

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Приморская государственная сельскохозяйственная академия»**

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И  
АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**для проведения факультативных занятий**  
в 9-ом классе учреждений общего среднего образования

*Пособие для учителей учреждений общего среднего образования*

**Модуль 3**

Уссурийск, 2022

## **Введение**

Развитие агропромышленного комплекса невозможно без соответственного технического и приборного оснащения, разработанного и произведенного с учетом передовых достижений научно-технического прогресса. Обоснованный выбор машин для комплектования технологических линий при проектировании и последующая грамотная эксплуатация, являются важными факторами надежного и бесперебойного снабжения населения продовольствием, а перерабатывающей промышленности – сырьем. Эти положения учтены при разработке модуля «Энергетическое обеспечение и автоматизация сельскохозяйственного производства».

Функционирование и развитие сельскохозяйственного производства должно базироваться на совершенствовании имеющихся и создании новых электротехнологий, технических средств, обеспечивающих повышение эффективности производства продукции, а для этого требуются высококвалифицированные специалисты.

С помощью занятий модуля можно будет обсудить с учениками самые разные актуальные темы в области оснащения отрасли техническими средствами и в вопросах импортозамещения; развить способность преодолевать жизненные трудности и готовности реализовывать проекты любой сложности.

## **Тематический план**

<b>Модуль 3. «Энергетическое обеспечение и автоматизация сельскохозяйственного производства»</b>	
<b>Тема 1. Применение электрической энергии в сельском хозяйстве</b>	
1.1.Электрификация технологических процессов сельскохозяйственного производства, ее роль в научно-техническом прогрессе по совершенствованию и развитию АПК	

<p>1.2. Особенности работы электрооборудования в условиях сельскохозяйственного производства</p> <p>1.3 Понятия, определения, терминология и классификация электроприводов, используемых в сельском хозяйстве</p> <p>1.4. Достоинства, отличительные черты и пути дальнейшего развития электропривода</p> <p><i>Вопросы для обсуждения</i></p>	
<p><b>Тема 2. Электрификация сельского хозяйства</b></p> <p>2.1 Электротермические процессы. Теория и способы осуществления</p> <p>2.2 Процессы с использованием сильных электрических полей</p> <p>2.2.1 Основные технологические процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон</p> <p>2.2.2 Зарядка частиц в электрических полях</p> <p>2.2.3 Электроаэрозольные установки, электростатические фильтры воздушно-газовых и жидкостных сред</p> <p>2.3 Электрохимические процессы обработки сред и получения материалов</p> <p>2.3.1 Электролиз</p> <p>2.4 Электрофизические процессы на основе физических методов воздействия на биообъекты</p> <p>2.4.1 Применение электроактивированных растворов в сельском хозяйстве</p>	
<p><b>Тема 3. Понятие об автоматизации технологических процессов</b></p> <p>3.1 Историческая справка</p> <p>3.2 Основные понятия и определения</p> <p>3.3 Производственный и технологический процессы</p> <p>3.4 Основные преимущества автоматизации производства</p> <p><i>Вопросы для обсуждения</i></p>	

<p><b>Тема 4. Роботизированное оборудование в сельском хозяйстве</b></p> <p>4.1 Как устроены и работают умные теплицы</p> <p>4.1.1 Преимущества автоматизации теплиц</p> <p>4.2 Роботы для теплиц и ферм</p> <p>4.3 Современные метеостанции</p> <p>4.4 Мониторинг фермы - камеры и датчики движения</p> <p>4.5 Мониторинг животных</p> <p>4.6 Сельскохозяйственные дроны</p> <p>4.7 Интернет вещей для сельского хозяйства</p> <p>4.8 Роботы для полей</p>	
<p><b>Тема 5. Применение информационных систем в сельском хозяйстве</b></p> <p>5.1 Информационная поддержка принятия решений</p> <p>5.2 Планирование агротехнических операций</p> <p>5.3 Мониторинг агротехнических операций и состояния посевов</p> <p>5.4 Анализ конечного результата и составление отчетов</p> <p>5.4.1 Прогнозировании урожайности культур и оценка потерь</p> <p>5.4.2 Планирование, мониторинг и анализ использования техники</p> <p>5.5 ИТ в агропромышленном комплексе в мире</p>	
<p><b>Проектная - исследовательская деятельность</b></p> <p>1. Организация проектно-исследовательской деятельности</p> <p>1.1 Основные понятия</p> <p>1.2 Особенности и этапы проектной деятельности</p> <p>1.3 Роль учителя в ходе работы над проектом</p> <p>1.4 Оформление результатов работы и защита проекта</p> <p>1.5 Использование средств наглядности</p> <p>2. Тематика проектов 3 модуля</p> <p>3. Оценка результатов проделанной работы</p>	

## **МОДУЛЬ 3. ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### *Цели модуля:*

1. через реальные примеры показать подрастающему поколению возможности для самореализации и получения полезных навыков в области функционирования и развития сельскохозяйственного производства;
2. стимулировать учащихся к размышлению о развитии в мире тенденций гармонизации жизни человека и природы, постепенного перехода на здоровые продукты и активный образ жизни и своем месте в мире будущего - популяризировать на этом фоне тему развития в сельском хозяйстве – в научной деятельности и на практике;
3. мотивировать учащихся к поиску вокруг себя возможностей попробовать себя в сельском хозяйстве.

### **Тема 1. Применение электрической энергии в сельском хозяйстве**

#### **1.1.Электрификация технологических процессов сельскохозяйственного производства, ее роль в научно-техническом прогрессе по совершенствованию и развитию АПК**

<p style="text-align: right;">ТЕМА 1</p> <p style="text-align: center;"><b>ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Электрификация технологических процессов сельскохозяйственного производства, ее роль в научно-техническом прогрессе по совершенствованию и развитию АПК</li><li>2. Особенности работы электрооборудования в условиях сельскохозяйственного производства</li><li>3. Понятия, определения, терминология и классификация электроприводов, используемых в сельском хозяйстве</li><li>4. Достоинства, отличительные черты и пути дальнейшего развития электропривода</li></ol>
--	---

Научно-технический процесс позволил механизировать и автоматизировать многие технологические процессы сельскохозяйственного производства, создать условия для высокопроизводительной и нетрудозатратной работы людей.

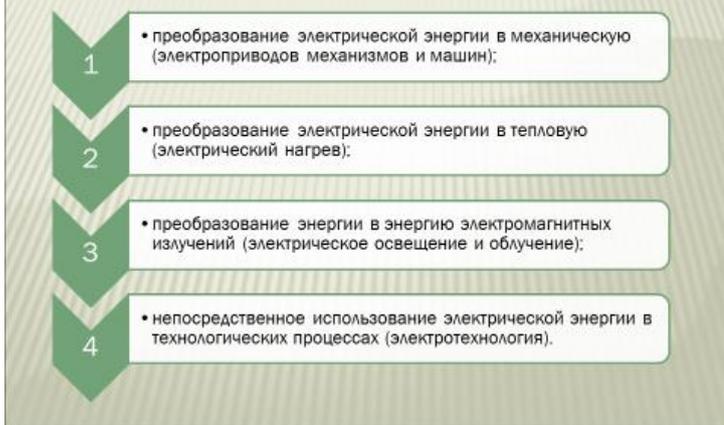
Современный этап экономического развития всех отраслей народного хозяйства страны характеризуется планомерным переходом к трудо-, ресурсо- и энергосберегающим формам и возрастанием роли социальных факторов. Особенную роль в этих условиях приобретают проблемы интенсификации сельского хозяйства и связанных с ним отраслей агропромышленного комплекса. В комплексе научно-технических и социально-экономических проблем, связанных с сельскохозяйственным производством *важное место занимает электрификация технологических процессов сельского хозяйства.*

Под электрификацией сельского хозяйства понимаются целенаправленные применения электрической энергии в технологических процессах с технической возможной и экономически выгодной точек зрения. Современная электрификация стала сложным производственно-техническим процессом, в котором использование электроэнергии тесно переплетено с технологией и организацией производства в целом. Комплексная механизация, электрификация и автоматизация является генеральным направлением развития современного сельского хозяйства. Существенное значение использования электроэнергии для сельского хозяйства состоит во внедрении систем электрифицированных машин в сельскохозяйственное производство, позволяющая завершить комплексную механизацию и автоматизацию трудоемких процессов в животноводстве, птицеводстве, растениеводстве, повысить производительность труда, сократить численность работников, улучшить качество продукции и снизить затраты на ее производство, облегчить труд рабочего.

Различные виды и способы применения электроэнергии в сельском хозяйстве классифицируются по энергетическому и отраслевому принципу.

Энергетический принцип отражает преобразования электрической энергии в другие виды энергии, а также ее непосредственное использование в технологических процессах. По этому принципу различают способы применения электроэнергии:

## СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ:



- преобразование электрической энергии в механическую (электроприводов механизмов и машин);
- преобразование электрической энергии в тепловую (электрический нагрев);
- преобразование энергии в энергию электромагнитных излучений (электрическое освещение и облучение);
- непосредственное использование электрической энергии в технологических процессах (электротехнология).

Отраслевой принцип классифицирует установки, используемые в животноводстве, растениеводстве, подсобных предприятиях и быту сельского населения.

*В животноводстве с помощью электроэнергии осуществляют электропривод различных установок, приготовление и раздачу корма, поение животных, дойку коров, первичную обработку молока, уборку навоза, помета, оптимальный микроклимат, освещение и облучение животных, стрижку овец, вывод и обогрев молодняка птиц, сбор яиц и другое.*



В животноводстве с помощью электроэнергии осуществляют электропривод различных установок, приготовление и раздачу корма, поение животных, дойку коров, первичную обработку молока, уборку навоза, помета, оптимальный микроклимат, освещение и облучение животных, стрижку овец, вывод и обогрев молодняка птиц, сбор яиц и другое.



В растениеводстве электроэнергию используют при очистке, сушке, сортировке зерна, при приготовлении травяной муки и гранул, при переработке и хранении сельскохозяйственной продукции, при орошении. В теплицах электричество обогревает почву и воздух, регулирует температуру, влажность, газовый состав, обеспечивает фотосинтез растений, приводит в действие различные механизмы. Весьма перспективным и многообещающим направлением научно технического процесса является непосредственное использование электроэнергии в технологических процессах обработки почвы и зерна.

Огромны возможности электрификации подсобных предприятиях в хозяйствах и быту. Здесь нашли распространение электропривод, -освещение, -сварка, -тепло, переработка и хранение сельскохозяйственной продукции.

Переход к комплексной механизации и электрификации сельскохозяйственного производства, курс на индустриальные методы производства выдвинул новые научно-технические задачи в области

электрооборудования сельскохозяйственных машин, агрегатов и поточных линий:

- сельскохозяйственному производству требуется автоматизированные технологические линии, оснащенные средствами контроля и управления для организации слаженной работы отдельных машин и участков технологического процесса;

- внедрение регулируемого автоматизированного электропривода поточных технологических линий (вентиляционные установки типа «Климат», автоматизированные водоснабжающие установки, управление ЗАВ и КЗС, кормоцехами, системами приготовления и раздачи кормов);

- разработка и организация производства унифицированных комплектных электроприводов для основных технологических линий сельскохозяйственного производства;

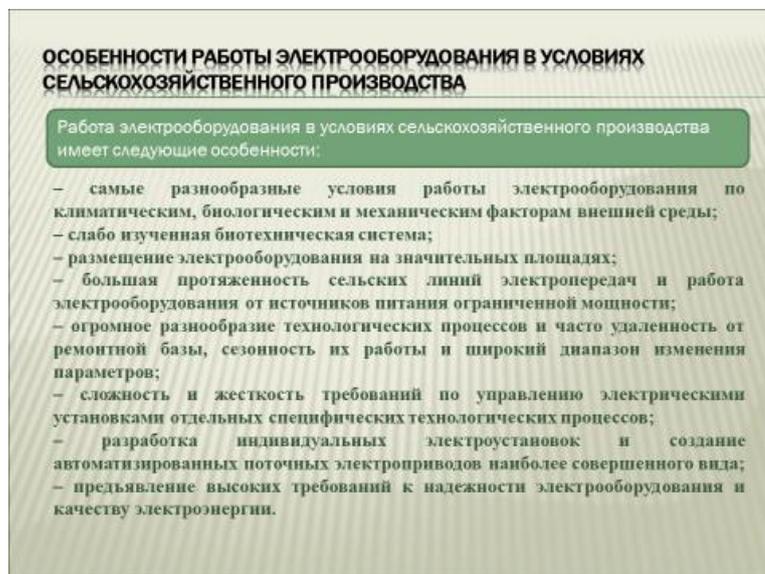
- повышения требования к качеству электроэнергии и надежности электрооборудования;

- большое значение приобретает технико-экономический аспект, как при приемлемых затратах на автоматизацию получить наибольший производственный экономический эффект.

В настоящее время имеет место частичная реализация этих задач в технологических процессах сельскохозяйственного производства.

## 1.2. Особенности работы электрооборудования в условиях сельскохозяйственного производства

Работа электрооборудования в условиях сельскохозяйственного производства имеет следующие особенности:



– самые разнообразные условия работы электрооборудования по климатическим (температура, влажность, газовый состав и загрязненность воздуха), биологическим (плесневые грибы, бактерии, насекомые, грызуны) и механическим (вибрация) факторам внешней среды;

– работа электрооборудования связана со слабо изученной биотехнической системой, в которой основные процессы протекают в биологическом объекте, характеризующего непрерывностью физиологических процессов и цикличностью получения продукции;

– размещение электрооборудования на значительных площадях и часто объекты имеют контролируемые и регулируемые параметры, распределенные по технологическому объему и во времени самым случайным образом;

– большая протяженность сельских линий электропередач и работа электрооборудования от источников питания ограниченной мощности (от отдельных комплектных трансформаторных подстанций);

– огромное разнообразие технологических процессов и часто удаленность от ремонтной базы, сезонность их работы и широкий диапазон изменения параметров;

- сложность и жесткость требований по управлению электрическими установками отдельных специфических технологических процессов;
- разработка индивидуальных электроустановок и создание автоматизированных поточных электроприводов наиболее совершенного вида;
- предъявление высоких требований к надежности электрооборудования и качеству электроэнергии (отклонение и несимметрия напряжения от основной частоты).

### 1.3 Понятия, определения, терминология и классификация электроприводов, используемых в сельском хозяйстве

На современном уровне развития техники электропривод определяется как автоматизированный электропривод (ЭП) и им называется электромеханическая система, предназначенная для приведения в движение исполнительных органов рабочей машины (ИОРМ) и управления этим движением (рисунок).



Электрическая энергия (ЭЭ) от источника электроэнергии 1 через преобразовательное устройство 2 (источник получения требуемых для электродвигателя параметров энергии и управления ее потоком) подается на электрический двигатель 3 (электромеханический преобразователь энергии). От электродвигателя механическая энергия (МЭ) через передаточное

устройство 4 (механическое, гидравлическое, электромагнитное) и имеющее функцию согласования движения электродвигателя и исполнительного органа передается на ИОРМ. Управление преобразователем 2 осуществляется от управляющего устройства 5 с помощью сигнала  $U_{зад.}$ , задающего характер движения исполнительного органа, и ряда дополнительных сигналов  $U_{доп.}$ , дающих информацию о реализации технологического процесса рабочей машины и характере движения ИОРМ, работе отдельных узлов ЭП, возникновения аварийных ситуаций.

Электротехнические изделия сельскохозяйственного назначения рассчитаны, как правило, для работы в трехфазной системе переменного тока с глухозаземленной нейтралью (нулевым проводом) напряжением 220/380 В частотой 50 Гц.



В электрическом приводе наиболее характерным является использование следующих типов:

– электродвигателей – постоянного тока различного возбуждения, асинхронных, синхронных, вентильных, шаговых, линейных постоянного и переменного токов;

– передаточных устройств – механических (цилиндрических, червячных и планетарных редукторов, передач винт-гайка, цепная и ременная), гидравлических, электромагнитных муфт;

– силовых преобразователей – управляемых выпрямителей, инверторов тока и напряжения, регуляторов частоты и напряжения, система Г-Д и импульсных регуляторов напряжения;

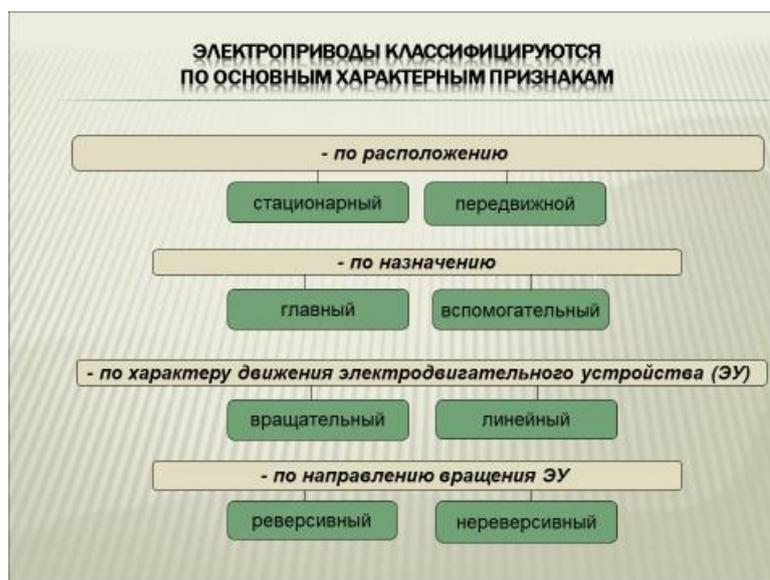
– блоков управления – кнопок управления, командоаппаратов, реле, логических элементов, микроконтроллеров, регуляторов, усилителей, микропроцессоров и управляющих электронных машин.

Уместно здесь вспомнить, что первый электрический привод был создан русским ученым академиком Б.С. Якоби в 1839 г. для приведения в движение катера (бота) на р. Неве со скоростью 2,5 км/ч и перевозившего против течения 12...14 человек. Привод имел сорок электродвигателей постоянного тока, работавших на два параллельных вала и гальваническую батарею из 320 элементов. несовершенство самого двигателя, неэкономичность гальванической батареи, отсутствие качественных средств, в основном проводов, для передачи энергии, не позволили в то время использовать широко электрический привод для промышленных целей.



Существенное значение электропривода для народного хозяйства состоит в широком внедрении рационального электропривода, который коренным образом изменяет условия производственной работы, повышая количество и улучшая качество продукции, повышая производительность и облегчая труд рабочего. В течение рабочего дня один человек может при помощи мускульной энергии выработать 1 кВт. ч. При средней установленной

мощности электродвигателей 4...5 кВт и при семичасовом рабочем дне это дает потребление 28...35 кВт. ч, соответственно заменяя 28...35 человек.



Классификацию электропривода выполним по следующим признакам (ГОСТ 16593-79 «Термины и определения»), выделяя только наиболее важные ее рубрики:

- расположению – стационарный, передвижной;
- назначению – главный, вспомогательный;
- характеру движения электродвигательного устройства (ЭУ) – вращательный, линейный;
- направлению вращения ЭУ – реверсивный, нереверсивный;



- принципу действия ЭУ – непрерывного, дискретного;

- виду связей ЭУ с ИОРМ – непосредственная, наличие той или иной передачи (механическая, гидравлическая, электромагнитная), маховиковая;
- соотношению чисел ЭУ и ИОРМ – групповой (обеспечивает движение ИО нескольких рабочих машин или несколько ИО одной рабочей машины) индивидуальной, взаимосвязанной (два или более электрически, или механически электродвигатели связаны между собой);



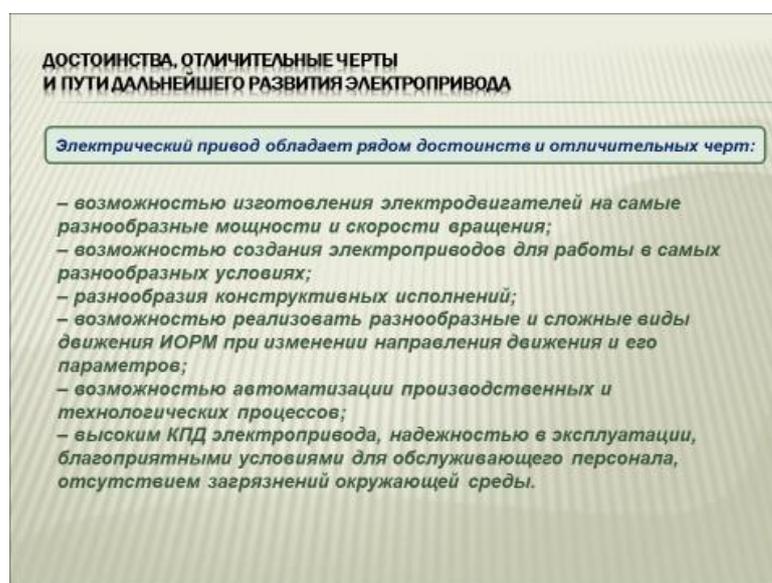
- рода тока – постоянного, переменного;
- источникам питания – сетевой, автономный (аккумуляторный, теплоэлектрический, система Г-Д);
- характеру изменения параметров – нерегулируемый, регулируемый (неавтоматизированный, автоматизированный);
- системам регулируемый электропривод выполняется: управляемый выпрямитель – двигатель (УВ - Д), преобразователь частоты – двигатель (ПЧ-Д), генератор-двигатель (Г-Д), магнитный усилитель-двигатель (МУ-Д), каскадный, импульсный, резисторный.

Наиболее совершенным видом регулируемого электропривода в настоящее время является автоматизированный электропривод поточных линий.

## 1.4 Достоинства, отличительные черты и пути дальнейшего развития электропривода

Электрический привод обладает рядом достоинств и отличительных черт:

– возможностью изготовления электродвигателей на самые разнообразные мощности и скорости вращения. Диапазон мощностей современного электропривода колеблется от сотых долей ватта до десятков тысяч киловатт (50 МВт), а пределы скорости вращения – от долей оборотов в минуту, а то и менее, до несколько сотен тысяч оборотов в минуту (достигнуто 200000 об/мин);



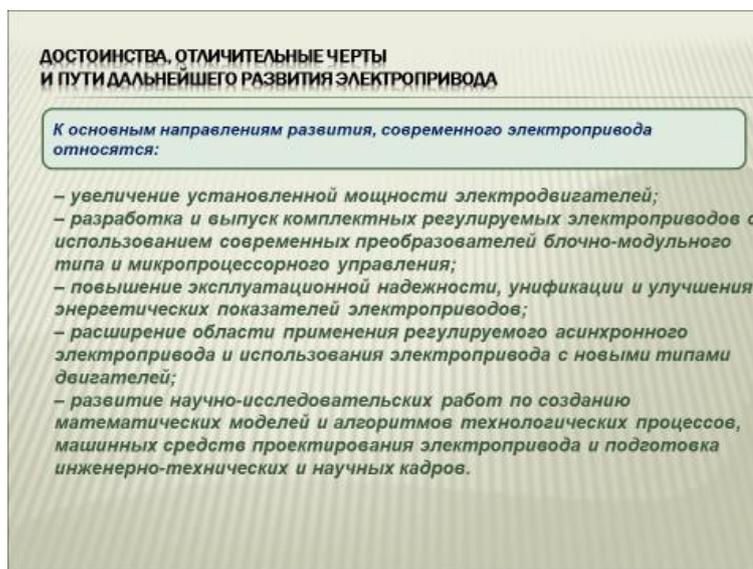
– возможностью создания электроприводов для работы в самых разнообразных условиях – среда агрессивных жидкостей и газов, условия космического пространства, низкие и высокие температуры и так далее;

– разнообразия конструктивных исполнений электродвигателей позволяет рационально осуществлять сочленение электродвигателя с рабочей машиной;

– возможностью даже с помощью простых средств управления реализовать разнообразные и сложные виды движения ИОРМ при изменении направления движения и его параметров – момента, скорости, ускорения;

– возможностью автоматизации производственных и технологических процессов, простой включения электропривода в общую автоматизированную систему управления производства;

– высоким КПД электропривода, надежностью в эксплуатации, благоприятными условиями для обслуживающего персонала, отсутствием загрязнений окружающей среды.



К основным направлениям развития, современного электропривода относятся:

– с ростом производительности машин и увеличения их энергонасыщенности – увеличение установленной мощности электродвигателей до 220...250 кВт;

– разработка и выпуск комплектных регулируемых электроприводов с использованием современных преобразователей блочно-модульного типа и микропроцессорного управления;

– повышение эксплуатационной надежности, унификации и улучшения энергетических показателей электроприводов;

– расширение области применения регулируемого асинхронного электропривода и использования электропривода с новыми типами двигателей

– линейными, шаговыми, вентильными, вибрационными, повышенного быстродействия и так далее

– развитие научно-исследовательских работ по созданию математических моделей и алгоритмов технологических процессов, машинных средств проектирования электропривода и подготовка инженерно-технических и научных кадров.

Следует отметить и то важное обстоятельство, что разработка и серийный выпуск различных средств вычислительной техники, микроэлектроники, полупроводниковых преобразователей, электрических машин, аппаратов и других элементов автоматизированного электропривода способствует его бурному развитию, совершенствованию и превращению в основное средство автоматизации и комплексной механизации не только сельского хозяйства, но и всех отраслей народного хозяйства.

## Тема 2. Электрификация сельского хозяйства

<p>ТЕМА 2</p> <h1>ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА</h1> 	<h3>СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ</h3> <ol style="list-style-type: none"><li>1. <i>Электротермические процессы. Теория и способы осуществления</i></li><li>2. <i>Процессы с использованием сильных электрических полей</i></li><li>3. <i>Электрохимические процессы обработки сред и получения материалов</i></li><li>4. <i>Электрофизические процессы на основе физических методов воздействия на биообъекты</i></li></ol>
--	--

*Электротехнологии в сельском хозяйстве* это набор технологических процессов и оборудования, позволяющих преобразовать электрическую энергию в другие виды энергии с целью управления биологическими процессами в живых объектах, а также для производства продукции с минимальными энергозатратами.

<h3>Электротехнологии в сельском хозяйстве</h3> <p>- это набор технологических процессов и оборудования, позволяющих преобразовать электрическую энергию в другие виды энергии с целью управления биологическими процессами в живых объектах, а также для производства продукции с минимальными энергозатратами.</p> <p><b>Технологические процессы и способы преобразования электрической энергии:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- электротермические процессы;</li><li>- процессы с использованием сильных электрических полей;</li><li>- электрохимические процессы;</li><li>- электрофизические процессы.</li></ul> 
--

Электротехнологии в сельском хозяйстве включает следующие технологические процессы и способы преобразования электрической энергии:

- *электротермические процессы*, в которых используется превращение электрической энергии в тепловые различные способы (в том числе СВЧ, лазер и др.) для нагрева материалов или биологических объектов в целях изменения их свойств или создания комфортных условий микроклимата;

- процессы *с использованием сильных электрических полей*, при которых энергия электрической) поля расходуется для получения озона и использования его свойств реагирования с материалами и биообъектами, а также сообщения электрического заряда взвешенным в газовом потоке крупным и мелким частицам вещества с целью перемещения их под действием поля в нужном направлении;

- *электрохимические процессы* обработки сред и получения материалов, при которых с помощью электрической энергии осуществляется разложение химических соединений или их разделение путем перемещения заряженных частиц (ионов) в жидкой среде под действием электрического тока или поля (электролиз, гальванотехника, электродиализ, электроактивация) с целью бактерицидного или обеззараживающего воздействия на сельскохозяйственные объекты, а также стимулирующего эффекта на физиологические процессы живых организмов;

- *электрофизические процессы* на основе физических методов воздействия на биообъекты, при которых используется превращение электрической энергии в энергию электромагнитного поля, звуковые колебания, излучения в видимой и невидимой части спектра (СВЧ-обработка, электростатическая, электроимпульсная, ультразвуковая, полем коронного разряда, ультрафиолетовое облучение и т. д.), направленные, большей своей частью, на стимуляцию жизнедеятельности растений и организмов.

### Иван Фёдорович Бородин (1929-2010 гг.)



Большой вклад в развитие электротехнологии сельскохозяйственного назначения внес академик РАСХН И.Ф. Бородин.

Под его руководством защищено много докторских и кандидатских диссертаций. Можно с уверенностью сказать, что именно он сформировал научные направления в электротехнологии АПК и создал научную школу.

Большой вклад в развитие электротехнологии сельскохозяйственного назначения внес академик РАСХН И.Ф. Бородин. Под его руководством защищено много докторских и кандидатских диссертаций электротехнологического направления. Можно с уверенностью сказать, что именно он сформировал научные направления в электротехнологии АПК и создал научную школу.

## 2.1 Электротермические процессы. Теория и способы осуществления

В общем энергетическом балансе сельскохозяйственных потребителей на долю тепловой энергии приходится около 80 % всей потребляемой энергии. Значительную долю в тепловых установках имеют электронагревательные системы.

Теория электрического нагрева изложена в учебниках по электротехнике.

Известно, что *все материалы по их электрическим свойствам разделяются на два больших класса: проводники и диэлектрики.* Но природе проводимости различают проводники первого рода (металлы, их сплавы, уголь, графит) и проводники второго рода (водные растворы кислот, щелочей, солей, расплавленные соли, ионизированные газы и др.).



Основные методы и способы преобразования электрической энергии в тепловую классифицируют следующим образом. Различают **прямой и косвенный** электрический нагрев.

При прямом электронагреве преобразование электрической энергии в тепловую происходит в результате прохождения электрического тока непосредственно по нагреваемому телу или среде (металл, вода, молоко, почва и т. п.). При косвенном электронагреве электрический ток проходит по специальному нагревательному устройству (нагревательному элементу), от которого тепло передается нагреваемому телу или среде посредством теплопроводности, конвекции или излучения.

Существует несколько видов преобразования электрической энергии в тепловую, которые определяют способы электрического нагрева. При нагреве сопротивлением происходит протекание электрического тока по электропроводящим твердым телам или жидким средам с сопровождением выделением тепла (закон Джоуля-Ленца). Нагрев сопротивлением может быть осуществлен *контактным и электродным способами*.

*Контактный способ* применяется для нагрева металлов как по принципу прямого электрического нагрева, например, в аппаратах электроконтактной сварки, так и по принципу косвенного электрического нагрева - в нагревательных элементах.

При косвенном нагреве широко используются различного рода нагревательные элементы.



**Электродный способ** применяется для нагрева неметаллических проводящих материалов и сред: воды, молока, сочных кормов, почвы и др. Нагреваемый материал или среда помещается между электродами, к которым подводится переменное напряжение.

**Излучение** представляет собой перенос тепла от одного тела к другому путем электромагнитных волн через разделяющую тела прозрачную для теплового излучения среду. Попадающие на тело лучи поглощаются и отражаются. Нагрев происходит только за счет лучей, которые поглощаются. Наибольшей поглощательной способностью обладает абсолютно черное тело.



Применяется также и **электродуговой нагрев**. В электрической дуге, возникающей между двумя электродами в газообразной среде, происходит превращение электрической энергии в тепловую. Для зажигания дуги

электроды, присоединенные к источнику питания, на мгновение соприкасают, а затем медленно разводят. Сопротивление контакта в момент разведения электродов сильно нагревается проходящим по нему током. Свободные электроны, постоянно движущиеся в металле, с повышением температуры в месте соприкосновения электродов ускоряют свое движение. С ростом температуры скорость свободных электронов настолько возрастает, что они отрываются от металла электродов и вылетают в воздушное пространство.

При движении они сталкиваются с молекулами воздуха и расщепляют их на положительно и отрицательно заряженные ионы. Происходит ионизация воздушного пространства между электродами, которое становится электропроводным. Под действием напряжения источника положительные ионы устремляются к отрицательному полюсу (катоде), а отрицательные ионы - к положительному полюсу (аноду), тем самым образуя длительный разряд - электрическую дугу, сопровождающуюся выделением тепла. Электродуговые установки могут применяться для плавки металлов.



В сельском хозяйстве также применяется **диэлектрический нагрев**. Физическая сущность диэлектрического нагрева представляется следующим образом. В твердых телах и жидких средах с плохой электрической проводимостью (диэлектриках), помещенных в быстропеременное электрическое поле, электрическая энергия превращается в тепловую.

**Высокочастотный диэлектрический нагрев** - перспективный способ нагрева и применяется главным образом для сушки и тепловой обработки древесины, бумаги, продуктов и кормов (сушки зерна, овощей и фруктов), пастеризации и стерилизации молока и т. п.



*Нагрев токами высокой частоты* является прямым нагревом - электрическая энергия преобразуется в тепло непосредственно в полупроводниках или диэлектриках, помещенных в быстропеременное электрическое поле.

При ВЧ нагреве потребление электроэнергии, непосредственно на изменение теплосодержания материалов наименьшей, по сравнению с другими способами. Токи высокой частоты позволяют осуществлять избирательный нагрев благодаря возможности концентрации мощности в нужном направлении и использованию спектральной чувствительности неоднородных по физическим свойствам материалов. При ВЧ нагреве достигается высокая концентрация мощности в единице объема нагреваемой среды, что позволяет значительно интенсифицировать производственные процессы.

*СВЧ-установки* применяют для нагрева и сушки различных сельскохозяйственных материалов, стимуляции биологических процессов, уничтожения сорняков и вредителей растений, стерилизации продукции сельскохозяйственного производства, лечения животных, птицы и т. д.

Высокочастотные и сверхвысокочастотные установки для диэлектрического нагрева применяют для различных видов тепловой обработки неэлектропроводящих материалов: сушка древесины, керамики, фруктов и др., сварка термопластических материалов, нагрев термореактивных материалов, склеивание фанеры, пластмасс и др., нагрев пищевых продуктов.

В сельскохозяйственном производстве более 80 % зерна, подлежащего сушке, обрабатывают конвективным способом (продувом зерна подогретым воздухом) в специальных установках.

Сушка зерна необходима поскольку при сжатых сроках уборки урожай может иметь большую влажность - 30-34 %, а для того чтобы зерно длительно хранилось, требуется влажность - 14 %.

## **2.2 Процессы с использованием сильных электрических полей**

### **2.2.1 Основные технологические процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон**

Озон - это второе относительно устойчивое соединение (аллотропное) кислорода. В отличие от молекулы кислорода, молекула озона состоит из трех атомов и имеет более длинные связи между атомами кислорода (длина связи в молекуле озона 128 А, в то время как длина связи в молекуле кислорода 121 А). Озон при обычных температурах - это газ светло-голубого цвета с характерным острым запахом. Озон образуется из кислорода, поглощая при этом энергию и, наоборот, при разложении переходит в кислород, выделяя энергию.

Характерными химическими свойствами озона в первую очередь следует считать его нестойкость, способность быстро разлагаться, и высокую окислительную активность. Окислительными свойствами характеризуются химические реакции озона с неорганическими веществами.

*Озонирование замкнутых объемов* (помещений, холодильных камер, овощехранилищ и т. д.) предпринимается с различными целями, например: дезодорация; детоксикация; биологическая очистка или санация;

демеркуризация; увеличение сроков хранения овощей, фруктов, иной продукции; предупреждения плесневения сырокопченых колбас и т. п.



*Продление сроков хранения плодоовощной продукции.* Применение озона, являющегося сильным окислителем, для хранения плодоовощной продукции способствует резкому снижению обсемененности ее поверхности гнилостной микрофлорой, снижает уровень метаболических процессов и препятствует ее прорастанию, т.е. устраняет основные причины порчи сельскохозяйственной продукции.

Применение озона при холодильном хранении плодов и овощей позволяет снизить потери от гниения, понизить интенсивность дыхания, а также замедлить их созревание из-за окисления этилена и других летучих продуктов обмена веществ. При этом чувствительность к озону отдельных сортов овощей и фруктов различна.

*Обработка зерна.* Озон, как активный дезинфектант, может применяться для увеличения сроков хранения зерна различной влажности.

Проводились сравнительные испытания с использованием сухих и влажных семян пшеницы, овса, ржи и ячменя. Программа исследований предусматривала вентилирование семян наружным воздухом и озонированным с последующим хранением, а также высушивание до кондиционной влажности после завершения хранения. Результаты

исследований показали, что применение озono-воздушной смеси в процессах послеуборочной обработки семян и зерна позволяет:

- увеличить срок хранения семян (зерна) в 1,5...2 раза по сравнению с вентилированием материала наружным воздухом и тем самым соответственно предотвратить порчу и потери зернового материала;

- повысить качество семенного материала (энергию прорастания и всхожесть) при незавершенном периоде его послеуборочного созревания;

- озono-воздушная смесь освобождает зерновую массу (особенно влажную и засоренную) от насекомых и вредителей, отпугивает грызунов и птиц;

- после окончания срока хранения материала влажностью 19 % и более рекомендуется его дополнительное одно - двукратное вентилирование озono-воздушной смесью с концентрацией озона 15...20 мг/м<sup>3</sup>, что увеличивает срок хранения на 15...20%;

- озонированный материал после хранения рекомендуется высушивать в установках активного вентилирования низкотемпературным (до 35°C) озонированным (3...5 мг/м<sup>3</sup>) теплоносителем, что обеспечивает повышение всхожести семян и снижение длительности процесса сушки до 25% с соответствующим уменьшением энергозатрат.

*Ветпрофилактика заболеваний животных и птицы.* Большое значение в птицеводческих и животноводческих комплексах имеет профилактическая дезинфекция оборудования, помещений, тары и др. В экспериментальных условиях испытывали действие озона в различных дозах на микроорганизмы, находящиеся на твердых поверхностях и в воздухе. Изучали действие озона на поверхности, зараженные кишечной палочкой и гемолитическим стафилококком, а также на распыленные в воздухе кишечную палочку и сардину. Было установлено, что озон в концентрации 10 мг/м<sup>3</sup> оказывает высокое губительное действие в отношении бактериальных частиц капельной фазы и пылевой фазы.

*Санитарная обработка кормов.* Кормовые отравления приносят значительный ущерб животноводству. Этот ущерб выражается, прежде всего, в гибели большого числа животных различных видов, а также в значительных потерях продукции или снижении работоспособности животных при их заболевании. Одной из главных причин кормовых отравлений животных являются корма, пораженные различными паразитными и сапрофитными грибами. Многие виды ржавчинных, головневых, плесневых и других грибов широко распространены в природе. Они поражают корма (грубые, концентрированные, сочные), чем обуславливают их вредные свойства.

Развиваясь на растениях в процессе их роста, микроорганизмы не причиняют видимого вреда, но после уборки попадая в благоприятные для них условия, они начинают очень активно размножаться, процессы их жизнедеятельности приводят к распаду белковых веществ и накоплению в зерне вредоносных продуктов, способствующих порче и снижению его качества. Так как зерно является основой для кормов животных и птиц микотоксины содержащиеся в нем, могут стать причиной тяжелых отравлений. Кроме того, зараженные микроорганизмами корма вызывают расстройства пищеварения и обмена веществ, снижают общую резистентность организма.

Озонирование как способ санитарной обработки кормов, прежде всего, ставит своей целью предотвратить заражение или разрушить микрофлору и её токсины. Санитарной обработке могут быть подвергнуты кукуруза, пшеница, ячмень, овёс, комбикорма, а также корма животного происхождения.

Биологическая ценность кормов после озонирования возрастает за счёт активирующего действия на белковые кормовые структуры, что повышает усвояемость организмом аминокислот белков. Кроме того, озон разрушает плесени и их токсины. Результаты исследований указывают на то, что использование озона для обработки кормового зерна увеличивает его усвояемость на 15%.

*Озонирование мясных и рыбных продуктов.* Озон можно применять при длительном хранении мяса и рыбы. При этом он эффективен только при использовании холода. Эффект озонирования определяется длительностью действия и концентрацией озона. Применение высоких доз озона приводит к окислению пигментов, что вызывает обесцвечивание мяса.

Хранение мяса и рыбы при постоянном и периодическом воздействии озона способствует предотвращению плесневения, порчи и лучшему сохранению питательных и вкусовых свойств. Срок сохранения мяса и рыбы в охлаждённом или замороженном состоянии увеличивается в 2...3 раза.

*Санитарная обработка пищевых яиц.* Исследованиями по использованию озона при холодильном хранении мяса специалисты начали вплотную заниматься с начала 30-х годов XX века.

Отдельные виды микроорганизмов (сальмонелла, плесневые грибки и др.), а также продукты их жизнедеятельности, попадающие через яйца и мясо в пищу человека, опасны для его здоровья. Исследования показывают, что уже спустя 3...5 ч. после сбора яиц большое количество микроорганизмов, попавших на скорлупу, проникает внутрь их и становится недоступным для дезсредств. Одним из наиболее пригодных дезсредств для ранней дезинфекции скорлупы яиц (непосредственно после сбора в птичниках) является озон.

При оценке пищевых свойств обработанных яиц не было обнаружено отклонений от нормы.

*Борьба с мышами и крысами.* Проведённые исследования показывают, что гибель мышей и крыс зависит от концентрации озона и продолжительности воздействия. При воздействии озоном на животных они вначале приходят в возбуждение, но при длительном действии его наступает угнетение. Если в этой фазе прекратить воздействие озоном, то происходит восстановление здоровья. При высоких концентрациях озона у животных наблюдаются значительные поражения дыхательного аппарата, которые носят необратимый характер.

*Повышение качества работы очистных сооружений.* Все канализационные очистные сооружения имеют дурно пахнущие атмосферные выбросы, содержащие такие вещества как сероводород, аммиак, меркаптаны и тд.

В настоящее время наиболее широко применяют рассеивание этих веществ на больших территориях, вдали от жилых районов или выводя выбросы на большую высоту. Некоторое время назад такой способ можно было бы считать оправданным, однако в настоящее время этих мер явно недостаточно.

В настоящее время современное общество все чаще сталкивается с проблемой, как удалить неприятные запахи не только на производстве, но и в быту. Суть рассматриваемой проблемы, в том, что запахи чаще маскируют, нежели удаляются в полном объеме. Одним из решений указанной проблемы является - озонирование, которое не только удаляет запах на 99 %, но и дезинфицирует воздушную среду помещения от вредоносных бактерий, влияющих на здоровье человека. В применение классических методов избавления от неприятных запахов имеет ряд недостатков: ароматизаторы не убирают, а маскируют неприятные запахи и в определенной мере выступают аллергенами, что пагубно будет воздействовать на людей предрасположенными к аллергии и делает невозможным применение их в домах проживания данных людей. Озон лишён выше перечисленных недостатков, он не токсичен, избавляет от неприятных запахов, окисляя их до простых веществ. Он реагирует, в первую очередь, именно с молекулами наиболее токсичных веществ и с молекулами, придающими воздуху запахи.

*Водоподготовка и очистка воды.* В настоящее время проблема повышения качества питьевой воды и надежность систем водоснабжения приобретает важное значение, особенно при истощении подземных водоисточников, и при переходе на поверхностные водоисточники, загрязненные органическими и промышленными соединениями. Одним из

наиболее эффективных приемов очистки воды от органических загрязнений антропогенного происхождения является озонирование воды.

В России действуют несколько крупных станций озонирования. Затраты на озонирование связаны с затратами на подготовку и осушку воздуха, на синтез озона, на смешение озона с очищаемой водой и на деструкцию избыточного озона или его рекуперацию.

### **2.2.2 Зарядка частиц в электрических полях**

Зарядкой частиц называют сообщение им электрического заряда. Основные способы зарядки частиц в электрических полях следующие: ионная, на электроде, совмещенная - ионная с зарядкой на электроде. Ионная зарядка происходит за счет осаждения на поверхности частицы ионов из объема газа.

Для ионной зарядки обычно используется униполярный коронный разряд.

**Электрозерноочистительные машины.** Принцип разделения зерна на зерноочистительных машинах камерного типа основан на коронном разряде. При этом осадительным электродом служит вертикальная заземленная плоскость, а коронирующим электродом — система проводов, расположенных параллельно плоскости осадительного электрода и одинаково удаленных от этой плоскости. Поскольку коронирующий электрод имеет отрицательную полярность, то отрицательные ионы, встречающие частицы, передают им свой заряд.

На частицу, получившую заряд в поле коронного разряда, действуют в основном две силы: сила тяжести и сила притяжения к осадительному электроду. Суммарное воздействие двух этих сил определяет траекторию движения частицы. Таким образом, каждая частица упадет на осадительный электрод в точке, высота которой будет определяться свойствами этой частицы. Это создает возможность разделения частиц в электрическом поле коронного разряда по камерам, расположенным на разной высоте в плоскости осадительного электрода.

Анализ работы электрокоронных сепараторов зерна камерного типа показал, что для отделения легких примесей надо применять разделение в вертикальной плоскости, а для сортирования зерна - в горизонтальной плоскости.

В электрокоронных сепараторах барабанного типа, имеющих заземленный барабан в качестве осадительного, а нити проволоки, натянутые вдоль барабана, в качестве коронирующего электрода. Частица, поступившая на поверхность вращающегося заземленного электрода-барабана со скоростью, равной нулю, приобретает заряд от ионов, движущихся от коронирующего электрода к барабану.

На частицу действуют силы: сила электрического поля, сила взаимодействия заряженной частицы с плоскостью барабана, сила тяжести и центробежная сила.

### **2.2.3 Электроаэрозольные установки, электростатические фильтры воздушно-газовых и жидкостных сред**

*Аэрозолями* называются компонентные смеси, состоящие из твердых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде. Размер аэрозольных частиц может быть от 1 нм до долей миллиметра. Аэрозоли обладают повышенной физико-химической активностью. В сельском хозяйстве аэрозоли применяются при борьбе с вредителями и болезнями культурных растений, дезинфекции и дезинсекции помещений, окраски различных поверхностей.

Эффективность аэрозольной обработки повышается, если частицы получают избыточный заряд одного знака. В этих случаях используют аэрозольный генератор, состоящий из распылителя с зарядным устройством и источника высокого напряжения. В генераторах применяют два способа зарядки аэрозольных частиц: ионную и зарядку на электроде в электростатическом поле.



*Электрическая очистка* - один из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана. Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах. Обычно промышленный электростатический воздухоочиститель предназначен для удаления дыма и паров от сварочных работ и дизельного топлива, масляных аэрозолей, дыма от производства пролиэтилена, резины, пластика, микроскопической пыли, табачного дыма, жира и паров от приготовления пищи, атмосферных загрязнителей, бактерий и некоторых вирусов. Различные модели позволяют очищать загрязненный воздух и возвращать его чистым обратно в помещение, сокращая затраты на обогрев зимой и кондиционирование летом. Первая такая конструкция зарегистрирована в США в 1907 году.

Все электрофильтры по назначению делятся на две основные группы: *сухие и мокрые аппараты*. Сухие электрофильтры бывают трех видов: аппараты для улавливания проводящей пыли, аппараты для улавливания непроводящей пыли и сухие аппараты для очистки горячих газов. Мокрые электрофильтры делятся на две категории: первая - это аппараты для осаждения кислотных туманов, вторая - мокрые аппараты для осаждения смол.

## 2.3 Электрохимические процессы обработки сред и получения материалов

### 2.3.1 Электролиз

Электролиз - это совокупность процессов, протекающих в растворе или расплаве электролита, при пропускании через него электрического тока.



Электролиз является одним из важнейших направлений в электрохимии. Электрохимия принадлежит к числу тех немногих наук, дата рождения которых может быть установлена с высокой точностью. Это рубеж XVIII и XIX веков, когда благодаря знаменитым опытам итальянского физиолога Л. Гальвани и созданию итальянским физиком А. Вольта в 1799 г. "вольтова столба" - первого в истории человечества химического источника тока – были сформулированы проблемы, решение которых определило основные задачи электрохимии. "Без химии путь к познанию истинной природы электричества закрыт" - сказал М. В. Ломоносов. И, действительно, как бы следуя словам великого ученого, создавалась и развивается наука - электрохимия.

Еще в начале позапрошлого столетия было установлено, что при прохождении электрического тока через водные растворы солей происходят химические превращения, приводящие к образованию новых веществ. В результате этого, в начале прошлого века возникло научное направление по изучению электрохимических процессов в растворах и расплавах веществ -

электрохимия. Химические превращения, происходящие при воздействии электрического тока на вещества, называются **электролитическими**.

Электролиз представляет собой довольно сложную совокупность процессов, к которым относятся: миграция ионов (положительных к катоду, отрицательных к аноду), диффузия ионов, разряжающихся на электродах, электрохимические реакции разряда ионов, вторичные химические реакции продуктов электролиза между собой, с веществом электролита и электрода. Технический или прикладной электролиз характеризуется сложностью протекающих в промышленных условиях электролитических процессов, различными видами электролиза, их зависимостью от природы электролита, типа электролитической ванны, оптимизации самих электролизных процессов.



Электролитические процессы классифицируются следующим образом:

- получение неорганических веществ (водорода, кислорода, хлора, щелочей и т.д.);
- получение металлов (литий, натрий, калий, бериллий, магний, цинк, алюминий, медь и т.д.);
- очистка металлов (медь, серебро,...);
- получение металлических сплавов;
- получение гальванических покрытий;

- обработка поверхностей металлов (азотирование, борирование, электрополировка, очистка);
- получение органических веществ;
- электродиализ и обессоливание воды;
- нанесение пленок при помощи электрофореза.

Электролиз протекает только в тех средах, которые проводят электрический ток. Способностью проводить ток обладают также водные растворы оснований и солей.

## **2.4 Электрофизические процессы на основе физических методов воздействия на биообъекты**

### **2.4.1 Применение электроактивированных растворов в сельском хозяйстве**

Сущность электрохимической активации (ЭХА) состоит в результате анодной или катодной обработки в диафрагменном электрохимическом реакторе водных растворов они переходят в метастабильное состояние, характеризующееся аномальной физико-химической активностью, которая постепенно убывает во времени.

ЭХА позволяет без применения реагентов изменять кислотно-основные, окислительно-восстановительные и каталитические свойства разбавленных водных растворов и использовать метастабильные жидкости вместо традиционных химических растворов в различных технологических процессах.

Таким образом, электроактивированные растворы получают в электродиализаторах при определенных условиях и особенностях конструкций. Эти конструкции обычно называют *электроактиваторами*, и одна из их особенностей - наличие только двух камер и одной диафрагмы.

Сегодня происходит интенсивное применение химических средств и препаратов в технологии выращивания культур. После их воздействия и в результате разложения отдельных видов химических соединений или

образования новых в пищевой продукции появляются и накапливаются вещества, фактически являющиеся ядами как для человека, так и для животных.

Для изменения сложившейся ситуации необходимо искать альтернативные пути борьбы с вредоносными организмами, основанные не на увеличении концентрации химических препаратов, а базирующиеся на блокировании специфических процессов жизнедеятельности микроорганизмов. Одним из таких путей является применение инновационных электротехнологий: электроактивации водных растворов, озонирования, обработки электромагнитными полями различных частот. В основе электротехнологий лежат химические процессы, схожие с теми, что выработались в процессе эволюции живых организмов.

Известно, что вода является одним из главных факторов внешней среды, регулирующей жизнедеятельность семян. В «стартовых» реакциях семян важным является процесс поступления воды во внутрь. Поступление воды подчиняется закону диффузии, представляющей собой передвижение активированных молекул воды между сорбционными центрами. Большое влияние на поступление воды в семена оказывают температура и почвенные условия.

В поле, при низкой температуре, особенно при недостатке влаги в почве, сильно задерживается поступление воды в семена, что проявляется в заметной задержке их прорастания и снижения всхожести. Таким образом, если семена обработать электроактивированным раствором мы ускорим влагообменные процессы и простимулируем жизнедеятельность семян. Эта гипотеза доказывается различными экспериментами: при обработке дегазированной водой семян кукурузы, огурцов, томатов, зерна пшеницы, ячменя была заметна активация.

### Электрофизические процессы на основе физических методов воздействия на биообъекты

Распространена технология консервирования с применением электроактивированных водных растворов. Как показывают результаты анализов силоса, качество корма в этом случае очень высокое и зачастую превышает по отдельным показателям даже корм, полученный с биодобавками.



Процесс скашивания и погрузки кукурузного силоса

В последние 10-20 лет стала распространяться технология консервирования с применением электроактивированных водных растворов. Как показывают результаты анализов силоса, качество корма в этом случае очень высокое и зачастую превышает по отдельным показателям даже корм, полученный с биодобавками.

Основу силосования составляет процесс молочнокислого брожения под воздействием микроорганизмов, размножающихся в анаэробных условиях.

Эта широко используемая технология предполагает в сжатые сроки убрать доступ кислорода воздуха к растительному сырью, повысить кислотность зеленой массы, что способствует подавлению развития плесневых грибов, гнилостных и масляно-кислых бактерий. На силос кукурузу рекомендуется заготавливать в конце фазы молочно-восковой спелости зерна. Скашивание производится специализированной сельскохозяйственной техникой с одновременной погрузкой в транспортные средства.

Транспорт перевозит силос далее к месту консервации и хранению - специальные силосные ямы. Для того чтобы, уменьшить доступ кислорода и уменьшить занимаемый объем, силос сразу трамбуют внутри ямы с помощью тракторной техники.

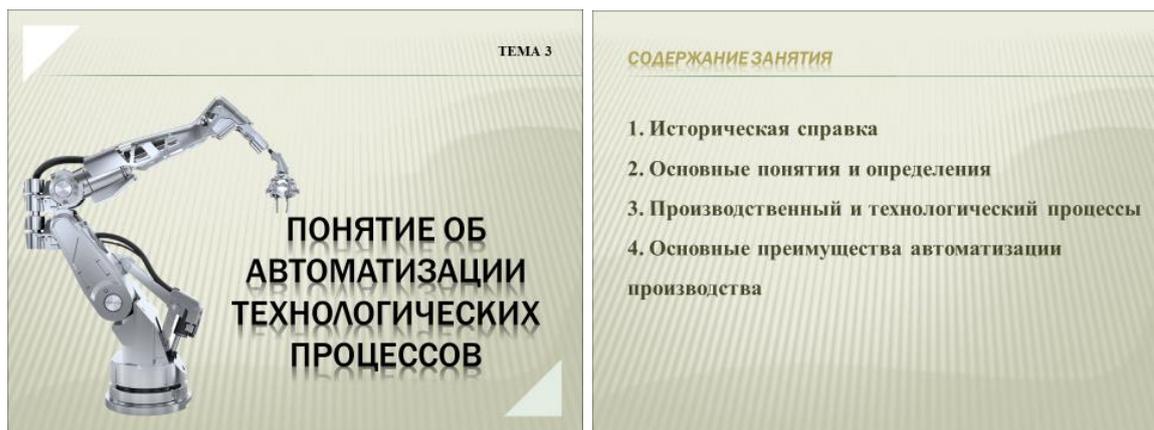
Ключевой задачей при силосовании кукурузы является ее сохранение с минимальными потерями питательных веществ, что позволяет использовать эту ценную кормовую культуру с максимальной выгодой в кормлении сельскохозяйственных животных. Для сведения потерь к минимуму

необходимо оценивать влияние процесса силосования на состав и питательную ценность заготавливаемого корма.

О качестве силосованного корма можно судить по составу органических кислот, накопившихся при брожении.

### **Тема 3. Понятие об автоматизации технологических процессов**

#### **3.1 Историческая справка**



Слово «автоматизация» происходит от греческого слова «автоматос», что означает «самодвижущийся». Мы понимаем термин «автоматизация» не как дословный перевод греческого слова «автоматос», а как такую операцию производственного процесса, в которой все действия, необходимые для ее выполнения, включая и управление протеканием процесса, происходят без непосредственного участия человека. Человек только налаживает устройства и контролирует их работу.

Автоматизации процессов предшествовали работы ученых и практиков, создавших различные автоматы как для выполнения определенных действий, так и для развлекательных целей. В начале I в. н.э. Герон Александрийский в работах «Пневматика» и «Механика» привел описание автоматов, созданных им и его учителем Ктесибием: пневматического автомата для открывания дверей храма и зажигания жертвенного огня; водяного органа; прибора для автоматического измерения длины дороги, напоминающего таксометр; автомата для продажи «священной» воды — прообраза автоматов для продажи

жидкостей; механического театра кукол. Идеи Герона не нашли широкого применения в его эпоху.

В середине I в. создаются автоматы, подражающие определенным действиям человека. В XIII в. немецкий философ-схоласт и алхимик Альберт фон Больштадт построил «железного человека» — механизм для открывания и закрывания дверей.



В XVIII в. швейцарские часовщики Пьер Дро и его сын Анри создали механического писца, выводившего гусиным пером фразы на бумаге; механического художника, рисовавшего головки и фигурки людей; механическую пианистку, исполнявшую на фисгармонии музыкальную пьесу. Дро были заключены в тюрьму инквизиторами по обвинению в колдовстве. В XVIII в. русский механик - самоучка И.П. Кулибин создал «театр автоматов», помещенный в часах величиной с яйцо. Каждый час в корпусе часов распахивались дверцы и можно было увидеть движущиеся под музыку фигурки. «Театр» этот хранится в Государственном Эрмитаже в Петербурге.

В конце XVIII - начале XIX в. в Европе в эпоху промышленного переворота автоматику начинают внедрять в производство.

В 1765 г. появляется автоматический регулятор уровня воды в котле паровой машины И. И. Ползунова, в 1784 г. - регулятор скорости паровой машины Д. Уатта, в 1804 - 1808 гг. - система программного управления ткацким станком от перфоленты Жаккарда. Этот этап развития автоматики, длившийся более полутора столетий, сыграл огромную роль в науке и технике

и привел к выявлению ряда основных принципов автоматике, позволивших ускоренными темпами автоматизировать производственные процессы.

### 3.2 Основные понятия и определения

Под *автоматизацией* технологических процессов понимают применение энергии неживой природы в технологическом процессе или его составных частях для выполнения и управления ими без непосредственного участия человека, осуществляемое в целях сокращения трудовых затрат, улучшения условий производства, повышения объема выпуска и качества продукции.

*Функции человека* — контроль за работой машины, устранение отклонений от заданного процесса (подналадка), наладка автоматизированной машины на обработку другого изделия. При этом человек не должен принимать участие в изготовлении каждого изделия, а в освобожденное время на него возлагаются функции обслуживания ряда автоматов. Рабочий получает высокую квалификацию и становится наладчиком, стирается грань между рабочим и инженерно-техническим работником.



У автоматически работающей машины различают *рабочие и холостые* ходы. Последние состоят из *вспомогательных переходов и вспомогательных ходов*.

*При рабочих ходах* движение частей машины приводит к непосредственной обработке, например, снятию стружки, накатыванию поверхности и т.п.

*При вспомогательных переходах* движение частей машин служит для подачи, установки и закрепления заготовки, раскрепления и снятия готовой детали, переключения скоростей и подач, включения и выключения станка и т.п. При вспомогательных ходах движения частей машин служат для подвода и отвода обрабатывающего инструмента.

В машиностроении широко используют полуавтоматы и автоматы. В полуавтоматах цикл работы машины автоматический, т.е. в станках автоматизирован подвод инструментов с ускоренной подачей, переключение ускоренной подачи на рабочую, работа на рабочей подаче до выхода инструмента (перебег), переключение с рабочей подачи на ускоренную обратную, остановка суппорта (стола) в конце обратного хода. Цикл может быть повторен (произведена разгрузка готовой детали, загрузка и закрепление новой заготовки, включение подачи станка) только при воздействии рабочего. В автоматах все рабочие и вспомогательные переходы и ходы осуществляются без участия рабочего. В них не автоматизированы вспомогательные переходы по контролю, подналадке и наладке автоматов. Инженерно-техническим работникам предприятий необходимо проводить работу по автоматизации контроля, подналадки и наладки, чтобы и от этих функций освободить человека.

В ГОСТах Единой системы технологической подготовки производства предусматривается качественная и количественная оценки состояния автоматизации технологических процессов. Качественную оценку производят по трем показателям: виду, ступени, категории.

#### ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Качественную оценку производят по трем показателям:  
виду, ступени, категории.

По виду различают частичную и полную, единичную и комплексную, первичную и вторичную автоматизацию.

Под частичной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов или их систем, при которой часть затрат энергии людей заменена затратами энергии неживой природы, включая управление.

Под полной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов и их систем, при которой все затраты людей заменены затратами неживой природы, исключая управление при механизации и включая его при автоматизации.

Под единичной автоматизацией понимают частичную или полную автоматизацию одной первичной составной части технологических процессов или системы технологических процессов, включая управление при автоматизации.

Под комплексной автоматизацией понимают частичную или полную автоматизацию двух или более первичных составных частей технологического процесса или системы технологических процессов, включая управление при автоматизации. В случае автоматизации всех без исключения первичных составных частей получают полнокомплексную автоматизацию.

Автоматизация проводится часто в несколько этапов. Под первичной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов или их систем, в которых до проведения автоматизации использовалась только энергия людей. Под вторичной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов или их систем, в которых до ее проведения использовалась энергия людей, а также неживой природы.

По виду различают *частичную и полную, единичную и комплексную, первичную и вторичную* автоматизацию.

Под частичной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов или их систем, при которой часть затрат энергии людей заменена затратами энергии неживой природы, включая управление.

Под полной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов и их систем, при которой все затраты людей заменены затратами неживой природы, исключая управление при механизации и включая его при автоматизации.

Под единичной автоматизацией понимают частичную или полную автоматизацию одной первичной составной части технологических процессов или системы технологических процессов, включая управление при автоматизации. Например, в токарной операции автоматизирована загрузка или разгрузка деталей; автоматизирована одна из пяти операций обработки деталей и т.п.

Под комплексной автоматизацией понимают частичную или полную автоматизацию двух или более первичных составных частей технологического процесса или системы технологических процессов, включая управление при автоматизации. В случае автоматизации всех без исключения первичных составных частей получают полнокомплексную автоматизацию. Например, все пять операций технологического процесса автоматизированы.

При автоматизации не всех первичных частей получают частичную автоматизацию. Например, три из пяти операций автоматизированы. Следует стремиться к комплексной автоматизации.

Автоматизация проводится часто в несколько этапов. Под первичной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов или их систем, в которых до проведения автоматизации использовалась только энергия людей. Под вторичной автоматизацией понимают автоматизацию технологических процессов или их систем, в которых до ее проведения использовалась энергия людей, а также неживой природы. Например, заменены автоматические контрольные устройства, установленные на станке на более совершенные, обеспечивающие большую точность и производительность, при более длительном сроке эксплуатации устройства.

Технический прогресс основан не только на первичной автоматизации, но и на вторичной, являющейся овеществленной мыслью ученых и практиков в результате обобщения опыта эксплуатации автоматизированных систем.

### **3.3 Производственный и технологический процессы**

Под термином «процесс» понимается упорядоченное взаимодействие между продуктом природы и трудом, направленное на получение требуемого результата.

Производство имеет два смысловых значения. Первое соотносится с понятиями «предприятие», «завод», «фабрика», «участок» и другими, а второе — с понятием «процесс», например, производственный процесс, или процесс производства. Рассмотрим смысл первого понятия.

**Производство** — технико-организационное подразделение труда, предназначенного для получения продуктов труда. Очевидно, что более конкретное определение производства зависит от структурного иерархического уровня данного подразделения и его предметной содержательности.

## ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССЫ

**ПРОИЗВОДСТВО** — технико-организационное подразделение труда, предназначенного для получения продуктов труда.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВА ВКЛЮЧАЕТ В СЕБЯ СЛЕДУЮЩУЮ ИНФОРМАЦИЮ О НЕМ:

- номенклатура продукции (станок, узел, деталь и др.);
- объем продукции и режим ее выпуска;
- вид процесса (механическая обработка, сборка, термообработка и др.);
- элементный состав (цех, участок, отдел, службы и др.);
- функции подразделений, структура их взаимодействия, иерархия подчиненности и степень автономности;
- согласованная по структурным уровням и элементам система качественных, количественных, экономических и других показателей.

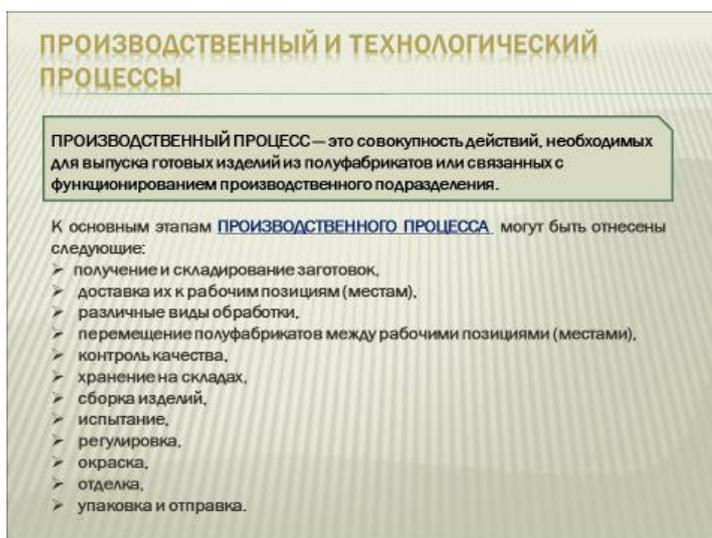
Характеристика производства включает в себя следующую информацию о нем:

- номенклатура продукции (станок, узел, деталь и др.);
- объем продукции и режим ее выпуска;
- вид процесса (механическая обработка, сборка, термообработка и др.);
- элементный состав (цех, участок, отдел, службы и др.);
- функции подразделений, структура их взаимодействия, иерархия подчиненности и степень автономности;
- согласованная по структурным уровням и элементам система качественных, количественных, экономических и других показателей.

Кроме того, имеют значение сведения о среде функционирования, степени автоматизации, непрерывности и др. Обычно производство характеризуется по основному виду производимой им продукции: машиностроительный завод, цех корпусных деталей, участок зубчатых колес, отделение гальванических покрытий и др.

**Производственный процесс** — это совокупность действий, необходимых для выпуска готовых изделий из полуфабрикатов или связанных с функционированием производственного подразделения. Любое производство имеет иерархическую структуру, а следовательно, и процессы, происходящие в нем, также должны иметь аналогичную структуру. Таким образом, можно говорить о производственном процессе целого завода или его

цеха, отдела, службы, участка, вплоть до самой мелкой структурной единицы в виде технологической системы, станка, установки.

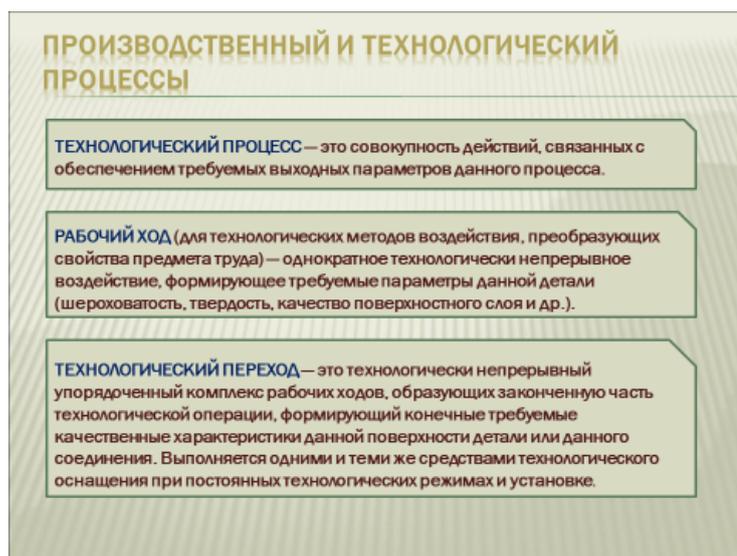


*К основным этапам производственного процесса могут быть отнесены следующие:*

- получение и складирование заготовок,
- доставка их к рабочим позициям (местам),
- различные виды обработки,
- перемещение полуфабрикатов между рабочими позициями (местами),
- контроль качества,
- хранение на складах,
- сборка изделий,
- испытание,
- регулировка,
- окраска,
- отделка,
- упаковка и отправка.

Различные этапы производственного процесса на машиностроительном заводе могут выполняться в отдельных цехах или в одном цехе. В первом случае производственный процесс изготовления продукции делят на части и соответственно называют производственным процессом, выполняемым,

например, в заготовительном, сборочном, механическом цехах и т.д. Во втором случае процесс называют комплексным производственным.



**Технологический процесс** — это совокупность действий, связанных с обеспечением требуемых выходных параметров данного процесса.

Технологический процесс является основной частью производственного процесса, поэтому можно говорить о наличии технологического процесса у любого подразделения данной производственной системы независимо от того, выполняет ли оно основные или вспомогательные функции по отношению к так называемому основному продукту производства.

Действительно, любое производство имеет свою организационную структуру в виде функциональных подразделений: *цехи, отделы, службы, участки и др.*

Технологический процесс также имеет определенную структуру элементов. Изначально эти элементы относились к области механической обработки. В настоящее время им необходимо придавать более общий смысл, охватывающий весь спектр методов технологического воздействия:

- термическую обработку,
- химическую обработку,
- сборку,
- транспортирование,
- складирование и др.

Определим содержание технико-организационных элементов производственного процесса.

**Рабочий ход** (для технологических методов воздействия, преобразующих свойства предмета труда) — однократное технологически непрерывное воздействие, формирующее требуемые параметры данной детали (шероховатость, твердость, качество поверхностного слоя и др.). В общем случае это некоторый элементарный законченный технологический цикл с определенными (постоянными или переменными) параметрами инструмента, кинематики формирования поверхности или соединения, параметрами технологических сред (нагрева, охлаждения, химической обработки и др.)

Аналогичным элементом для сборочного процесса является соединение — технологически непрерывный цикл формирования соединения двух деталей.

**Технологический переход** — это технологически непрерывный упорядоченный комплекс рабочих ходов, образующих законченную часть технологической операции, формирующий конечные требуемые качественные характеристики данной поверхности детали или данного соединения. Выполняется одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Рабочие ходы внутри одного перехода технологически упорядочены. Например, нарезать резьбу в отверстии можно только после получения этого отверстия.



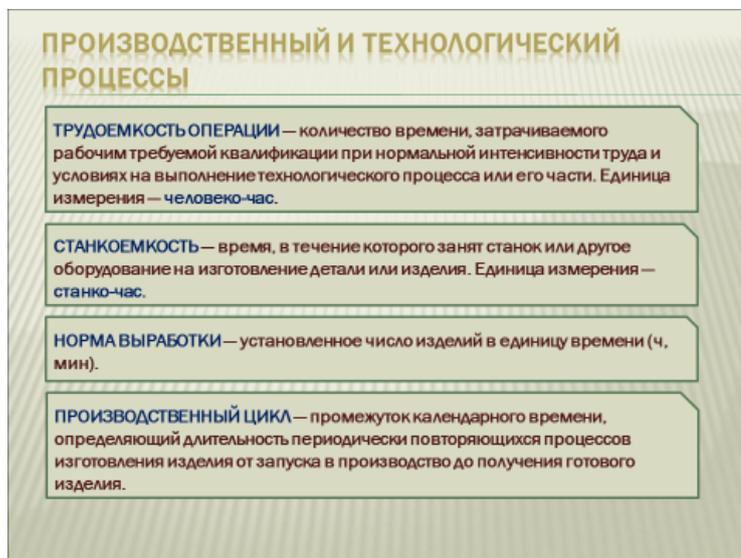
**Прием** — законченная совокупность действий, направленных на выполнение технологического перехода или его части и объединенных одним целевым назначением. Например, переход «установить заготовку» состоит из следующих приемов: взять заготовку из тары, переместить к приспособлению, установить в приспособление и закрепить.

**Установ** — процесс придания требуемого положения и при необходимости закрепления заготовки (детали) в приспособлении или на основном оборудовании. Он отражает варианты объединения разных переходов на данном оборудовании.

**Технологическая операция** — организационно обособленная часть маршрута со всеми сопутствующими ей вспомогательными элементами процесса, реализуемая на определенном технологическом оборудовании с участием или без участия людей. На операцию обычно разрабатывается вся основная технологическая документация.

**Маршрут** — упорядоченная последовательность качественных преобразований предметов труда в продукт труда. Например, заготовки в деталь или последовательность получения из комплекта деталей сборочной единицы. Это конкретный вариант сочетания технологических операций, который обеспечивает получение качественных характеристик детали или сборочной единицы.

Рассмотренные элементы технологического и производственного процессов могут выполняться во времени последовательно, параллельно или параллельно-последовательно. Совмещение указанных элементов является одним из приемов сокращения длительности процесса.



**Трудоемкость операции** — количество времени, затрачиваемого рабочим требуемой квалификации при нормальной интенсивности труда и условиях на выполнение технологического процесса или его части. Единица измерения — **человекочас**.

Для расчета занятости станков и их числа для выполнения данной работы служит понятие «станкочас». **Станкочас** — время, в течение которого занят станок или другое оборудование на изготовление детали или изделия. Единица измерения — станко-час. Для сборочных машин используется показатель машиночаса выполнения операции.

Для нормирования труда и планирования производственного процесса используется норма времени — время, установленное рабочему или группе рабочих требуемой квалификации, необходимое для выполнения какой-либо операции или целого технологического процесса в нормальных производственных условиях с нормальной интенсивностью. Она измеряется в единицах времени с указанием квалификации работы, например, 7 ч, работа 4-го разряда.

При нормировании малотрудоемких операций, измеряемых долями минуты, более осязаемое представление о затратах времени дает норма выработки — величина, обратная норме времени.

**Норма выработки** — установленное число изделий в единицу времени (ч, мин). Единицей измерения является количество продукции в стандартных мерах (шт., кг и др.) в единицу времени, с указанием квалификации работы, например, 1000 шт. в 1 ч, работа 5-го разряда.

**Производственный цикл** — промежуток календарного времени, определяющий длительность периодически повторяющихся процессов изготовления изделия от запуска в производство до получения готового изделия.



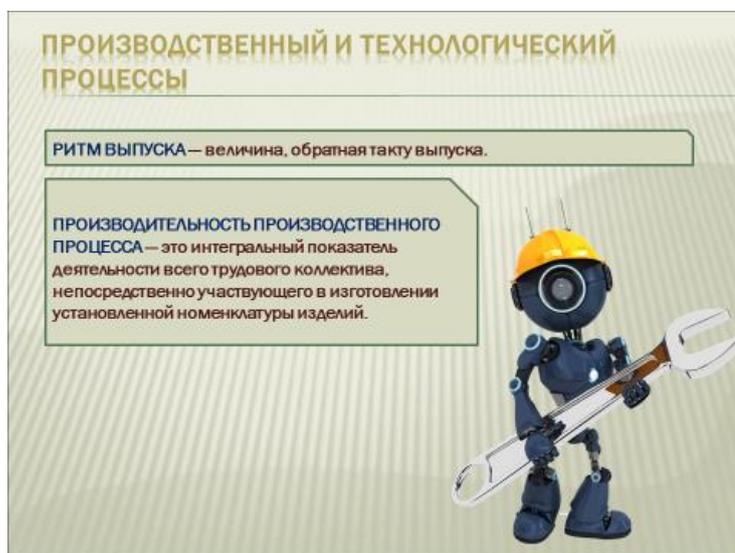
**Программа выпуска** — число штук изделия заданной номенклатуры или число стандартных мер некоторой продукции, подлежащей изготовлению в установленную календарную единицу времени.

**Объем выпуска** — число изделий, подлежащих изготовлению в установленную календарную единицу времени (год, квартал, мес).

**Серия** — общее число изделий, подлежащих изготовлению по неизменяемым чертежам.

**Партия запуска** — число штук заготовок или комплектов деталей, одновременно запущенных в производство.

**Такт выпуска** — промежуток времени, через который периодически производится выпуск машин, их сборочных единиц, деталей или заготовок определенного наименования, типоразмеров и исполнения. Если говорят, что машину изготавливают с тактом 3 мин, то это значит, что через каждые 3 мин завод выпускает машину.



**Ритм выпуска** — величина, обратная такту выпуска.

Одним из показателей эффективности производственной деятельности подразделения завода (цеха, производственного участка) является **производительность производственного процесса**, осуществляемого им. Значение этого показателя зависит не только от производительности оборудования и труда рабочих, но и от уровня организации, планирования производственного процесса и управления им. Действительно, возможности высокопроизводительных станков и труд рабочих не будут использованы полностью, если своевременно не будут поставлены заготовки, режущий инструмент и необходимая техническая документация, если не будет слаженности в работе всех звеньев производственной системы.

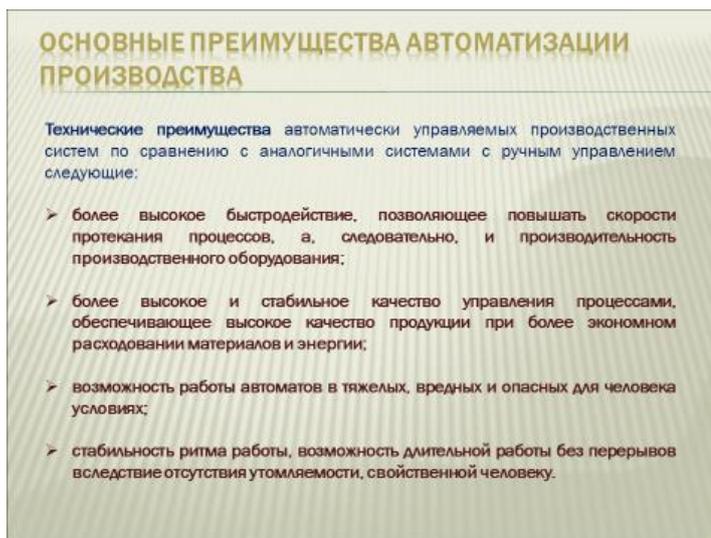
**Производительность производственного процесса** — это интегральный показатель деятельности всего трудового коллектива, непосредственно участвующего в изготовлении установленной номенклатуры изделий. Этим показателем наиболее удобно пользоваться при оценке эффективности автоматизированного производственного процесса, при

выполнении которого непосредственное участие основных рабочих минимально, но возрастает роль вспомогательного персонала завода, обеспечивающего функционирование технологических процессов изготовления продукции.

Производительность производственного процесса оценивается объемом продукции, измеряемым в штуках, тоннах, рублях, произведенной в единицу времени.

### 3.4 Основные преимущества автоматизации производства

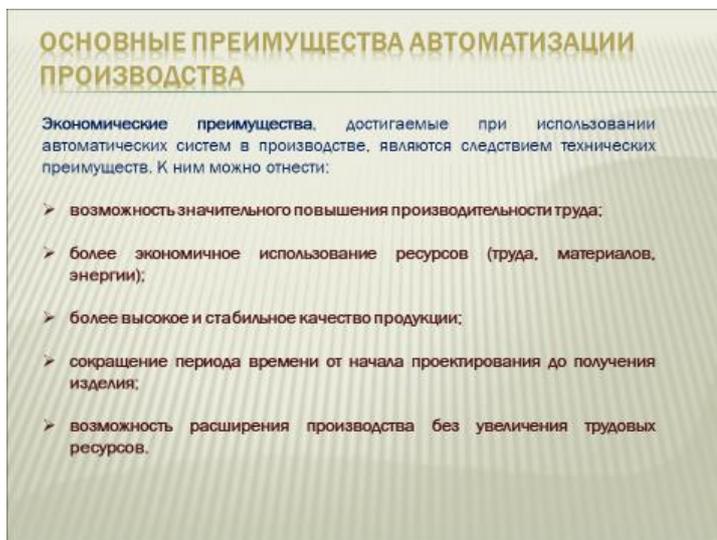
*Технические преимущества* автоматически управляемых производственных систем по сравнению с аналогичными системами с ручным управлением следующие:



- более высокое быстродействие, позволяющее повышать скорости протекания процессов, а, следовательно, и производительность производственного оборудования;
- более высокое и стабильное качество управления процессами, обеспечивающее высокое качество продукции при более экономном расходовании материалов и энергии;
- возможность работы автоматов в тяжелых, вредных и опасных для человека условиях;

➤ стабильность ритма работы, возможность длительной работы без перерывов вследствие отсутствия утомляемости, свойственной человеку.

*Экономические преимущества*, достигаемые при использовании автоматических систем в производстве, являются следствием технических преимуществ. К ним можно отнести:



- возможность значительного повышения производительности труда;
- более экономичное использование ресурсов (труда, материалов, энергии);
- более высокое и стабильное качество продукции;
- сокращение периода времени от начала проектирования до получения изделия;
- возможность расширения производства без увеличения трудовых ресурсов.

Автоматизация производства позволяет более экономично использовать труд, материалы, энергию. Автоматическое планирование и оперативное управление производством обеспечивают оптимальные организационные решения, сокращают запасы незавершенного производства. Автоматическое регулирование процесса предотвращает потери вследствие поломок инструментов и вынужденных простоев оборудования. Автоматизация проектирования и изготовления продукции с использованием ЭВМ позволяет значительно сократить число бумажных документов (чертежей, схем,

графиков, описания и др.), необходимых в неавтоматизированном производстве, составление, хранение, передача и использование которых занимает много времени.

Автоматизированное производство нуждается в более квалифицированном, технически грамотном обслуживании. При этом значительно меняется сам характер труда, связанного с наладкой, ремонтом, программированием и организацией работ в автоматизированном производстве. Эта работа требует более глубоких и разносторонних знаний, более разнообразна и интересна.

От уровня развития производства зависит прогресс всех отраслей промышленности. Поэтому повышению эффективности производства и уровня автоматизации производства должна отводиться приоритетная роль.

*Давайте обсудим тему сегодняшнего занятия?*

#### **Обсуждение после урока**

После занятия педагог предлагает ученикам ответить на вопросы.

**Вопросы для дискуссии** после занятия (*можете дополнить своими вопросами*):

1. Скажите, слышали ли вы ранее об уникальных изобретениях Пьера Дро, Ивана Кулибина?
2. Как вы считаете, почему их изобретения не были оценены во времена их деятельности?
3. Какие преимущества дает автоматизация производства?
4. Есть ли у вас идеи на тему того, что можно было бы автоматизировать в процессе вашей ежедневной жизни?

## Тема 4. Роботизированное оборудование в сельском хозяйстве

<p style="text-align: right;">ТЕМА 4</p> <p><b>РОБОТИЗИРОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b></p> 	<p><b>СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Как устроены и работают умные теплицы</li><li>2. Роботы для теплиц и ферм</li><li>3. Современные метеостанции</li><li>4. Мониторинг фермы - камеры и датчики движения</li><li>5. Мониторинг животных</li><li>6. Сельскохозяйственные дроны</li><li>7. Интернет вещей для сельского хозяйства</li><li>8. Роботы для полей</li></ol>
---	--

Инвестиции в технологии, повышающие продуктивность сельского хозяйства, необходимы, потому что, согласно демографическим прогнозам, к середине века этот сектор должен будет прокормить почти девять миллиардов человек.

По оценкам Евросоюза, к 2050 году мировое производство продуктов питания должно удвоиться для удовлетворения потребностей роста населения.

С другой стороны, размер среднего класса растет, и акцент на экологию и здоровое питание становится все более заметным. Потребители хотят покупать качественные продукты, не содержащие химикатов.

Сельское хозяйство сталкивается не только с увеличением потребления и с изменением привычек питания, но и с последствиями изменения климата для биоразнообразия, качества почвы и воды. Большинство из этих серьезных проблем способны решить современные системы автоматизации.

Одна из тенденций, приближающих нас к устойчивому потреблению, - это экологическое потребление. Экологически ориентированный, где продукты питания производятся с соблюдением экологического баланса. Забота об окружающей среде при производстве высококачественных продуктов питания - это целый ряд факторов и методов с точки зрения удобрения и защиты растений.

Сегодня есть заинтересованность в автоматизации - замена фермеров и производителей сельскохозяйственного сектора, занятых зачастую

утомительной работой - это то, что позволяет лучше сосредоточиться на идее устойчивого развития.

Для удовлетворения спроса на продукты питания, поддержания контроля, снабжения и обслуживания сельского хозяйства ручной процесс является непрактичным и мало результативным. В наше время Интернет вещей (IoT) начинает играть важную роль в сельском хозяйстве и превращает его в «умное сельское хозяйство».

В сельском хозяйстве стали популярны адаптивные автоматические системы на основе мобильных роботов, которые могут выполнять различные технологические операции в растениеводстве и животноводстве.



Наиболее перспективными, прибыльными и быстрокупаемыми считаются системы управления процессами выращивания растений в тепличных комплексах. Такие роботы выполняют технологические операции возделывания растений, уборки урожая и т.п. без непосредственного участия человека.

#### **4.1 Как устроены и работают умные теплицы**

*Умная теплица* – это полностью автоматизированная конструкция, призванная облегчить процесс выращивания агрокультур и минимизировать использование ручного труда. Этот сельскохозяйственный объект включает в себя микроконтроллеры, датчики и приложения «интернета вещей».

Часто умные теплицы работают в синхронизации с другими технологическими решениями, например, технологиями автоматического

полива и системами HVAC. Интеллектуальные датчики фиксируют данные о росте растений, орошении, наличии вредителей и освещении и отправляют их на локальный или облачный сервер. Веб-консоль администратора позволяет фермерам настраивать параметры системы и интегрировать ее с другими решениями. Мобильное приложение генерирует оповещения и отчеты о производительности теплицы IoT.



По типу умные теплицы можно разделить на те, где используются гидропоника (выращивание агрокультур без почвы) и обычное выращивание агрокультур в грунте. Аналитики отмечают, что на рынке преобладают решения грунтового выращивания.

Ключевыми для умных теплиц стали такие *технологии*, как:

- LED-проекторы для роста растений;
- технологии подключения;
- ирригационные системы;
- клапаны и насосы;
- системы мониторинга;
- системы управления.

По мнению аналитиков, на рынке умных теплиц главенствуют технологии HVAC и LED-фитоламп.



*HVAC-оборудование – это комплекс, состоящий из систем отопления, вентиляции и кондиционирования помещений. Задача HVAC-систем в теплицах и оранжереях – поддерживать идеальную температуру для круглогодичного выращивания конкретной культивируемой агрокультуры или экзотических растений, сглаживая негативные факторы окружающей среды. Преимущества HVAC заключаются в минимизации операционных затрат.*

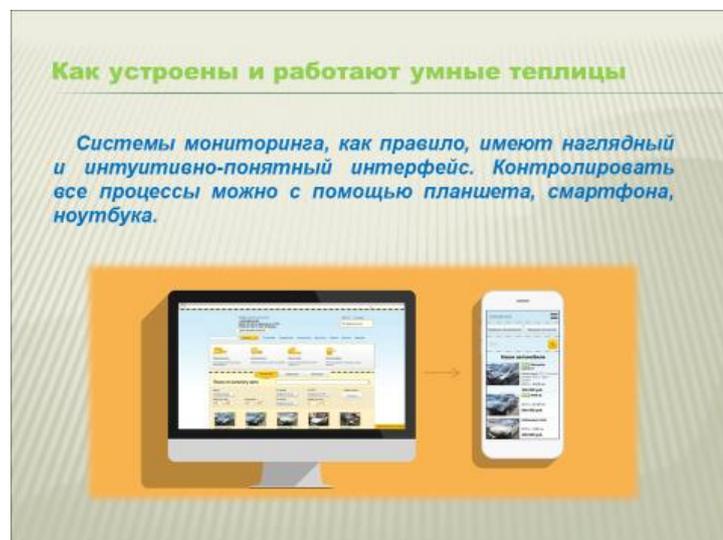


*Светодиодные (LED) проекторы. При помощи светодиодов легко обеспечивается дополнительное освещение культивируемых агрокультур в теплице или оранжерее. Лучшие системы освещения имеют компактный дизайн и долгий срок эксплуатации (от 30 до 50 тысяч часов) и расходуют меньше энергии.*



*Датчики.* В зависимости от потребностей фермеров возможны любые комбинации датчиков: температурные датчики, датчики влажности, датчики экспонометра, датчики состава почвы (кислотность, химический состав), датчики точки росы, датчики контроля качества воды для полива и так далее.

Для связи датчиков используются проводные или беспроводные сети. Как правило, для связи используются сети не лицензируемого диапазона, что во многих случаях сокращает стоимость использования оборудования, абонплату за сервис и так далее.



*Десктопные и мобильные приложения.* Системы мониторинга, как правило, имеют наглядный и интуитивно-понятный интерфейс. Контролировать все процессы можно с помощью планшета, смартфона, ноутбука.

### 4.1.1 Преимущества автоматизации теплиц

*Защита от перепадов температуры и экстремальных температур.*



Поддержание и контроль диапазона температур в тепличной среде имеет решающее значение. Колебания температуры могут повредить или убить растения в течение нескольких часов. Системы дистанционного мониторинга защищают ценные растения от экстремальных температурных колебаний.

Кроме поддержания оптимальной температуры необходимо обеспечить сохранность инвентаря и эффективную работу систем кондиционирования, поддержания влажности и так далее.

Чем раньше фермер обнаруживает падение температуры или отказ оборудования, тем больше вероятность сохранить имущество и растения. Системы удаленного мониторинга отправляют обновления в режиме реального времени, поэтому сотрудники предприятия могут оперативно реагировать на угрозы.

*Мониторинг ситуации.* Если какое-либо условие выходит за пределы предварительно установленного диапазона, то устройства или система немедленно предупреждают ответственных сотрудников по телефону, через электронную почту или SMS. Уведомления о нештатных ситуациях обычно оповещают фермеров о:

- понижении температуры;
- плохой вентиляции;

- высоком уровне углекислого газа;
- изменении влажности;
- отказе оборудования;
- утечке воды.

*Профилактика заболеваний в период вегетации.* Во время вегетационного периода системы в умных теплицах могут контролировать различные условия окружающей среды. Для этого используются как проводные, так и беспроводные датчики. Поддержание заданных параметров температуры, уровня влажности, освещения, циркуляции воздуха имеют решающее значение для предотвращения появления плесени, болезней и максимизации урожайности растений.

## 4.2 Роботы для теплиц и ферм

*Робот-уборщик* может определять и собирать различные фрукты и овощи, включая помидоры, перец и огурцы. Давайте наглядно посмотрим на работу робота (*см. [панку](#) Мультимедийное сопровождение*).

Согласно статистическому отчету, тысячи *доильных роботов* уже установлены по всему миру, создавая рынок стоимостью 1,9 миллиарда долларов, который, как ожидается, вырастет до 8 миллиардов долларов к 2023 году. С другой стороны, мобильные роботы помогают автоматизировать многие задачи, такие как кормление животных или удаление навоза.



Применение сельскохозяйственных роботов направлено на повышение экологической безопасности продукции, минимизацию вредного воздействия химикатов на человека и увеличение урожайности продукции. Создание и применение таких машин в сельском хозяйстве приведет к значительному снижению затрат труда.

### 4.3 Современные метеостанции



Метеостанции легко установить и использовать. Они позволяют контролировать погодные параметры, такие как *температура, влажность воздуха и атмосферное давление* как снаружи, так и внутри помещений. Усовершенствованные модели метеостанций предлагают, среди прочего графическое изображение прогноза погоды или указание текущей фазы Луны.

### 4.4 Мониторинг фермы - камеры и датчики движения

Контроль того, что происходит на ферме, - важнейший компонент оптимизации и эффективности. Фаза мониторинга должна быть непрерывной и охватывать все стадии планирования, выращивания и сбора урожая.

Эффективный мониторинг должен охватывать дом, территорию собственности, подсобные помещения, склады, все помещения для разведения, такие как конюшня, свинарник, коровник, курятник или овчарню

- в зависимости от нашей деятельности, а также рыбные пруды, пастбища и посевы.



Камеры и записывающие устройства - это первый шаг к безопасности. Однако одного просмотра и записи часто бывает недостаточно, хотя запись, безусловно, полезна в случае инцидентов с участием незваных гостей из рода человеческого, например, браконьеров на прудах.

Необходимо позаботиться о надежном электроснабжении и хорошем доступе к Интернету.

Есть также хищники и другие сбившиеся с пути особи. Домашний скот без присмотра любит выходить со двора или с пастбища.

Охранные датчики движения вместо пастуха обычно плохая идея из-за неконтролируемого движения животных, каждое из которых может вызвать ложную тревогу.

Для профилактики вредителей пригодятся ультразвуковые отпугиватели животных - они полностью безопасны и не пугают других сельскохозяйственных и домашних животных.

Однако датчики могут работать «точечно» в важных местах. Правильно выбранный мониторинг таких мест, как обход дома или склады, поддерживается датчиками движения PIR или микроволновыми датчиками - в зависимости от запланированного местоположения животных. Его можно

даже расположить над входом в курятник, чтобы он вместе с сигнализацией, например, сообщал хозяину о приходе лисы.

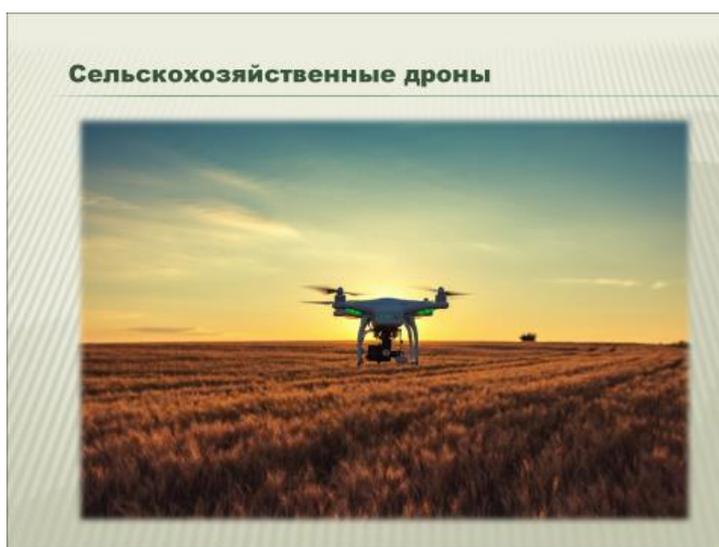
#### **4.5 Мониторинг животных**

Данные собираются с помощью аппаратных устройств, таких как RFID, технологии GPS, интеллектуальные камеры, затем они отправляются на сервер с возможностью просмотра в Интернет-браузере, по электронной почте или с помощью текстовых сообщений на смартфоны.

Уже существуют специальные интеллектуальные устройства, которые изначально разработаны с целью наблюдения и мониторинга состояния домашнего скота, предоставляя данные на постоянной основе, например, об их здоровье. Это специальные умные датчики. Вот несколько примеров интеллектуальных устройств, которые используются для наблюдения за домашним скотом: SCR от Allflex и Cowlar.

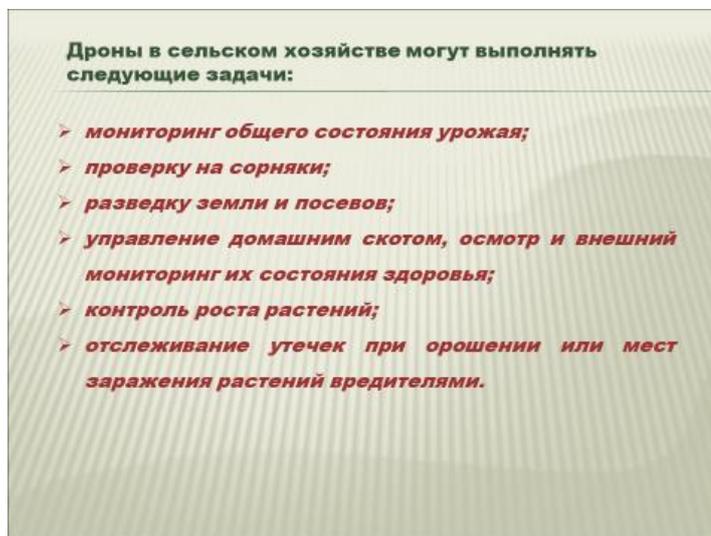
#### **4.6 Сельскохозяйственные дроны**

Дроны - очень интересная тема во многих сферах. Они могут стать очень важной частью будущего сельского хозяйства.



Согласно прогнозам экспертов, сельское хозяйство станет серьезным рынком для производителей дронов. Стоимость этого рынка в 2027 году достигнет 480 миллионов долларов США.

Среди прочего будут использоваться дроны при разработке аэрокарт хозяйств и при оснащении их датчиками различного типа можно измерять параметры, важные для выращивания растений. С их помощью легче контролировать состояние посевов на больших полях.



Дроны в сельском хозяйстве могут выполнять следующие задачи:

- мониторинг общего состояния урожая;
- проверку на сорняки;
- разведку земли и посевов;
- управление домашним скотом, осмотр и внешний мониторинг их состояния здоровья;
- контроль роста растений;
- отслеживание утечек при орошении или мест заражения растений вредителями.

#### **4.7 Интернет вещей для сельского хозяйства**

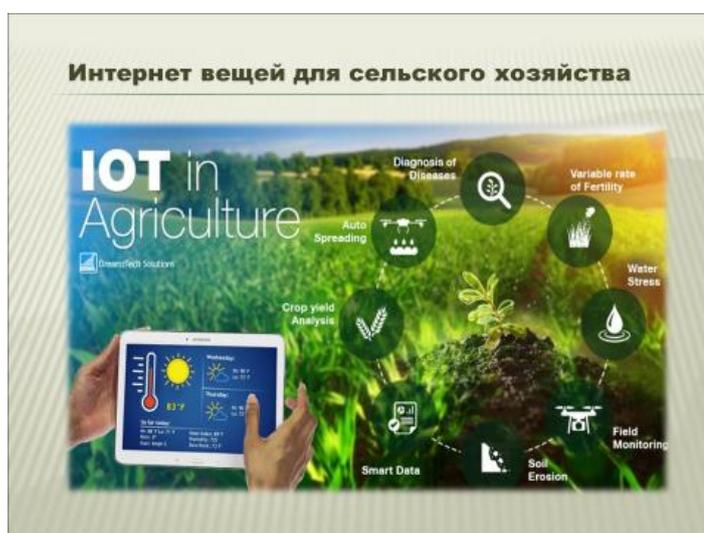
Устанавливая датчики, например, в земле, в воде или на сельскохозяйственной технике, можно собирать такие данные, как влажность почвы или информацию о здоровье сельскохозяйственных культур.

Умные датчики помогают избегать чрезмерного орошения и чрезмерного удобрения азотом, позволяя им повышать урожайность и точно определять необходимое количество удобрений и воды. Такие датчики полезны везде, где

что-то нужно налить, наполнить или дополнить - и делают это с лабораторной точностью.

Собранные данные могут храниться в облаке или на сервере, и фермер может иметь постоянный доступ к ним, например, через планшет или смартфон.

На основе большого количества собранных данных применяются экспертные системы, которые в режиме реального времени дают практические рекомендации фермерам (когда поливать, когда удобрять, подрезать и когда собирать урожай).



Вот несколько продуктов облачного мониторинга IoT, используемых в сельском хозяйстве: allMETEO, Smart Element и Psysno.

Проект Internet of Food & Farm 2020 (IoF 2020) исследует потенциал IoT-технологий для пищевой и сельскохозяйственной промышленности.

Этот пилотный проект объединяет информацию с датчиков на поле со спутниковыми данными, например, чтобы при выращивании пшеницы помочь фермерам узнать, сколько удобрений и воды необходимо использовать и в какое время это делать.

IoTF 2020 - это действительно автоматизированные и комплексные системы, сочетающие в себе многочисленные функции в рамках единой контролируемой системы с прозрачными процессами, регистрацией и контролем данных.

Для многих сельскохозяйственных предпринимателей это уже не новость, их возможности растут с развитием интеллектуальных систем.

Автономные тракторы или зерноуборочные комбайны, эффективно работающие на больших площадях, могут принести фермерам огромную выгоду.

Оснащение сельскохозяйственных машин антенной GPS раскрывает возможности системы современного земледелия, включая наведение, автоматическое рулевое управление, управление стрелой опрыскивателя, создание карт урожайности и многое другое. Таким образом, оператор может управлять всеми процессами дистанционно.

В сочетании с компьютером, который контролирует весь технологический процесс, регулируя указанные дозы, мы получаем действительно многофункциональную систему автоматизации.

Если стандартная система навигации в автомобиле обычно имеет точность 5 м, то разрабатываемое инновационное оборудование для сельского хозяйства может достигать уровня точности до 2,5 см.

Перейдя на систему автоматического наведения, можно уменьшить количество пропусков и наложений, снизить затраты на топливо и рабочую силу, более эффективно управлять внесением семян, удобрений и химикатов, упростить рабочий процесс и даже продлить рабочий день.

#### **4.8 Роботы для полей**

Сельскохозяйственная отрасль является перспективным рынком для внедрения разработок в области робототехники, поскольку использование подобных машин позволяет создавать высокоинтеллектуальное производство. В связи с этим в последние годы в агросекторе активизировалась работа по конструированию робототехнических устройств.

В основном такая техника предназначена для выполнения повторяющихся операций при возделывании различных сельскохозяйственных растений. При этом главная цель ее применения в

аграрной отрасли состоит в замене человеческого труда, минимизации вредного воздействия химических средств на людей и окружающую среду, а также в повышении производительности предприятий и урожайности возделываемых культур.

**Уничтожитель сорняков.** Сегодня основным методом борьбы с сорными растениями и паразитами является обработка полей специальными химическими веществами. Однако они оказывают воздействие не только на вредные элементы, но и на обычные культуры, попадают в почву, а вместе с сельхозпродукцией — в пищу человека. Поэтому естественным и экологически чистым способом их уничтожения является традиционная прополка, подразумевающая вырывание сорняков из земли с корнем. При этом существует возможность удалить их другим методом — предварительно порезав и забив в почву. Для облегчения данного процесса компании Amazone и Bosch совместно с двумя университетами разработали автономную **робот-платформу BoniRob**, оснащаемую, в том числе, модулем для механического уничтожения сорняков.



Основной целью машины при функционировании являются молодые побеги сорных растений, которые она при помощи камеры с высоким разрешением определяет по форме листа.

Однако робот может справиться и со взрослыми экземплярами. В автоматическом режиме он обнаруживает сорняки и с помощью ударного

инструмента диаметром один сантиметр загоняет их в землю на глубину в три сантиметра, тратя на одно растение около десятой доли секунды.

Кроме того, аппарат предназначен для измерения состояния почвы и опрыскивания растений. В зависимости от вида работ на платформе может быть размещен один из модулей. Устройство имеет собственную систему навигации, способно определять GPS-координаты сельскохозяйственных видов, создавать карты проведенных работ и подготавливать необходимую документацию. Робот **VoniRob** уже был испытан на поле с морковью, где расстояние между корнеплодами достигало двух сантиметров, а плотность сорняков — около 20 раст./кв. м. В таких сложных условиях машина не испытывала никаких затруднений. Максимальная скорость работы составила 1,75 раст./с при движении со скоростью 3,7 см/с.

Помимо этого, универсальная платформа способна перемещать полезный груз до 150 кг, а ее генератор — обеспечивать энергией непрерывную работу в течение 24 ч при одной заправке топливом. Основная идея создания такого устройства заключается в том, что фермер может купить только одну платформу и несколько необходимых ему модулей, а другие дополнения он сможет брать в аренду у специализирующейся на этом организации. Сегодня фирмой-изготовителем проводятся испытания робота в реальных условиях, а также осуществляется разработка варианта универсальной платформы меньшего размера и набора сменных модулей к ней. Такие маленькие аппараты могут действовать в составе групп, почти не уступая в производительности более крупным экземплярам.

Фирма **Dutch Power Company** создала **робота Greenbot**, предназначенного для выполнения повторяющихся операций на поле, в садах или муниципальном секторе. Он представляет собой четырехколесную самоходную машину, имеющую переднюю и заднюю навесные системы для обрабатываемых орудий. Изменение направления движения осуществляется поворотом передних, задних либо всех четырех колес, а также способом «краб». В начале работы оператор с помощью пульта записывает в память

### Уничтожитель сорняков



Робот Greenbot

машины алгоритм перемещения и выполнения всего цикла операций. После этого робот по команде самостоятельно выполняет установленную программу, реагируя при этом на возникающие барьеры и другие помехи по сигналам, поступающим от системы датчиков.

При обнаружении неизвестного препятствия устройство останавливается и посылает текстовое сообщение пользователю. Для коррекции движения в реальном времени используется сигнал GPS.

**Автономный бескабинный трактор**, разработанный компанией Autonomous Tractor, также может использоваться с разными прицепными орудиями. Он оснащен программой автономизации, базирующейся на GPS-позиционировании с применением двух дополнительных наземных механизмов уточнения местоположения. Основой AutoDrive являются лидарно-радарная навигационная система, беспроводное подключение к локальной сети, бортовое управление с искусственным интеллектом, которое позволяет «обучать» трактор выполнению повторяющихся операций без необходимости программирования.

### Автономный бескабинный трактор



Данная система обнаруживает любые препятствия в зоне около 10 м от трактора, в результате чего машина немедленно останавливается и посылает СМС-сообщение. Оператор может ознакомиться с ситуацией с помощью, вращающейся и наклоняемой цифровой видеокамеры, закрепленной на корпусе.

И таких систем уже изобретено и запущено очень много. Рекомендую вам найти дополнительную информацию по данной теме. Это интересно!

## Тема 5. Применение информационных систем в сельском хозяйстве

<p>ТЕМА 5</p> <p><b>ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ</b></p> 	<p><b>СОДЕРЖАНИЕ ЗАНЯТИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Информационная поддержка принятия решений</li><li>2. Планирование агротехнических операций</li><li>3. Мониторинг агротехнических операций и состояния посевов</li><li>4. Анализ конечного результата и составление отчетов</li><li>5. ИТ в агропромышленном комплексе в мире</li></ol>
--	--

Длительное время сельское хозяйство не было бизнесом, привлекательным для инвесторов, в связи с длинным производственным циклом, подверженным природным рискам и большим потерям урожая при выращивании, сборе и хранении, невозможностью автоматизации биологических процессов и отсутствием прогресса в повышении производительности и инноваций. Использование ИТ в сельском хозяйстве ограничивалось применением компьютеров и ПО в основном для управления финансами и отслеживания коммерческих сделок. Не так давно фермеры начали использовать цифровые технологии для мониторинга сельскохозяйственных культур, домашнего скота и различных элементов сельскохозяйственного процесса. Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности управления сельскохозяйственным производством является использование информационных систем на

базе геоинформационных технологий. Подобные системы позволяют решать следующие задачи:



- информационная поддержка принятия решений;
- планирование агротехнических операций;
- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов;
- прогнозирование урожайности культур и оценка потерь;
- планирование, мониторинг и анализ использования техники.

Рассмотрим каждую из них более подробно.

## 5.1 Информационная поддержка принятия решений

**Информационная поддержка принятия решений**

Для обеспечения руководителей комплексом необходимой для принятия управленческих решений информации на платформе ГИС создается база данных, содержащая:

- цифровую модель местности, на которой осуществляются агротехнические операции;
- сведения о дистанционном зондировании;
- информацию о свойствах и характеристиках почв;
- карты посевов по годам;
- историю обработки полей и т.д.

Для обеспечения руководителей комплексом необходимой для принятия управленческих решений информации на платформе ГИС создается база данных, содержащая:

- цифровую модель местности, на которой осуществляются агротехнические операции;
- сведения о дистанционном зондировании;

- информацию о свойствах и характеристиках почв;
- карты посевов по годам;
- историю обработки полей и т.д.

Для более эффективного использования, агрономическая ГИС должна содержать многослойную электронную карту хозяйства и атрибутивную базу данных истории полей с информацией о всех агротехнических мероприятиях. Обязательно должны быть включены слои мезорельефа, сведения о крутизне склонов, и их экспозиции, микроклимате, уровне грунтовых вод, содержании гумуса в почве и т.д.

Атрибутивная база данных, содержащая данные различного характера, связана со слоями электронной карты.

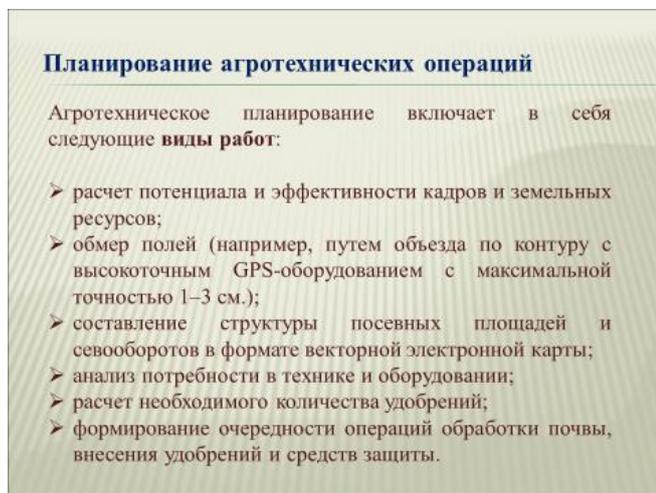
Привязку начинают с гидрографической сети, овражно-балочного комплекса, в большинстве случаев дополняют дорожной сетью и другими объектами. К конкретным объектам цифровой карты также привязывают пользовательские базы данных, включающие информацию о посевных площадях, данные о состоянии почв и др.

Для решения задач комплексного анализа в сельском хозяйстве используются электронные карты с результатами спутниковых геодезических измерений. Использование таких методов позволяет получать детализированную информацию об обширных территориях (сельскохозяйственное предприятие, административный район и т.д.). Возможность определения конфигурации полей, их ориентировки, площади, направления вспашки, состояния полей на момент съемки и способствует оперативной оценке сельскохозяйственных угодий.

Таким образом, создание системы информационной поддержки процессов принятия решений на основе ГИС-технологий позволяет повысить общую эффективность сельскохозяйственного производства за счет предоставления актуальной аналитической информации по всему комплексу необходимых параметров для принятия оптимальных и своевременных управленческих решений.

## 5.2 Планирование агротехнических операций

Информационные системы управления на базе геоинформационных технологий играют немаловажную роль в планировании агротехнических операций.



Агротехническое планирование включает в себя следующие виды работ:

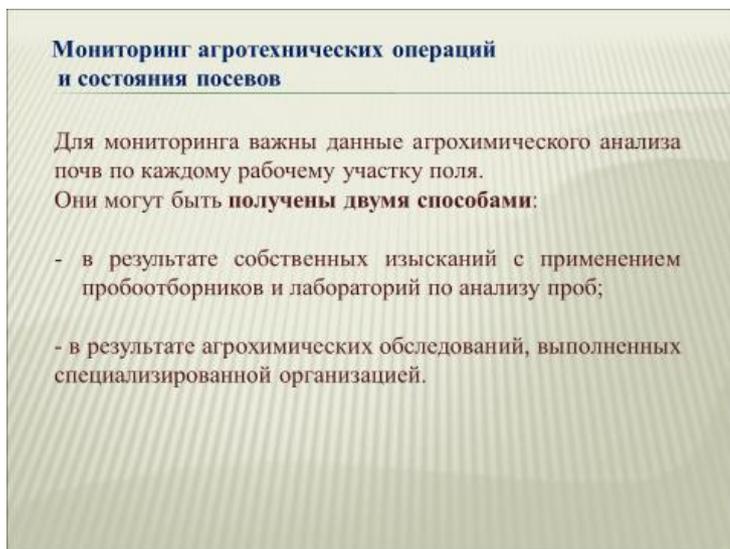
- расчет потенциала и эффективности кадров и земельных ресурсов;
- обмер полей (например, путем объезда по контуру с высокоточным GPS-оборудованием с максимальной точностью 1–3 см.);
- составление структуры посевных площадей и севооборотов в формате векторной электронной карты;
- анализ потребности в технике и оборудовании;
- расчет необходимого количества удобрений;
- формирование очередности операций обработки почвы, внесения удобрений и средств защиты.

На основе вышеперечисленных данных ежедневно для водителей и механизаторов составляются плановые задания на следующий рабочий день и при необходимости утром в них вносятся изменения.

Планирование, осуществляемое на основе данных ГИС позволяет сократить (или полностью исключить) простой в работе в случае нехватки кадров или техники, снизить стоимость агротехнических операций на единицу обрабатываемой площади и улучшить показатели урожайности.

### 5.3 Мониторинг агротехнических операций и состояния посевов

В ходе решения данной задачи осуществляется регистрация всех агротехнических операций, затрат на их проведении, фиксация состояния посевов посредством наземных измерений, экспертных оценок агрономов и данных дистанционного зондирования Земли (аэро- и космических снимков).



Для мониторинга важны данные агрохимического анализа почв по каждому рабочему участку поля. Они могут быть получены двумя способами:

- в результате собственных изысканий с применением пробоотборников и лабораторий по анализу проб;
- в результате агрохимических обследований, выполненных специализированной организацией.

### 5.4 Анализ конечного результата и составление отчетов

С помощью ГИС удобно проводить анализ всех проведенных агротехнических операций и отображение этой информации в виде карт, таблиц, графиков. Учитывается поступление продукции с полей, реализация зерна с поля и с тока. При этом данные могут собираться как с диспетчерского центра, так и сниматься с электронных весов, установленных на складах или токах. Принимается во внимание расходование пестицидов и удобрений. Изучается объем расходования семян при посеве.

#### **Анализ конечного результата и составление отчетов**

С помощью ГИС удобно проводить анализ всех проведенных агротехнических операций и отображение этой информации в виде карт, таблиц, графиков. Учитывается поступление продукции с полей, реализация зерна с поля и с тока. При этом данные могут собираться как с диспетчерского центра, так и сниматься с электронных весов, установленных на складах или токах. Принимается во внимание расходование пестицидов и удобрений. Изучается объем расходования семян при посеве.

Снизить расходование семян и удобрений становится возможным, например, при сведении к минимуму перекрытий посевных полос, используя систему параллельного вождения.

#### **5.4.1 Прогнозировании урожайности культур и оценка потерь**

Система прогнозирования урожайности строится на методах наблюдения за состоянием посевов с учетом влияния природно-климатических условий. Данная технология позволяет отслеживать динамику развития сельскохозяйственных культур, условий вегетации, определять сроки их созревания и оптимальные сроки начала уборки, проводить экономический анализ при минимальном и максимальном уровнях урожайности стабильно возможных для конкретных условий.

С учетом полученного прогноза урожайности на различных участках поля (включая затраты и возможную извлекаемую прибыль) принимается решение о дифференцированной обработке полей. С другой стороны, можно проанализировать возможные потери в соответствии с потенциалом урожая на бедных землях. Для более точного определения уровня урожайности на полях хозяйства используется система компьютерного мониторинга.

Эффективное функционирование картографической системы сельхозпредприятия возможно только при объединении разнородной информации в единую пространственную базу данных. Такая интеграция

осуществляется путем построения объектной модели данных, в которую входят:

- картографические слои;
- таблицы с информацией по объектам (посевные площади, поголовье скота, объемы производства, реализации и потребления сельскохозяйственной продукции и продовольствия и т.д.);
- аэро- и космические снимки.

Анализ данных в этой системе проводится средствами картографического анализа что дает возможность получать пространственно определенные данные прироста или снижения продуктивности.

В результате прогнозирования урожайности культур и оценки потерь руководство может рассчитать оптимальную цену на оборудование и материалы, в которых предприятие будет нуждаться в будущем, и определить закупочные цены на сельскохозяйственную продукцию.

#### **5.4.2 Планирование, мониторинг и анализ использования техники**

Техническая подсистема сельскохозяйственных предприятий также не остается в стороне от использования геоинформационных технологий. Она включает:

- составление графиков использования техники и ее ремонта;
- анализ использования техники и горюче-смазочных материалов (всех перемещений техники, расчет пробега и обработанных площадей);
- определение оптимальных маршрутов движения и транспортировки техники от базы до обрабатываемых полей;
- определение оптимальных маршрутов доставки урожая до пунктов приема;
- контроль за скоростью перемещения техники при выполнении полевых работ;
- определение длины гона или оптимального расстояния между полями и пунктами сдачи сельскохозяйственной продукции по цифровой карте;

- формирование учетных листов трактористов-машинистов.
- формирование путевых листов автотранспорта.

Более подробно аспекты использования систем мониторинга подвижных объектов рассматриваются в статье «Применение ГИС-технологий в системах управления транспортным предприятием».

Также ГИС помогут усовершенствовать процессы, протекающие в животноводческом секторе, например, эффективно и с незначительными затратами решить следующие задачи картирования районов:

- со скудной природной растительностью;
- опустынивания вследствие перегрузки пастбищ;
- деградации природной растительности на пастбищах;
- с выбиванием растительности и эрозией почвенного покрова вокруг водопоев, на трассах перегонов и т.п.;
- с загрязненными стоками животноводческих комплексов и птицефабрик и т.д.

Нужно отметить, что из образующихся отходов в качестве удобрений используются в среднем менее 70%, остальная часть переполняет пруды-накопители, сбрасывается на прилегающие территории, попадая в водоемы и в подземные воды.

Руководящему составу использование ГИС-технологий поможет осуществить дистанционный контроль за работой хозяйства (управлять процессами в реальном времени), а также на основе получаемых отчетов анализировать эффективность вложений в производство.

Для диспетчерской службы применение данных технологий позволяет оперативно отслеживать местоположение техники, координировать работу механизаторов и водителей, в т.ч. посредством установления голосовой связи, а также контролировать расходование ГСМ и состояние техники.

Автоматизированное рабочее место агронома с использованием ГИС-технологий:

- предусматривает ведение истории полей по урожайности, культурам, применяемым удобрениям и средствам защиты;
- позволяет планировать внесение удобрений с учетом индивидуальных особенностей полей;
- оказывает информационную поддержку при оценке качества работ и выработке предложений по их планированию.

Геоинформационные системы позволяют сотрудникам экономического подразделения проводить сравнительный анализ плановых и фактических данных, автоматизировать учет рабочего времени и формирование отчетов и справок.

Особенно важны ГИС-технологии в управлении сельскохозяйственным производством в регионах с рискованным земледелием. Для данных территорий необходим постоянный контроль за условиями развития культур и проведением агротехнических и агрохимических мероприятий. Надзор может осуществляться как на отдельных полях, так и в пределах района, области или более обширной территории.

Внедрение прикладной ГИС и обучение сотрудников помогает в сравнительно небольшие сроки повысить эффективность работы сельхозпредприятия.

Практика показывает, что период окупаемости инвестиций направленных на внедрение прикладных ГИС составляет от 1 года до 3-5 лет в зависимости от масштаба внедряемой системы, а первый эффект от внедрения системы отчетливо виден уже по окончанию первого сезона применения. Конкурентоспособность растет вместе с прибыльностью бизнеса в результате снижения затрат и роста эффективности использования имеющихся ресурсов.

Технологии эволюционировали и резкий скачок во внимании к сегменту произошел, когда на сельское хозяйство обратили внимание технологические компании, которые научились совместно с партнерами контролировать полный цикл растениеводства или животноводства за счет умных устройств, передающих и обрабатывающих текущие параметры каждого объекта и его

окружения (оборудования и датчиков, измеряющих параметры почвы, растений, микроклимата, характеристик животных и т.д.), а также бесшовных каналов коммуникаций между ними и внешними партнерами.

### 5.5 ИТ в агропромышленном комплексе в мире

«Роботизация» производства особо актуальна для больших фермерских хозяйств. Совершая полеты над полями, беспилотники с помощью камеры и датчиков позволяют фермерам в режиме реального времени видеть, как выглядит каждое растение, как происходит процесс созревания с/х культур и как изменяется цвет почвы.

«Сельскохозяйственные» беспилотники позволяют создавать электронные карты полей в формате 3D, рассчитывать показатель Normalized Difference Vegetation Index (нормализованный вегетационный индекс) с целью эффективного удобрения культур, инвентаризировать проводимые работы и охранять сельхозугодия.

Примеры работ, которые могут выполняться сельскохозяйственными беспилотниками:

*Анализ состояния почвы.* С помощью камер и специально установленных на БПЛА датчиков фермеры анализируют состояние почвы на различных участках и определяют, на каких из них наиболее целесообразно проводить посадку семян.



*Посадка семян.* На рынке можно найти ряд стартапов, которые предлагают сажать растения с помощью специальных дронов, выстреливающие в почву капсулами с семенами. Примером подобного стартапа является BioCarbon Engineering, который громко заявил о себе ещё весной 2015 года, когда объявил о своих планах сажать в будущем до 1 млрд. деревьев в год.

*Мониторинг состояния урожая.* Для фермеров очень важно своевременно обнаружить вредителей, от которых гибнут сельхозугодья, чтобы оперативно предпринять необходимые меры. Уже давно известно, что первые признаки ухудшения состояния растений проявляются в изменении хлорофилла. Поэтому, установив на БПЛА инфракрасные камеры, фермеры могут своевременно узнать о начале гибели урожая.

*Обработка урожая.* Ещё одна потенциальная сфера применения БПЛА в сельском хозяйстве – это равномерные опрыскивания урожая ядохимикатами и специальными удобрениями. С помощью беспилотников фермеры смогут проводить подобные работы удаленно.

*Прогноз урожайности.* Собранные в ходе мониторинга данные могут быть использованы для построения различных аналитических отчетов. В этом случае БПЛА будет применяться как платформа для сбора данных, в то время как основной фронт работ ляжет на специализированное ПО, обрабатывающее собранную информацию. Многие эксперты даже полагают, что будущее «сельскохозяйственных» БПЛА именно за этой моделью развития – сами аппараты станут «коммидити», в то время, как основную ценность для рынка будут представлять специалисты, способные на основе результатов работы ПО принимать верные решения по дальнейшему развитию сельхозугодий.

## Проектная - исследовательская деятельность (модуль 3)

### 1. Организация проектно-исследовательской деятельности

#### 1.1 Основные понятия

Целостная система знаний и умений не может появиться иначе, чем в ситуации разрешения надпредметных проблем, в опыте самостоятельной деятельности, а это и есть *проектирование*. Интуитивно все, кто сегодня связан с образованием, понимают, что проектная деятельность школьников предполагает их активность в образовательном процессе, а без активности ребенка образование невозможно.

Разработанный еще в первой половине XX века метод проектов очень актуален в современном информационном обществе. Часто проектом называют любую самостоятельную работу ученика, скажем реферат или доклад. Неудивительно, что подчас у учителей не складывается четкого представления о проекте как методе обучения, а у учеников – о проекте как вполне определенном виде самостоятельной работы. Чтобы избежать всех этих проблем в выполнении проекта в данном модуле, необходимо четко определить, что такое проект, каковы его признаки, в чем его отличие от других видов самостоятельной работы ученика, какова степень участия учителя на различных этапах выполнения проекта, как это зависит от возраста учащегося и от других его индивидуальных особенностей. Среди различных видов самостоятельных работ учащихся ближе всего по жанру к проектам стоят доклады, рефераты и учебные исследования. Поэтому прежде чем приступить к выполнению проектной работы внесем ясность.

**Исследовательская работа** – работа, связанная с решением творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным результатом.

**Проект** – работа, направленная на решение конкретной проблемы, на достижение оптимальным способом заранее запланированного результата. Проект может включать элементы докладов, рефератов, исследований и любых других видов самостоятельной творческой работы учащихся, но только как способов достижения результата проекта.

*Для ученика проект* – это возможность максимального раскрытия своего творческого потенциала. Это деятельность, которая позволяет проявить себя индивидуально или в группе, попробовать свои силы, приложить свои знания, принести пользу, показать публично достигнутый результат. Это деятельность, направленная на решение интересной проблемы, сформулированной самими учащимися. Результат этой деятельности – найденный способ решения проблемы – носит практический характер и значим для самих открывателей. *А для учителя учебный проект* – это интегративное дидактическое средство развития, обучения и воспитания, которое позволяет вырабатывать и развивать специфические умения и навыки проектирования: проблематизация, целеполагание, планирование деятельности, рефлексия и самоанализ, презентация и самопрезентация, а также поиск информации, практическое применение знаний, самообучение, исследовательская и творческая деятельность.

## **1.2 Особенности и этапы проектной деятельности**

Есть ряд обстоятельств, которые необходимо учитывать, организуя проектную деятельность учащихся. Учащемуся не может быть предложена в качестве проекта работа, для выполнения которой у него нет никаких знаний и умений, при том, что эти знания и умения ему негде найти и приобрести. Иными словами, для работы над проектом автор должен иметь определенный исходный (пусть минимальный) уровень готовности. И, конечно, не может быть проектом работа очень знакомая, многократно ранее выполнявшаяся, не требующая поиска новых решений и соответственно не дающая возможности приобрести новые знания и умения.

Есть и другая особенность. Чтобы проблема проекта мотивировала ученика на активную работу, его цель поначалу должна носить скрытый характер, порождать проблему. **Проблематизация** является первым этапом работы над проектом – необходимо оценить имеющиеся обстоятельства и сформулировать проблему. На этом этапе возникает первичный мотив к

деятельности, так как наличие проблемы порождает ощущение дисгармонии и вызывает стремление ее преодолеть. Возникает своеобразное «присвоение» учеником проблемы, наделение ее личностным смыслом.

Так появляется необходимость определить и сформулировать цель деятельности. Соответственно следующий, второй этап работы – **целеполагание**. На этом этапе проблема преобразуется в лично значимую цель и приобретает образ ожидаемого результата, который в дальнейшем воплотится в проектом продукте. В этот момент у автора возникает масса идей (не всегда реалистических), что еще больше укрепляет мотив к деятельности. Наличие исходной проблемы и понимание конечной цели работы заставляют приступить к деятельности, которая должна начинаться с разработки плана. **Планирование** – важнейший этап работы над проектом, в результате которого ясные очертания приобретает не только отдаленная цель, но и ближайшие шаги. В этот период энтузиазм и ощущение новизны и значимости предстоящей работы притупляется, что может несколько снизить мотив к деятельности.

Когда имеется план работы, в наличии ресурсы (материалы, рабочие руки, время) и понятна цель, можно приступать непосредственно к работе.

**Реализация** имеющегося плана – следующий этап проектного цикла. Это период максимального колебания мотива. У некоторых людей ясность предстоящих шагов, наличие четкого плана повышают мотив к деятельности, а у других возникает ощущение легкости и доступности всей работы, желание расслабиться, не напрягаться. А иногда автор проекта мысленно уже достиг результата работы, эмоционально пережил это достижение; или, наоборот, объем предстоящей работы приводит к тому, что у автора опускаются руки, пропадает уверенность в успешном завершении проекта (все это в значительной степени касается подростков). Очевидно, что на этапе реализации учителю предстоит найти способ поддержания мотива к работе, учитывая личностные особенности своих учеников. По завершении работы автор должен сравнить полученный результат со своим замыслом, если есть

возможность, внести исправления. Это этап осмысления, анализа допущенных ошибок, попыток увидеть перспективу работы, оценки своих достижений, чувств и эмоций, возникших в ходе и по окончании работы. Кроме того, автору необходимо оценить, какие изменения произошли в нем самом, чему он научился, что узнал, как изменился его взгляд на проблему, какой жизненный опыт он приобрел. Все это и является содержанием этапа **самооценки и рефлексии** – завершающего этапа работы.

### 1.3 Роль учителя в ходе работы над проектом

Работа над проектом предполагает очень тесное взаимодействие ученика и учителя. В этой связи возникают две крайности – полностью предоставить учащегося самому себе или, наоборот, значительно ограничить его самостоятельность, постоянно вмешиваясь, направляя, советуя – лишая, таким образом, ребенка инициативы в работе. Педагогическая тонкость здесь заключается в том, что ученик должен чувствовать, что проект – это его работа, его создание, его изобретение, реализация его собственных идей и замыслов... *Он должен видеть, что учитель с уважением относится к его точке зрения, даже если она не совпадает с точкой зрения педагога.*

Для того чтобы максимально использовать воспитательный потенциал проектной деятельности, учителю необходимо не только учесть возрастные и индивидуальные особенности учащегося, его интересы и особенности мотивационной сферы, но и выстроить с ним оптимальные личные взаимоотношения в ходе работы над проектом. Учитель может быть:

- **руководителем** проекта, который несет серьезную ответственность за ход и результат работы. В такой ситуации учащийся может быть не слишком инициативным, так как это привычные для него отношения учитель–ученик;
- **коллегой** по работе, который в значительной степени вовлечен в процесс и выполняет заранее оговоренную часть работы и разделит с автором проекта будущий триумф или поражение. Это отношения равноправных

партнеров, которые увлечены общей работой и взаимно обогащаются знаниями и опытом, подпитываются энтузиазмом друг друга;

- **экспертом–знатоком**, который является источником информации по проблеме проекта, предоставляет необходимые сведения и дает советы, когда автор проекта обращается за ними. Здесь учитель находится в несколько отстраненной позиции, побуждая учащегося проявлять максимум активности, быть не только инициатором работы, но и организатором взаимодействия с учителем;

- **супервизором**, который лишь вдохновляет автора на работу и создает условия для ее успешного осуществления. В этом случае учащийся является полноправным автором проекта и в полной мере несет ответственность как за успех, так и за провал своей работы. Так можно работать с инициативными, ответственными, хорошо успевающими учащимися независимо от их возраста.

Так постепенно, приобретая опыт, ребенок получает все большую ответственность за свою работу и все большую свободу в ее осуществлении. При этом грамотно выбранная позиция учителя – тонкий инструмент развития подростка, возможность оказывать на него воспитательное воздействие в ненавязчивой форме.

#### **1.4 Оформление результатов работы и защита проекта**

Теперь несколько слов о письменной части проекта, отчете о работе. Часто на эту часть проектной работы не обращают особого внимания. Стоит подчеркнуть, что **письменная часть проекта является важнейшей составляющей всей работы**. Независимо от того, что представляет собой проектный продукт (даже если он имеет вид брошюры или статьи, то есть выполнен в письменном виде), к проекту обязательно должна быть приложена письменная часть, которая фактически является отчетом о ходе и результате работы.

Без письменной части (отчета) проект во многом теряет смысл, так как именно здесь учащийся осуществляет *рефлексивную оценку* всей своей работы. Оглядываясь назад, он анализирует, что удалось и что не удалось; почему не получилось то, что было задумано; все ли усилия были приложены, чтобы преодолеть возникшие трудности; насколько были обоснованы изменения, внесенные в первоначальный план. Здесь же автор проекта дает оценку собственным действиям, оценивает приобретенный опыт.

В старших классах отчеты о работе над проектом должны быть развернутыми и глубокими, поэтому старшеклассники должны писать их полностью самостоятельно.

Несколько слов о защите проектов. Важнейшим навыком, который приобретают учащиеся в ходе проектной деятельности, является навык публичного выступления с целью презентации результата своей работы (проектного продукта) и самопрезентации собственной компетентности. Умение кратко и убедительно рассказать о себе и своей работе очень востребовано в современном обществе.

Защита проектов, как правило, происходит в форме презентации. То есть краткого (*7–10 минут*) публичного выступления, в ходе которого автор знакомит аудиторию с результатами своей работы.

Проблемы, которые чаще всего возникают в ходе презентации, могут быть связаны с волнением, отсутствием наглядных материалов, недостаточно отрепетированной речью, неумением вызвать интерес слушателей, нарушением регламента (ученик не укладывается в отведенное время). Чтобы ученик смог справиться с этими проблемами, необходимо отрепетировать его выступление на защите проекта. Для этого ему также потребуются обратная связь от учителя или членов творческой проектной мастерской.

### **1.5 Использование средств наглядности**

Вся презентация должна сопровождаться хорошо отобранными и подготовленными средствами наглядности для того, чтобы:

- ✓ привлечь внимание слушателей и поддерживать их интерес;
- ✓ усилить смысл и значение твоих слов;
- ✓ проиллюстрировать то, что трудно воспринимать на слух (например, цифры, даты, имена, географические названия, специальные термины, графики, диаграммы и т.п.).

Не следует использовать средства наглядности только для того, чтобы:

- ✓ произвести впечатление;
- ✓ заменить средствами наглядности живое общение с аудиторией;
- ✓ перегрузить выступление большим объемом информации;
- ✓ проиллюстрировать простые идеи, которые легко можно изложить словами.

## **2. Структура и тематика проектов 3 модуля**

В структуре проектной деятельности выделяются этапы: подготовительный, основной, заключительный.

1. Подготовительный этап: выбор темы и руководителя проекта.

2. Основной этап: изучение литературы, постановка проблемы, обоснование ее актуальности, формулировка цели, выдвижение гипотезы, составление плана действий по проверке гипотезы, создание продукта. Оформление текста проекта.

На основном этапе предусмотрены консультации с руководителем проекта.

На данном этапе для учащихся 9 классов предусмотрена защита проектной идеи (предзащита), в ходе которой обучающиеся формируют краткий отчет о работе над проектом (актуальность, цель, задачи, проектный продукт). По результатам предзащиты учащиеся могут внести изменения в проектную работу.

3. Заключительный: защита проекта, оценивание работы.

На работу над проектом рекомендовано отвести от 4 до 6 месяцев.

### **Проекты можно свести к следующим типам / темам:**

- проекты, связанные с созданием практически значимого для человека продукта с заданными свойствами, который является новым объектом и представляет собой техническое устройство, модель, макет какого-либо реального объекта, прибор и т. д., например, беспилотная машина, новая технология организации теплиц и т.п.;
- проекты, связанные с оценкой или нахождением значений параметров свойств объектов в определенном состоянии, например, «Зависимость урожайности от использования Интернет вещей»;
- проекты, связанные с установлением причины явления, процесса, например, «Изучение факторов, влияющих на мощность электродвигателя».
- проекты, связанные с разработкой технологии получения практически значимого продукта, например, «Разработка установки для обеззараживания семян», или исходя из актуальности вопроса импортозамещения деталей - «Создания деталей для высевающего аппарата посредством 3D печати»;

Для применения проектно - исследовательского метода обучения в лекционном курсе модуля есть немало благодатных тем.

Например, после изучения темы «Электрификация сельского хозяйства» можно учащимся предложить поучаствовать в создании проекта «Применение лазерной установки в сельском хозяйстве».

### **3. Оценка результатов проделанной работы**

Как любая работа, проектная деятельность имеет свои критерии оценки. Каждый участник должен показать способность к самостоятельной работе, приобретению знаний и решения проблем. Показать сформированность предметных знаний и способов действий, регулятивных, коммуникативных действий. Аттестационной комиссии необходимо заполнить бланк по следующим критериям в бальном диапазоне от 1 до 10.

## **Критерии оценивания работы над проектом**

- *Актуальность проекта* (обоснованность проекта в настоящее время, которая предполагает разрешение имеющихся по данной тематике противоречий);
- *самостоятельность* (уровень самостоятельной работы, планирование и выполнение всех этапов проектной деятельности самими учащимися, направляемые действиями координатора проекта без его непосредственного участия);
- *проблемность* (наличие и характер проблемы в проектной деятельности, умение формулировать проблему, проблемную ситуацию);
- *содержательность* (уровень информативности, смысловой емкости проекта);
- *научность* (соотношение изученного и представленного в проекте материала, а также методов работы с таковыми в данной научной области по исследуемой проблеме, использование конкретных научных терминов и возможность оперирования ими);
- *работа с информацией* (уровень работы с информацией, способа поиска новой информации, способа подачи информации - от воспроизведения до анализа);
- *системность* (способность рассматривать все явления, процессы в совокупности, выделять обобщенный способ действия и применять его при решении задач в работе);
- *интегративность* (связь различных областей знаний);
- *коммуникативность*.

## **Критерии оценивания «продукта» проектной деятельности**

- *Полнота реализации проектного замысла* (уровень воплощения исходной цели, требований в полученном продукте, все ли задачи оказались решены);
- *соответствие контексту* проектирования (важно оценить, насколько полученный результат экологичен, т. е. не ухудшит ли он состояние

природной среды, здоровье людей, не внесет ли напряжение в систему деловых (межличностных) отношений, не начнет ли разрушать традиции воспитания, складывавшиеся годами);

➤ *степень новизны* (проект как «бросок в будущее» всегда соотносится с внесением неких преобразований в окружающую действительность, с ее улучшением. Для того чтобы оценить сделанный в этом направлении вклад, необходимо иметь представление о соответствующем культурном опыте.);

➤ социальная (практическая, теоретическая) *значимость*;

➤ *эстетичность*;

➤ *потребность дальнейшего развития* проектного опыта (некий предметный результат, если он оказался социально значимым, требует продолжения и развития).

Выполненный по одному предмету учебный проект обычно порождает множество новых вопросов, которые лежат уже на стыке нескольких дисциплин).

### **Критерии оценивания оформления проектной работы**

➤ *Правильность и грамотность оформления* (наличие титульного листа, оглавления, нумерации страниц, введения, заключения, словаря терминов, библиографии);

➤ *композиционная стройность, логичность изложения* (единство, целостность, соподчинение отдельных частей текста, взаимозависимость, взаимодополнение текста и видеоряда, отражение в тексте причинно-следственных связей, наличие рассуждений и выводов);

➤ *качество оформления* (рубрицирование и структура текста, качество эскизов, схем, рисунков);

➤ *наглядность* (видеоряд: графики, схемы, макеты и т.п., четкость, доступность для восприятия);

➤ *самостоятельность*.

## Критерии оценивания презентации проектной работы

- *Качество доклада* (композиция, полнота представления работы, подходов, результатов; аргументированность и убежденность);
- *объем и глубина знаний* по теме (или предмету) (эрудиция, наличие
- межпредметных (междисциплинарных) связей);
- *полнота раскрытия* выбранной тематики исследования при защите;
- *представление проекта* (культура речи, манера, использование наглядных средств, чувство времени, импровизационное начало, держание внимания аудитории);
- *ответы на вопросы* (полнота, аргументированность, логичность, убежденность, дружелюбие);
- *деловые и волевые качества* докладчика (умение принять ответственное решение, готовность к дискуссии, доброжелательность, контактность);
- *правильно оформленная презентация.*
- *оформленная презентация, чувство времени).*

### Бланк оценки проектной деятельности

Название проектной работы

\_\_\_\_\_

Автор / группа

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Критерий оценки	Количество баллов	Пояснения
Работа над проектом		(актуальность, самостоятельность, проблемность, научность)
«Продукт» проектной деятельности		(полнота реализации проектного замысла, значимость, потребность дальнейшего развития)
Оформление		(правильность и грамотность оформления, композиционная стройность, качество оформления, наглядность)
Защита		(качество доклада, объем, глубина, ответы на вопросы, правильность оформления)
Итого:		

Член оценочной группы \_\_\_\_\_

(Ф.И.О., подпись)