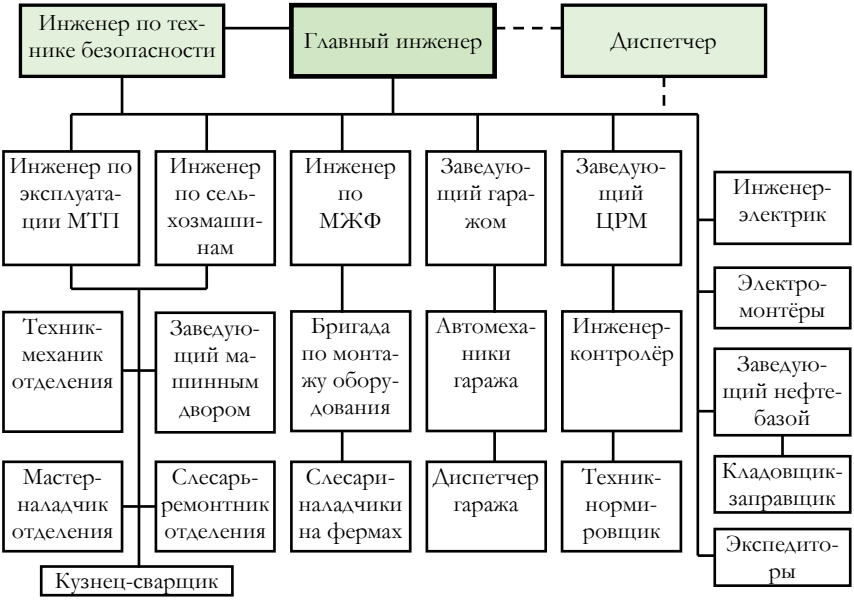


Рисунок 3.1. Схема универсальной инженерной службы предприятия

Управлять производством в крупном сельхозпредприятии, насчитывающем 75 и более самоходных машин, с помощью универсальной ИТС очень сложно, здесь требуется более совершенный механизм управления с чётким разделением служебных обязанностей между работниками, т. е. *специализация* ИТС (рис. 3.2).

В 70–80-е годы прошлого столетия ВНИПТИМЭСХ (г. Зерноград), учитывая опыт передовых хозяйств, разработал типовые проекты специализированных инженерных служб для крупных сельскохозяйственных предприятий. Остатки от таких инженерных структур применяются и в настоящее время. Для сельскохозяйственного предприятия со смешанным парком отечественной и импортной техники структуру специализированной ИТС можно представить пятью отделами (участками), показанными на схеме рисунка 3.3. В такой специализированной ИТС каждый специалист (начальник отдела) отвечает за свой относительно узких круг обязанностей и задач.

Также имели место инженерные структуры с более низкой специализацией. Уровень специализации обосновывался ВНИПТИМЭСХом для хозяйств с разными объёмами производства и территориальным распределением. Особенно остро необходимость в специализации ИТС сельхозпредприятий появилась в 70-е годы XX века, когда осуществлялся очередной переход на новую систему машин. В совхозы и колхозы страны поступали новые энергонасыщенные тракторы К-700, Т-150, МТЗ-80 и др., при этом изначально ожидаемого прироста производительности работ в полеводстве не случилось, а себестоимость одного га мягкой пахоты увеличилась по сравнению с периодами, когда работы выполнялись машинами старых поколений [14]. Причина была в том, что для новых поколений машин в те годы практически полностью отсутствовала полноценная система инженерно-технического обеспечения как на уровне сельхозпредприятий, так и на районном и областном уровнях.

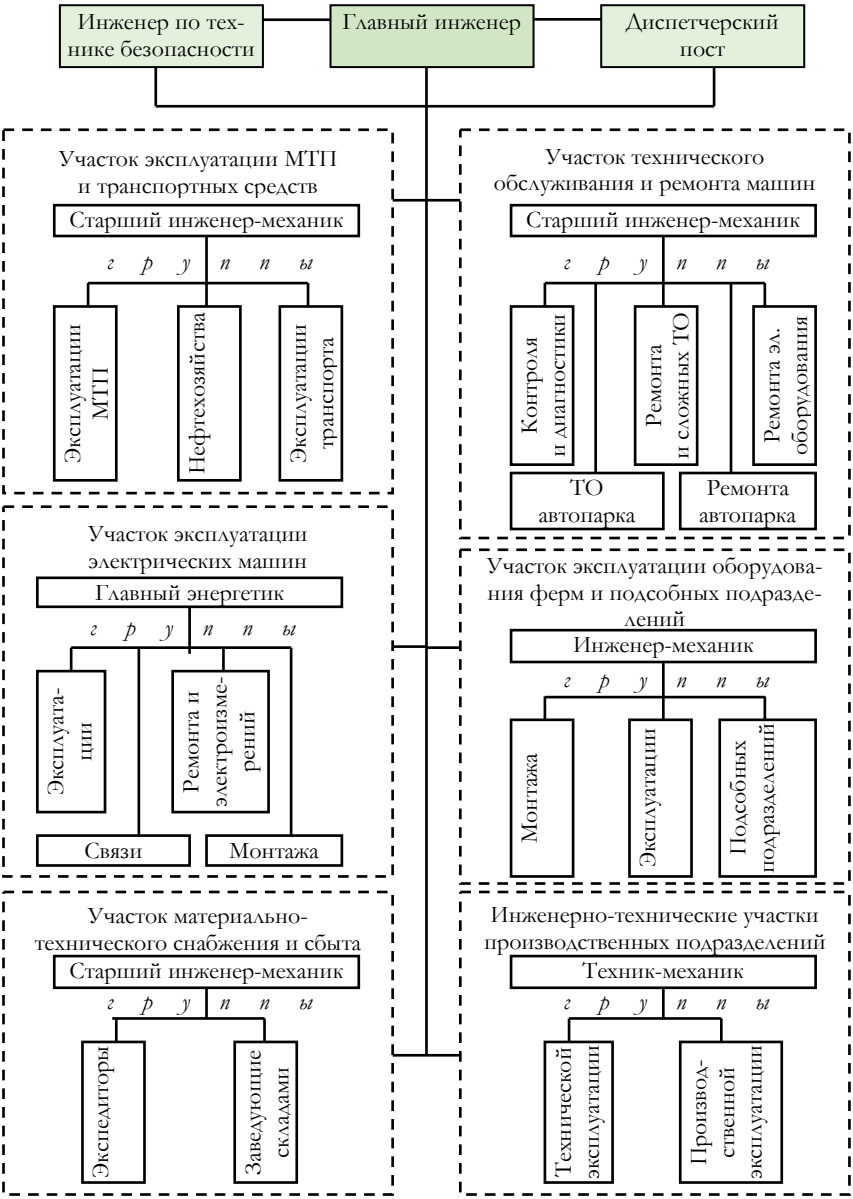


Рис. 3.2. Схема организации специализированной инженерной службы в хозяйстве Зерноградского района по проекту ВНИИТИМЭСХ

Наиболее значимым здесь было отсутствие сервисного оборудования для ТО и ремонта машин, нехватка запасных частей, информации о технологиях обслуживания и отсутствие специалистов, способных выполнят обслуживание такой техники. Имеющиеся на тот момент универсальные ИТС с их слабой РОБ не обеспечивали достаточного уровня эксплуатационной надёжности новой техники, поэтому потенциальные возможности машин не были реализованы. Решить проблему можно было путём повышения уровня специализации ИТС, укрепления обслуживающей базы хозяйств и налаживания интеграционных связей с объединением «Сельхозтехника» при организации сложных ремонтов и ТО машин.

Рисунок 3.3. Структура специализированной ИТС механизации растениеводства для сельскохозяйственного предприятия

В 90-е годы XX века начался распад объединения «Сельхозтехника» и это негативно отразилось на специализированных ИТС сельских предприятий, которые имели высокую интеграцию с объединением и целиком зависели от него. Большинство хозяйств вынуждены были сократить расходы на

содержание инженерно-технических работников и их материально-технической базы. В итоге был осуществлён возврат к универсальным ИТС или переход к службам с более низкой специализацией работ. Сокращению штата ИТС предприятий способствовало массовое появление в нашей стране импортной техники и дилерских сервисных центров для её обслуживания.

С 20-х по 90-е годы XX века структуры инженерных служб сельскохозяйственных предприятий развивались по линии «развёртывание-свёртывание» (рис. 3.4), т. е. от простых к сложным и наоборот.

90-е годы прошлого столетия характеризуются массовым развалом инженерных коммуникаций всех уровней АПК. Отсутствие плановой политики, централизованного управления сервисными процессами в рамках региона, слабость законодательной базы и разрушение отлаженных связей между заводами-изготовителями техники, сервисными структурами и инженерными службами сельскохозяйственных предприятий привели к резкому снижению надёжности парка машин и увеличению затрат на их эксплуатацию.

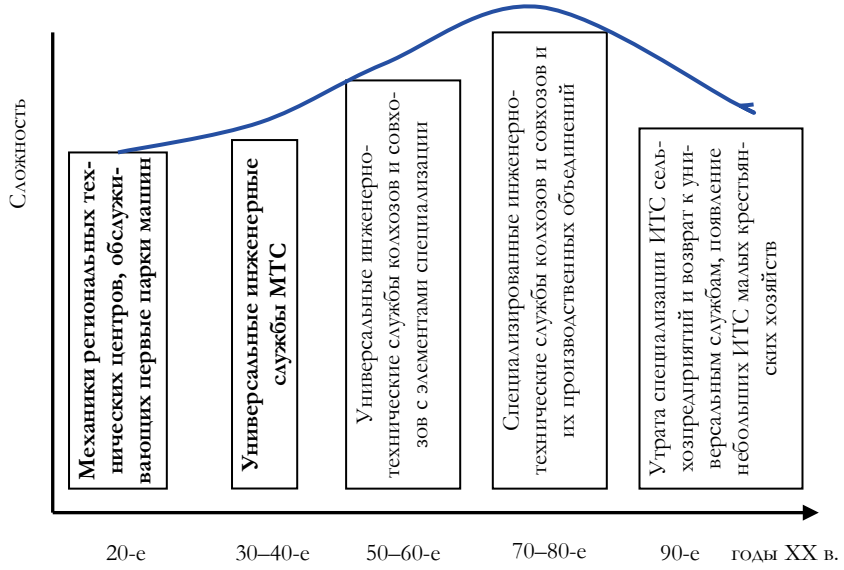


Рисунок 3.4. Линия «развёртывание-свёртывание» ИТС предприятий

Эти процессы продолжают иметь место и сегодня. Штат работников ИТС в сельхозпредприятиях сокращается, нагрузка на одного сотрудника возрастает. Значительно увеличился объём внешней информации о новых технологиях, а для её детальной проработки и решения аналитических задач у инженерных работников нет ни времени, ни условий. Хаос в любой системе непременно сказывается на её состоянии и показателях функционирования. Нами было исследовано изменение уровня эксплуатационной надёжности МТП в крупных хозяйствах Ростовской области с 70-х годов по 2000 г [16]. На схеме рисунка 3.5 показано изменение комплексного показателя надёжности — коэффициента технического использования машин $K_{ти}$, при росте энтропии инженерно-технической системы, как меры хаоса.

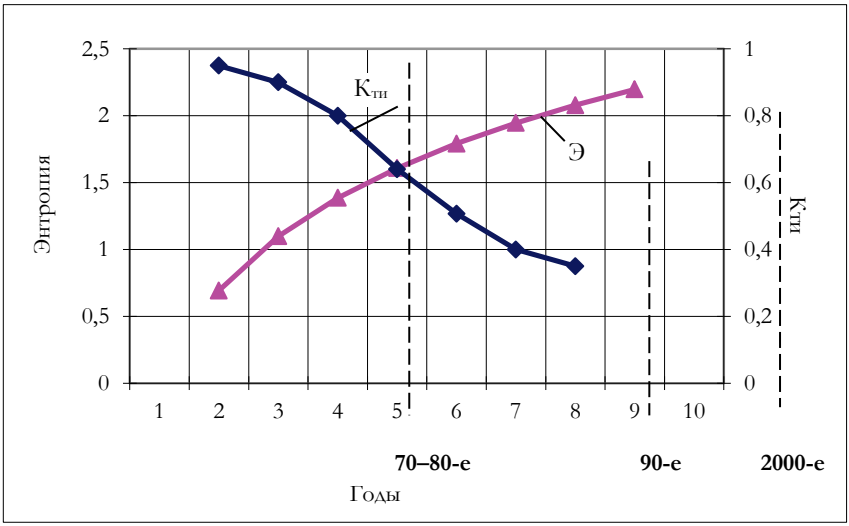


Рисунок 3.5. Энтропия системы ИТС и коэффициент технического использования машин

В настоящее время эта ситуация актуальна для вновь созданных или реструктурированных сельских предприятий или крестьянско-фермерских хозяйств (КФХ), где зачастую сельскохозяйственная техника попадает в некий «вакуум» — полное отсутствие сервисных коммуникаций и материально-технической базы. Не

следует ждать высокого технического ресурса и технико-экономических показателей работы таких машин.

Массовое появление импортной техники в 90-х годах очень сильно влияло на перестраивание отечественной инженерной сферы АПК, а также на регламент работы ИТС сельскохозяйственных предприятий, которые теперь должны были строить отношения не только с независимыми ремонтными предприятиями, но и с сервисными центрами дилерских предприятий. Сокращение ИТС сельских хозяйств в этот период не означало полной потери специалистов для села, большая часть из них ушла работать в дилерские структуры, т. е. имела место массовая миграция кадров внутри отрасли.

В сфере организации ИТС сельхозпредприятия в настоящее время актуален вопрос обоснования структуры и численного состава службы для конкретных условий производства. Вся имеющаяся нормативная и методическая база времён советского периода в данном случае не поможет полностью решить вопрос. Необходимы новые научно обоснованные методы решения данной задачи с учётом степени интеграции всех участников инженерно-технической системы региона. Важность этой задачи объясняется тем, что оперативные возможности инженерно-технической системы, которая обеспечивает работу машин, существенно определяют степень реализации их потенциальных возможностей и эффективность сельскохозяйственного производства в целом.

Академики Краснощёков Н. В. и Липкович Э. И. предлагают [15] современный подход к организации инженерной службы предприятия, который отражает сущность технологических процессов нынешних предприятий. Для выполнения этих процессов и направлений производственной деятельности хозяйство должно иметь соответствующий состав специализированных подразделений ИТС, который отличается от традиционных структур наличием подразделений, осуществляющих сбор и обработку информации о ходе производственных процессов предприятия и внешней информации технико-экономического и технологического характера для стратегического планирования и принятия текущих управленческих решений.

3.3. Управление надёжностью технологических систем в растениеводстве

В предыдущих разделах мы рассмотрели зависимость отдельных машин и технических систем от людей, которые управляют их работой и создают сферу инженерно-технического обеспечения механизированного производства. Обеспечение надёжности только лишь технических систем не всегда приводит к ожидаемому результату производственной деятельности. Это происходит от того, что отдельные машины или их группы (технические системы) являются элементами более сложных *технологических* систем. Определения технологических систем и перечень показателей их надёжности даны в ГОСТ 27.004-85, а технические требования к методам оценки надёжности технологических систем изложены в ГОСТ 27.204-83.

Технологическая система (ТС) — совокупность функционально взаимосвязанных средств технологического оснащения, предметов производства и исполнителей для выполнения в регламентированных условиях производства заданных технологических процессов или операций.

Т. е. технологическую систему образуют следующие элементы:

ЛЮДИ — МАШИНЫ — ПРЕДМЕТЫ ПРОИЗВОДСТВА

Управление механизированным производством в растениеводстве или в другой отрасли предполагает системный подход и анализ всех трёх оставляющих технологических систем. Технологическая система может иметь низкую производительность и причинами здесь будут не только техническое состояние машин, но и фактор человека, его низкая квалификация или неспособность правильно организовать технологический процесс. Перерасход средств технологической системой может быть вызван как ухудшением технического состояния машин, так и человеческим фактором или изменением свойств обрабатываемой среды (предметов производства). Качество продукции технологической системы также определяется состоянием машин и квалификацией человека-оператора.

Существуют уровни технологических систем:

1. Технологические системы отдельных операций.
2. Технологические системы процессов.
3. Технологические системы производственных подразделений.
4. Технологические системы предприятий.

Работоспособным состоянием ТС считается состояние, при котором, значения параметров и показателей качества изготовляемой продукции, производительности, материальных и стоимостных затрат на изготовление продукции соответствуют требованиям, установленным в нормативно-технической, конструкторской и технологической документации.

Неработоспособное состояние ТС характеризуется состоянием функционального или параметрического отказа. Функциональный отказ связан с потерей функционирования и остановкой системы по причине технических неисправностей объектов, организации работы или природно-производственных условий. При параметрическом отказе сохраняется функционирование ТС, но происходит выход значений одного или нескольких параметров технологического процесса за пределы, установленные в нормативно-технической, конструкторской и технологической документации. Различают параметрические отказы ТС по параметрам качества продукции, производительности ТС и по материальным (стоимостным) затратам.

Машинно-тракторный парк, отдельные агрегаты, механизаторы и работники инженерно-технических служб (ИТС) образуют технологическую систему растениеводческого предприятия, которая состоит из технологических систем машиноиспользования и технологических систем отдельных процессов и операций растениеводства. В качестве технологических систем операций можно рассматривать группы машин и исполнителей работ, выполняющие одну сельскохозяйственную операцию (вспашка, боронование, внесение удобрений, посев, опрыскивание, и т. д.). Виды ТС операций растениеводства можно классифицировать как показано в таблице 3.1 [3].

Себестоимость и качество продукции растениеводства определяется именно надёжностью технологических систем. Наши

исследования говорят о том, что большая часть технологических систем операций растениеводства находится в состоянии параметрических отказов по параметрам расхода материальных ресурсов и производительности. Именно на этом нижнем уровне иерархии ТС всего предприятия формируется её надёжность.

Таблица 3.1.

Виды ТС операций в растениеводстве

Виды ТС операций	Пример
Простая ТС операции — состоящая из двух и более агрегатов однотипного марочного состава, выполняющих операцию без вспомогательных агрегатов	1) Агрегаты К-701+ПЛН-8-40 на пахоте; 2) Агрегаты МТЗ-1221+КПС-5 на культивации
Составная ТС операции — состоящая из двух и более агрегатов разномарочного состава, выполняющих операцию без вспомогательных агрегатов	1) Агрегаты К-701+ПЛН-8-40, К-701+ПЛН-9-35, МТЗ-1221+ПН-4-35 на пахоте; 2) Агрегаты МТЗ-1221+КПС-5, ХТЗ-121+3КПС-4,0 на культивации
Комплексная ТС операции — состоящая из двух и более основных агрегатов одномарочного или разномарочного состава, выполняющих операцию во взаимодействии с вспомогательными или транспортными агрегатами	1) Комбайны «Вектор», Енисей-1200 и транспортные агрегаты МТЗ-80.1+2ПТС-4 на уборке зерновых; 2) Основные МТА МТЗ-82.1+ОП-2000-1 и вспомогательные МТА МТЗ-950+АПЖ-12 на опрыскивании.

Исследования в области эксплуатации сложных систем показывают, что надёжность сложной технологической системы обеспечивается не только надёжностью отдельных технических объектов, из которых состоит система, но и организацией работы исполнителей, а также организацией управляющей системы, т. е. ИТС. Низкий уровень надёжности технологических систем растениеводства является не только результатом негативных макроэкономических процессов, но и результатом кризиса инженерной сферы предприятий АПК [3].

Академик Липкович Э. И. рассматривает управление сельскохозяйственными производственными системами как сложный динамический процесс, имеющий стохастический характер

[17]. На уровне сельскохозяйственного предприятия система управления получает информацию о функционировании объекта управления. На основании обработки информации система определяет и анализирует текущий режим работы объекта, выявляет необходимость в изменении режима функционирования и проверяет технологическую возможность требуемого изменения. Общая схема информационного взаимодействия в управляющих подсистемах различных уровней показана на рисунке 3.6.

Рисунок 3.6. Схема информационного взаимодействия в управляющих системах предприятия

Управление надёжностью может быть основано на разработках Дж. Неймана, Э. Мура и К. Шеннона, предполагающих использование избыточности (временной, структурной); введении

обратной отрицательной связи в подсистеме инженерной службы. При этом, инженерно-техническая служба является службой обеспечения надёжности и управляет машиноиспользованием путём выбора оптимального решения из альтернатив.

Надежность систем эксплуатации технических средств связывают со свойством системы заданное время сохранять возложенные на неё функции, несмотря на отклонение в ее структуре и организации. Применительно к технологическим системам машиноиспользования проблема надежности может формулироваться как разработка средств, механизмов функционирования, методов, математических и технико-технологических структур, обеспечивающих сохранение заданных параметров технологической системы в течении характерного периода работ [18].

По мнению профессора В. Н. Курочкина [18], оперативное управление надёжностью существующих в растениеводстве технологических систем возможно при наличии двух условий:

- принципиально новая структура ИТС предприятия;
- оснащение ИТС персональными компьютерами, экспертными системами, математическими моделями (пакетом специализированных программ) и системами спутникового мониторинга машин.

Следует отметить, что в настоящее время ведутся разработки компьютерных экспертных систем в области диагностирования технического состояния машин, их технологических настроек и т. д. Это позволяет существенно снизить время простоев машин по технологическим и техническим причинам.

Выше было отмечено, что надежность технологических систем в растениеводстве определяется интенсивностью появления параметрических отказов по производительности и затратам. Это, так называемые, скрытые параметрические отказы, когда система продолжает функционировать, но имеет место перерасход средств или снижение производительности. Выявить оперативно такой отказ при низком уровне развития внутрихозяйственных систем контроля в современных сельхозпредприятиях не всегда возможно. Применение информационных технологий в организации и управлении работой машин — это первый шаг к созда-

нию ресурсосберегающего управления машинными парками предприятий [3]. Ресурсосберегающие технологии машиноиспользования являются основой обеспечения конкурентоспособности отрасли растениеводство.

Нами были изучены факторы, определяющие надежность технологических систем в современном растениеводстве (рис. 3.7).

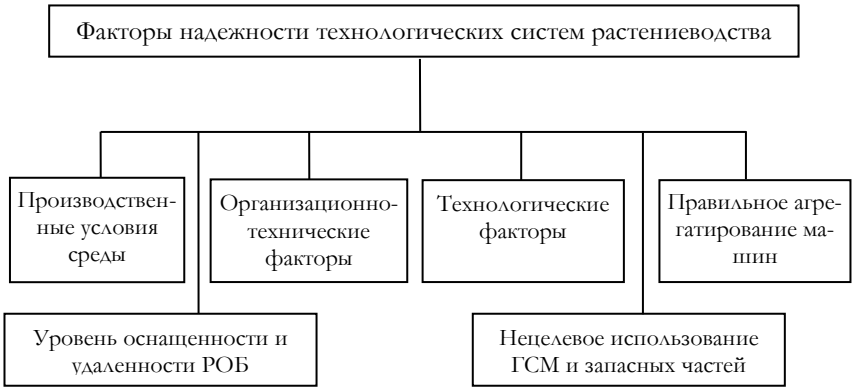


Рисунок 3.7. Основные факторы надежности технологических систем растениеводства

Практика показывает, что доминирование традиционной бумажной системы управленческого контроля за работой машин не позволяет своевременно фиксировать отклонение их производительности и расхода горюче-смазочных материалов (ГСМ) от действующих норм. Информация об этих отклонениях появляется зачастую в конце периода работ, когда исправить ситуацию уже нельзя. Более того, вследствие большой трудоёмкости работ инженеры многих предприятий игнорируют эту задачу. В результате предприятие несёт существенные убытки. Применение новых информационных технологий позволит минимизировать затраты времени на обработку информации и своевременно фиксировать параметрические отказы технологических систем, а также устранить нецелевое использование топлива и запасных частей. Параметры качества выполнения сельхозработ контролируются агрономическими службами

предприятий. Управление производительностью системы и её потреблением ресурсов является инженерной задачей, которая должна решаться оперативно в период выполнения полевых работ с применением автоматизированных систем управления.

Самый перспективный вариант контроля механизированного производства содержит элементы технологии прецизионного земледелия и отличается точностью, оперативной и малой трудоемкостью работ при обработке информации. Но он требует больших финансовых затрат, по этой причине на территории Российской Федерации прецизионное земледелие практикуют не более 15% предприятий.

ОСТРАЯ ПРОБЛЕМА ИНЖЕНЕРНОЙ СФЕРЫ АПК — это низкий уровень информатизации ИТС современных сельских предприятий. Большинство инженеров в управленческой деятельности продолжают обходиться без компьютеров и специализированного программного обеспечения. В единичных случаях ими используются универсальные пакеты (типа MS Office) для решения мелких вопросов. Инженеров в основном используют электронные каталоги для поиска запчастей, распространяемые поставщиками и дилерами. В редких хозяйствах сотрудники инженерной службы на рабочем месте имеют постоянный доступ в Интернет. Причиной такой ситуации является не только низкая платёжеспособность сельхозтоваропроизводителей, но и практическое отсутствие специализированного агрософта на отечественном рынке.

Использование GPS-навигации для позиционирования технических объектов, определения выработки машинно-тракторных агрегатов и расхода топлива является перспективным. Однако лишь небольшое количество предприятий сможет оплатить затраты на приобретение таких программно-аппаратных комплексов и оплату операторов связи.

На сегодняшний день в научной и другой специализированной литературе, а так же во многих официальных документах, аббревиатуру GPS относят исключительно к американской спутниковой системе NAVSTAR, хотя ранее предполагалось, что так будут называть все глобальные спутниковые системы

позиционирования. Спутниковая система NAVSTAR изначально разработана для нужд американского военного ведомства и стала законодателем в области новых навигационных технологий по всему миру, а также первой доступной гражданскому пользователю системой спутникового позиционирования. Гражданские пользователи во всём мире, включая пассажирские самолёты и корабли, могут по решению Министерства Обороны США быть отключены от возможности принимать сигнал с американских навигационных спутников.

Эта монополия не устраивает большинство стран, которые разрабатывают собственные системы спутникового позиционирования и в международных документах все системы, включая GPS, получили аббревиатуру — GNSS (Global Navigation Satellites System (англ.) — Глобальная Навигационная Спутниковая Система). Американская же система NAVSTAR стала GPS NAVSTAR или чаще просто GPS. **Российская Федерация имеет собственную спутниковую систему ГЛОНАСС.**

Навигационные системы NAVSTAR GPS и ГЛОНАСС состоят из трёх основных подсистем:

1. Подсистема космических аппаратов.
2. Подсистема контроля и управления.
3. Навигационная аппаратура потребителей.

Применительно к сельскому хозяйству в системах GPS и ГЛОНАСС используются программно-аппаратные комплексы, которые составляют основу «точного земледелия» и кроме позиционирования технических объектов позволяют выполнять:

- мониторинг состояния технических объектов предприятия — находится на месте или движется, удельный расход топлива, производительность и др.;
- точное вождение агрегатов по полю (Системы параллельного вождения и автопилоты);
- точную оценку площадей сельхозугодий в предприятии (GPS картографические системы);
- определение урожайности сельхозкультур;
- анализ состава почвы;

- поиск участков поля, повреждённых насекомыми или болезнями;
- и др.

Комплексные технологии производства сельскохозяйственной продукции, получившие название «точное земледелие» (Precision Farming), стали активно развиваться за рубежом еще в конце 90-х годов. Практически сразу же они были признаны мировой сельскохозяйственной наукой весьма эффективными, передовыми, переводящими агробизнес на более высокий качественный уровень.

В настоящее время, применяемое в сельском хозяйстве оборудование для точного вождения агрегатов подразделяется на две группы: системы параллельного вождения (Parallel Tracking) и автопилоты (Auto Trac). Данные системы составляют основу точного земледелия. Системы параллельного вождения и автопилоты используют системы спутниковой навигации для определения текущего положения сельхозтехники. Таким образом, достигается очень высокая точность (5–15 см) вождения по заданным траекториям даже в условиях плохой видимости.

Система параллельного вождения — это возможность запоминания траектории первого прохода трактора в поле и отображение на мониторе дорожек, параллельных первому проходу, в соответствии с шириной захвата агрегата. Работа ведется при активном участии механизатора в управлении машиной. Механизатор следит за движением агрегата, не допуская отклонения от заданной траектории. GPS аппаратура при этом использует сигнал SF-1 (отклонения от заданной траектории не более 15–30 см).

Автопилотирование отличается от параллельного вождения тем, что полностью исключается влияние человеческого фактора, а также работа ведется на более точном сигнале SF-2. Отклонения от заданной траектории контролируются электроникой и устраняются непосредственным вмешательством в систему рулевого управления, обеспечивая максимальную точность в среднем около 2 см. Тракторист помогает процессу управления трактором только на поворотах, что позволяет ему сосредоточить внимание на технологическом процессе.

Основные преимущества систем точного земледелия:

- Экономия топлива и других расходных материалов;
- Обеспечиваете большую производительность сельскохозяйственных работ;
- Максимально используется ширина машинно-тракторного агрегата, сводятся к минимуму перекрытия соседних рядов.
- Исключаются пропуски между соседними рядами растений.
- Увеличивается коэффициент загрузки техники (возможность работы ночью).
- Обеспечивается возможность работы в условиях плохой видимости (пыль, туман);
- Снижается утомляемость водителя.

В таблице 3.2 перечислены преимущества использования систем автопилотирования машинно-тракторных и уборочных агрегатов при выполнении различных работ в растениеводстве.

Таблица 3.2.

Преимущества систем автопилотирования на различных технологических операциях в растениеводстве

Операция	Показатели	Результат
1	2	3
1. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ	– взаимных перекрытий меньше на 10–15%; – ровные проходы, минимальная площадь взаимных перекрытий; – повышенный уровень комфорта работы оператора	– снижение затрат на 10–15%; – повышение производительности на 15–20%.
2. ПОСЕВ	– прямолинейные проходы + минимум перекрытий; – ровная технологическая колея;	– снижение затрат на семена; – экономия до 5% затрат на удобрения и дальнейшее опрыскивание, благодаря высокой точности проходов
3. ОПРЫСКИВАНИЕ	– опрыскивание любых паров, а также работа с почвенными гербицидами без пенных маркеров;	

Продолжение табл. 3.2

1	2	3
	– для возврата в требуемую точку поля после дозаправки используется функция запоминания текущего положения; – повышенная точность и скорость опрыскивания; – опрыскивание можно выполнять в ночное время	
4. ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ	– более точное внесение удобрений на полях; – легкое определение траектории прохода;	– повышение производительности на 18–20%
5. УБОРКА УРОЖАЯ	– использование всей ширины захвата жатки обеспечивается как на прямых, так и на криволинейных траекториях; – выгрузка легко выполняется на ходу; – поворот на конце гона быстрее; – автоматическое вычисление траектории соседнего прохода; – площадь перекрытий смежных проходов меньше на 10%	– на 10% снижаются затраты и увеличивается производительность работ

Таким образом, технический прогресс в растениеводстве сегодня связан не только с совершенствованием механических элементов машин, но и с внедрением в их конструкции электронных устройств, позволяющих «умным» машинам самим управлять выполнением технологических операций с участием спутниковых навигационных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие научно-технического прогресса за последние 300 лет имеет преимущественно революционный характер. Высокий темп развития техническому прогрессу изначально дала научная революция конца XVII века, а его ускоряющими факторами являлись промышленная и политическая конкуренция отдельных государств, а также их стремление к мировому господству.

В период с XVIII по начало XX века люди изобрели полный перечень машин для механизированного выполнения полевых работ в растениеводстве. Данное достижение человечества уже можно считать революционным шагом на пути технического прогресса, поскольку сельскохозяйственная техника при работе испытывает наибольшее количество факторов по сравнению с другими машинами, она зависима от природных условий и самое главное — она взаимодействует с живыми растениями, что предъявляет к ней особые требования. Достижение уровня комплексной механизация растениеводства не явилось поводом для снижения интенсивности научно-исследовательской и опытно-конструкторской деятельности в этой отрасли. Постоянно меняющиеся технологии возделывания сельскохозяйственных культур требовали адаптации к ним применяемой техники или перехода к новым системам машин, способным обеспечивать жизненные потребности новых культурных растений. Качественные изменения средств механизации растениеводства вызваны ходом научно-технического прогресса в отраслях электроники, автоматики, космической техники и средств связи. Внедрение передовых технологий из данных отраслей в сельхозмашиностроении позволило не просто получить более совершенные и «умные» технические объекты для прецизионного земледелия, а в корне изменить представление о сути машин и их взаимосвязи с человеком и культурными растениями.

Зависимость машин от человека и необходимость в системе инженерно-технического обеспечения машинного производства

требовали постоянного совершенствования форм машиноиспользования и инженерных коммуникаций в АПК. Это необходимо для реализации технического потенциала машин. Т. е. в ходе научно-технического прогресса развивались не только машины, но и система инженерного обеспечения процессов их эксплуатации. В настоящее время данное развитие из двух параллельных процессов преобразовалось в один — создание интегрированных систем для земледелия, включающих парк сельскохозяйственной техники, средства технического сервиса, инженерно-технические коммуникации и геоинформационные системы с космическими спутниками и программно-аппаратными комплексами. Такой подход диктуется необходимостью создания конкурентоспособного растениеводства, как средства обеспечения продовольственной безопасности общества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степин, В. С. Философия науки и техники / В. С. Степин, В. Г. Горохов, М. А. Розов — М. : Контакт-Альфа, 1995. — 372 с.
2. Жалнин, Э. В. История развития и перспективы внедрения мостового растениеводства / Э. В. Жалнин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. — 2002. — № 5. — С. 23–30.
3. Никитченко, С. Л. Инженерное обеспечение растениеводства: монография / С. Л. Никитченко — Зерноград : ФГОУ ВПО АЧГАА, 2011. — 267 с.
4. Негодаев, И. А. Философия техники : учебн. пособие / И. А. Негодаев. — Ростов н/Д. : Центр ДГТУ, 1997. — 562 с.
5. Шемакин, Ю. И. Семантика самоорганизующихся систем. — М. : Академический проект, 2003. — 176 с.
6. Петров, О. А., Панина, Л. К. Введение в синергетику живых систем. — СПб. : Наука, 2005. — 101 с.
7. Гораликова, М., Бреглова, П. Интеллектуальный капитал и таланты в развитии агробизнеса. — АПК : экономика, управление, 2003, № 8, стр. 27–35.
8. Волков, Г. Н. Социология науки. Социологические очерки научно-технической деятельности. — М. : Политиздат, 1968. — 329 с.
9. Шухардин, С. В. История науки и техники : учеб. пособие. Часть 1. — М. : Политиздат, 1974.
10. Шпаковский, Н. А. Эволюция технологий обработки почвы. Историческая модель / Н. А. Шпаковский // ТРИЗ-профи: эффективные решения. — 2007. ver. 2.0. С. 62–65.
11. Делягин, В. Н. Влияние уровня потребления энергии на производительность сельскохозяйственной системы / В. Н. Делягин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2009. — № 2. С. 17.
12. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство / под ред. В. И. Кирюшина, А. Л. Иванова. — М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2005. — 776 с.
13. Иофинов, С. А., Лышко, Г. П. Эксплуатация машинно-тракторного парка. — М. : Колос, 1984. — 352 с.
14. Агарков, В. И. Системное исследование процессов эксплуатации машинно-тракторного парка / Пензенский СХИ. — Пенза, 1977. — 419 с. — Рукопись деп. во ВНИИТЭИСХ 21.09.77, № 40. С. 77.

15. Система использования техники в сельскохозяйственном производстве. — М. : ФГНУ «Росинформагротех», 2003. — 520 с.
16. Никитченко, С. Л. Синергетический анализ инженерных служб АПК / С. Л. Никитченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — 2008. № 8. С. 22–24.
17. Липкович, Э. И. Аналитические основы системы машин / Э. И. Липкович. — Ростов : Кн. Изд-во, 1983. — 112 с.: ил.
18. Курочкин, В. Н. Научно-методические основы эффективности и надежности функционирования технологических систем в АПК / В. Н. Курочкин. — Зерноград : ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. — 468 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

1. ЭТАПЫ, ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА 6

1.1. Этапы и движущие силы научно-технического прогресса 6

1.2. Закономерности научно-технического прогресса 33

2. ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ 41

2.1. Эволюция технологий и средств производства в растениеводстве 41

2.2. Классификация современных агротехнологий и систем машин 48

3. ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА И МАШИНОИСПОЛЬЗОВАНИЯ 55

3.1. Формы машиноиспользования в сельском хозяйстве 56

3.2. Инженерно-технические службы в сельском хозяйстве 60

3.3. Управление надёжностью технологических систем в растениеводстве 68

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 79

ЛИТЕРАТУРА 81

Сергей Леонидович Никитченко

Этапы технического прогресса в растениеводстве

Учебное пособие

Ответственный редактор *А. Иванова*
Верстальщик *Т. Качанова*

Издательство «Директ-Медиа»
117342, Москва, ул. Обручева, 34/63, стр. 1
Тел/факс + 7 (495) 334–72–11
E-mail: manager@directmedia.ru
www.biblioclub.ru