

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Современные технологии в агропромышленном комплексе

**Направление подготовки (специальность) 35.03.06 «Агроинженерия»**

**Профиль образовательной программы Технический сервис в АПК**

**Форма обучения** заочная

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Лекция № 1 Особенности использования GPS\GLONASS в сельском хозяйстве .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Лекция № 2 Глобальные системы и техника геопозиционирования, ГИС, требования к информации, сбор и передача данных .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Параллельное вождение агрегатов .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Агрохимическая лаборатория .....</b>	<b>28</b>
<b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Автоматические пробоотборники почвы .....</b>	<b>36</b>
<b>2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Охладители молока.....</b>	<b>48</b>

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### 1. 1 Лекция №1 ( 2 часа).

**Тема: «Особенности использования GPS\GLONASS в сельском хозяйстве»**

#### 1.1.1 Вопросы лекции:

- 1.1. Особенности использования GPS в сельском хозяйстве.
- 1.2. Значение и цели точного сельского хозяйства (определение, экономические аспекты ТЗ, экологические аспекты ТЗ, повышение устойчивости с.-х. производства, развитие альтернативного земледелия с ТЗ).

#### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

##### 1. Особенности использования GPS в сельском хозяйстве

**Система GPS (Global Positioning System** – система глобального позиционирования) была разработана в 1973 г. Министерством обороны США, чтобы обеспечить определение местоположения, синхронизацию времени и получение навигационных сигналов американскими военнослужащими и гражданскими пользователями по всему миру. Это спутниковая навигационная система, известная также под названием NAVSTAR. Она состоит из работающих в единой сети 29 спутников, которые находятся на 6 орбитах высотой около 17 000 км над поверхностью Земли. Спутники движутся со скоростью около 3 км/сек., совершая два полных оборота вокруг планеты менее чем за 24 часа. Сигнал хотя бы от нескольких (от 5 до 12) спутников, находящихся в прямой видимости, будет приниматься в любой точке земной поверхности и околоземного пространства в любое время.

##### **ГЛОНАСС**

**ГЛО**бальная **НА**вигационная **СП**утниковая **СИ**стема (Глонасс) — российская спутниковая система навигации.

Основой системы должны являться 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли на трёх орбитах высотой 19 100 км. Принцип измерения аналогичен американской системе навигации NAVSTAR GPS. В настоящее время развитием проекта ГЛОНАСС занимается Федеральное космическое агентство (Роскосмос) и ОАО «Российские космические системы». ГЛОНАСС предназначена для оперативного навигационно-временного обеспечения неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования. Доступ к гражданским сигналам ГЛОНАСС в любой точке земного шара предоставляется российским и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений

Основное отличие от системы GPS в том, что спутники ГЛОНАСС в своем орбитальном движении не имеют резонанса (синхронности) с вращением Земли, что обеспечивает им большую стабильность. Таким образом, группировка КА ГЛОНАСС не требует дополнительных корректировок в течение всего срока активного существования. Тем не менее срок службы спутников ГЛОНАСС заметно короче.

#### **Состав группировки ГЛОНАСС на 04.12.2011 г.**

<b>Всего в составе ОГ ГЛОНАСС</b>	<b>31 КА</b>
Используются по целевому назначению	23 КА
На этапе ввода в систему	4 КА
Временно выведены на техобслуживание	2 КА
Орбитальный резерв	1 КА
На этапе летных испытаний	1 КА

Чтобы использовать космические навигационные системы в АПК, достаточно установить на сельхозтехнику специальный прибор – **ГЛОНАСС /GPS-приемник**, постоянно получающий сигналы о местоположении навигационных спутников и

расстояниях до них. На базе приемников, обеспечивающих связь со спутниками и определяющих координаты, разработаны *системы параллельного вождения и автопилоты* для управления движением тракторов и комбайнов.

**Система параллельного вождения** состоит из GPS-приемника с внешней антенной, контроллера и курсоуказателя. Они легко и быстро устанавливаются на любой сельхозагрегат, требуется только подключение к электропитанию и установка внешнего блока (приемник GPS) на входящих в комплект магнитной либо воздушной присосках. Курсоуказатель располагается внутри кабины – обычно над рулем или перед рычагами управления. Механизатору не нужно переключать внимание на отслеживание внешних ориентиров, поэтому он меньше отвлекается от вождения и наблюдения за приборами. GPS-приемник определяет текущее положение машины, а процессор запоминает траекторию движения и маршрут. Если тракторист уехал с поля для дозаправки или вынужден был прекратить работу из-за непогоды, то впоследствии он может вернуться в точку, где была остановлена работа, и продолжить вождение по выбранной ранее траектории.

Современные системы с GPS-навигацией позволяют прокладывать и отслеживать как прямолинейные, так и криволинейные траектории движения и их сочетания. Возможность запоминать не только конечные и начальные точки ряда, но и любую кривую в качестве опорной линии позволяет реализовать самые разные варианты обработки полей.

**Автопилот**, в отличие от систем параллельного вождения, обеспечивает движение по маршруту без вмешательства механизатора. Отклонения от заданной траектории, вырабатываемые GPS-прибором, через специальные устройства вводятся непосредственно в систему управления ходовой частью. Полностью автоматические системы управления состоят из устройства параллельного вождения, контроллера и исполнительного механизма, который подключается к гидравлике трактора.

Бывают варианты автопилота с *подруливающим устройством* – исполнительным механизмом, который устанавливается на рулевую колонку, что позволяет удерживать сельхозмашину на заданном маршруте. При необходимости механизатор в любой момент может взять управление на себя.

2. Значение и цели точного сельского хозяйства (определение, экономические аспекты ТЗ, экологические аспекты ТЗ, повышение устойчивости с.-х. производства, развитие альтернативного земледелия с ТЗ).

#### Назначение системы параллельного вождения

Навигационное оборудование завоевывает все большую популярность в сельском хозяйстве. GPS-системы облегчают работу механизаторов и помогают аграриям сэкономить до 1500 руб./ га.

Для хозяйств, где активно работают со средствами защиты растений или удобрениями, вопрос купить или не купить GPS, уже не стоит. Обсуждаются лишь вопросы, сколько приобрести приборов и на какую технику установить.

Система позволяет повысить эффективность и точность всех сельскохозяйственных операций: обработки почвы, посева, опрыскивания, внесения удобрений и уборки урожая.

Точная навигация до минимума сокращает пропуски и перекрытия при смежных проходах агрегатов, что, в конечном счете, приводит к экономии посевного материала, удобрений, химикатов и ГСМ. Поскольку система устраняет потребность в сигнальщиках, сокращаются расходы на дополнительный персонал. Сельскохозяйственные операции выполняются быстрее. Немаловажно, что система дает возможность работать в условиях плохой видимости в том числе, в темное время суток. Более того, система является ресурсосберегающей технологией: за счет уменьшения полос перекрытий до минимума снижается перерасход удобрений и средств защиты растений (СЗР). За счет точной

навигации не «размывается» первоначальная технологическая колея: система запоминает траекторию движения и дает механизатору возможность точно попасть в ту же колею при повторной обработке поля.

Навигация, оптимальна при обработке поля СЗР, которую желательно проводить ночью, когда нет ветра, высокой инсоляции и испарений, а температуры окружающей среды ниже дневных. Основное преимущество применения систем параллельного вождения при опрыскивании – сокращение до минимума огрехов, неизбежно возникающих при этой операции, особенно если она производится широкозахватной техникой и в условиях плохой видимости. Например: при обработке гербицидами, такие огрехи могут негативно отразиться на урожайности не только необработанных участков, но и всего поля. При вождении обычным способом, механизатор, чтобы избежать пропусков, старается проходить соседние ряды с перекрытием, что значительно усугубляет фитотоксичность препаратов. В конечном счете, перекрытия составляют, по разным оценкам, от 5 до 15% площади. Применение GPS-навигации снижает взаимное перекрытие рядов до 1-3%. Приведем пример: на 18-и метровой штанге опрыскивателя на расстоянии 45 см друг от друга находятся 40 распылительных форсунок. Ориентируясь на пенный маркер, колышки или сигнальщики, водитель создает перекрытия от 50 см до 1,5 м, то есть на каждом проходе 2-3 лишних форсунки выливают на поле драгоценный пестицид, что заметно увеличивает гектарную стоимость обработки культуры. Простейшая спутниковая навигационная система позволяет достичь точности обработки 15-30 см от прохода к проходу, то есть при этом «теряется» только одна форсунка.

#### Устройство системы параллельного вождения

Система состоит из нескольких компонентов: курсоуказателя EZ-Guide 250/500 со встроенным спутниковым приемником, подруливающего устройства EZ-Steer либо навигационного контроллера NavController II.

Курсоуказатель Trimble EZ-Guide 250 устанавливается в кабине трактора и указывает водителю направление для точного вождения по параллельным рядам в ходе полевых работ. Он состоит из светодиодной панели, цветного 4-дюймового дисплея и интегрированного 12-канального GPS-приемника. Яркие, хорошо видимые в любое время суток светодиоды показывают водителю, в какую сторону отклоняется трактор от идеальной траектории и величину сдвига.

Использование системы Trimble EZ-Guide 500 имеет расширенный диапазон точностей от прохода к проходу (2,5-30 см). Этот прибор построен по принципу «все в одном»: он содержит высокоточный двухчастотный приемник GPS/DGPS/RTK и 7-дюймовый дисплей. Существует возможность подключения модемов для приема дифференциальной коррекции в режиме RTK или DGPS. Выбор уровня точности зависит от типа дифференциального сервиса: DGPS с базовой станцией (5-15 см), OmniSTAR VBS (15-30 см), OmniSTAR XP (5-12 см) или RTK с базовой станцией (2,5-5 см). Приемник дает возможность из года в год использовать «старую» траекторию движения и легко модернизируется до более высокого уровня точности.

Использование подруливающего устройства EZ-Steer исключает огрехи, увеличивает эффективную эксплуатацию сельскохозяйственной техники, за счет возможности работать в темное время суток, в условиях плохой видимости и значительно снижает утомляемость механизаторов. При достижении конца гона механизатору остается только вывести машину на новый ряд, пользуясь подсказками курсоуказателя, и снова подключить EZ-Steer, который передает усилие через резиновый валик на рулевое колесо.

Встроенное программное обеспечение курсоуказателей Trimble EZ-Guide 250/500 позволяет выполнять картирование полей - при объезде поля по контуру определить точные координаты границ поля и вычислить его общую площадь. Пользователь имеет возможность нанести на полученный план атрибутивный слой, содержащий информацию о точечных, линейных и площадных объектах (столбах, валунах, ручьях, оврагах, строениях и т.п.) В ходе выполнения полевых работ прибор запоминает траекторию

движения сельхозмашины и одновременно считает обработанную площадь. В дальнейшем это дает возможность оценить правильность обработки и увидеть возможные допущенные огрехи, не уезжая с поля. Данные координатных измерений могут быть также использованы для создания карт полей с привязкой их к географическим электронным картам.

Модели GPS-приемников отличаются по защищенности от помех, возможностям приема корректирующих поправок и максимальной точности определения координат. Хозяйству, прежде чем приобретать прибор, нужно ответить для себя на вопрос: «Сможет ли GPS-приемник обеспечить необходимую точность?»

Все GPS-системы для сельского хозяйства, помимо абсолютной точности определения географических координат в каждой конкретной точке, имеют еще такую характеристику, как относительная точность. Она подразумевает точность определения расстояния одного рядка относительно другого при проведении различных сельскохозяйственных работ. И если GPS-прибор по своим характеристикам способен обеспечить абсолютную точность определения географических координат около 1 метра, то относительная точность у него будет гораздо выше – около 7–8 см. Поэтому, если приборы параллельного вождения или автопилоты используются в хозяйстве только для обработок средствами защиты растений и разбрасывания удобрений, можно обходиться без дополнительных сервисов. Простейшие модели GPS-приемников дают относительную точность 30 см.

Такая точность неприемлема только для посева пропашных культур и овощей, а также проведения междурядных обработок. Чтобы обеспечить ее, придется воспользоваться дифференциальным сервисом. На территории России действуют два основных его вида – европейская система EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Services – система широкозонной дифференциальной навигации) и спутниковый дифференциальный сервис OmniSTAR от компании Fugro.

Сигнал EGNOS передается по каналам геостационарных телекоммуникационных спутников, позволяя достигать относительной точности параллельного вождения 15–30 см. Принимать сигнал этого сервиса может любой GPS-приемник. Единственное ограничение – неустойчивость работы.

OmniSTAR базируется на передаче дифференциальных поправок через геостационарные спутники, формирующие направленные пучки над определенными районами земной поверхности. Этот сервис платный и предусматривает несколько видов подписки, в зависимости от требуемой точности и региона работы GPS-приемников. Наиболее точный сервис обеспечивает точность на уровне 3–8 см.

## **1. 2 Лекция №2 (2 часа).**

**Тема: «Глобальные системы и техника геопозиционирования, ГИС, требования к информации, сбор и передача данных»**

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Глобальные системы и техника геопозиционирования.
2. ГИС, требования к информации.
3. Сбор и передача данных.

### **1.2.2 Краткое содержание вопросов:**

#### **1. Глобальные системы и техника геопозиционирования**

##### **Назначение и классификация комбайнов**

Зерноуборочные комбайны предназначены для срезания стеблей, обмолота и очистки зерна при прямом комбайнировании или для подбора хлебных валков, обмолота и очистки зерна при раздельной комбайновой уборке. Кроме сбора очищенного зерна в бункер, которое затем выгружают в транспортные средства и отвозят на дополнительную очистку и хранение, комбайн обеспечивает сбор соломы и половы, которые затем выбрасывают в виде копен в поле, прессуют или после измельчения грузят в транспортные средства.

Классификация. Зерноуборочные комбайны классифицируют по способу использования энергии и по схеме движения потока хлебной массы в процессе ее обработки.

По способу агрегатирования комбайны подразделяются на три типа: прицепные, самоходные и навесные. Прицепные и навесные комбайны делятся, в свою очередь, на две группы: моторные — с приводом рабочих органов от собственного двигателя и безмоторные — с приводом рабочих органов от ВОМ трактора или самоходного шасси.

По направлению движения потока срезанных стеблей, подаваемых в молотильный аппарат, зерноуборочные комбайны делятся на: Г-образные, Т-образные, поперечно-прямоточные и продольно-прямоточные. Продольно-прямоточные комбайны бывают с пассивным и активным сужением потока хлебной массы.

Отдельную группу составляют крутосклонные комбайны, предназначенные для работы в гористой местности. Особенность их конструкции заключается в наличии гидромеханизмов, автоматически обеспечивающих горизонтальное положение молотилки.

Основная характеристика Зерноуборочного комбайна — расчетная пропускная способность его молотильного аппарата. Она зависит от типа и размеров рабочих органов, а также от их регулировок, состояния убираемой культуры, рельефа поля и других факторов.

Наиболее распространены зерноуборочные комбайны двух базовых моделей: СК-5 «Нива» и СКД-6 «Сибиряк». На основе этих моделей разработаны конструкции других комбайнов подобного типа для применения их в специфических условиях. Для районов с повышенной влажностью почвы в уборочный период, а также для уборки риса выпускаются комбайны на полугусеничном и гусеничном ходу.

#### **2. ГИС, требования к информации**

В мировой практике создание зерноуборочных комбайнов идет по двум направлениям: с молотилкой классической схемы и с аксиально-роторным молотильно-сепарирующим устройством (МСУ). К первому виду относятся современные отечественные комбайны СК-5АМ, СКД-6 (новая модель «Енисей-1200»), РСМ-8 «Дон-

1200», РСМ-10 «Дон-1500», ко второму — СК-Ю «Ротор». Это комбайны четвертого поколения.

Классификация основных рабочих органов комбайнов

Режущие аппараты, Применяемые на комбайнах, аналогичны аппаратам косилок и жаток. Принцип их работы, типы и устройство описаны в соответствующих разделах.

Молотильные аппараты Сложных уборочных машин бывают барабанно-дековые, барабанные и роторные.

Барабанно-дековые аппараты состоят из вращающегося барабана и неподвижной деки. Барабаны могут быть штифтовыми и бильными. Рабочим элементом у первых служат штифты, или зубья, у вторых — рифленые билы, или бичи.

Дека штифтового молотильного аппарата обычно состоит из трех секций: крайние — зубовые и средняя — без зубьев, глухая или решетчатая.

Дека бильного аппарата сварена из боковых обойм и поперечных планок.

Выделение зерна из колосьев в бильном аппарате происходит главным образом в процессе его вытирания, а также за счет ударного воздействия. Штифтовые аппараты выделяют зерно преимущественно вследствие удара, а также вытирания.

Штифтовый барабан с цилиндрической решетчатой декой используют для обмолота початков кукурузы.

Для обрыва и обмолота бобов арахиса применяют молотильные аппараты, состоящие из деки и нескольких вращающихся валиков.

Барабанные молотильные аппараты, применяемые для обмолота овощного гороха, представляют собой конструкцию, состоящую из внутреннего и наружного барабанов, кожуха и транспортеров.

Соломотрясы Современных сложных уборочных машин бывают клавишные, конвейерно-роторные и роторные.

Клавишные соломотрясы наиболее распространены, состоят из трех, четырех, пяти или шести клавишей. Характер движения клавишей зависит от механизма их привода. Применяются двухвальные и одновальные соломотрясы.

Конвейерно-роторные соломотрясы состоят из нескольких транспортеров, битеров и вентилятора. Они менее чувствительны к продольным и поперечным уклонам машины.

Роторные соломотрясы представляют собой вращающиеся роторы, выполняющие роль соломочесов, под которыми установлена решетчатая дека. Расчесывание и растаскивание хлебной массы способствует лучшему выделению зерна и своеобразному дополнительному ее обмолоту.

### 3 Сбор и передача данных

Особенности конструкции комбайнов MEGA, MEDION, LEXION, DOMINATOR фирмы CLAAS, комбайнов CASE, JOHN DEER, FORD NEW HOLLAND (жатвенная часть, молотильный аппарат, очистка, кабина и органы управления, бункер, двигатели,

Новый LEXION: прогресс во всех отношениях.

- Кабина с улучшенной системой звукоизоляции гарантирует повышенный комфорт и концентрацию во время работы.

- EASY: системы CEBIS, CRUISE PILOT, автоматическое рулевое управление и CLAAS TELEMATICS обеспечивают уникальный комфорт управления и контроля.

- Жатка VARIO с шириной захвата до 12 м обеспечивает повышение производительности на 10% благодаря оптимальному распределению массы.

- Повышение производительности на 20% благодаря системе обмолота APS.

- Зерновой бункер на 11000 л, скорость выгрузки до 110 л/с.

- TERRA TRAC и технология шин для бережного отношения к почве.

Кабина

С мыслью о комбайнере.



Новый комбайн LEXION обеспечивает комбайнеру свободу движений и отличный круговой обзор. Приятный климат благодаря кондиционеру, очень низкий уровень шума и регулируемая в трех положениях рулевая колонка создают первоклассные условия для работы.

Первоклассное сиденье.

Обеспечивается полная поддержка комбайнеров, которые динамично и активно работают в сидячем положении.

- Активный климат-контроль обеспечивает оптимальную вентиляцию.
- Пневмоподвеска с автоматическим контролем высоты автоматически адаптируется к весу комбайнера и эффективно гасит до 40% колебаний.
- Пневматическая двойная поясничная опора удерживает спину в нужном положении.

- Подогрев сиденья оснащен автоматическим термостатом.

Место пассажира.

- Интегрированный подлокотник слева на двери
- Откидная спинка, используемая также как столик
- Увеличенный холодильник объемом 43 л с держателем бутылок
- Много дополнительных отсеков для хранения

Все под контролем с PROFI CAM.

Все модели LEXION могут комплектоваться камерой PROFI CAM, устанавливаемой на конце выгрузного шнека. Благодаря расположению камеры именно в этом месте обеспечивается контроль при помощи цветного монитора в кабине сразу трех процессов:

- Откинутый выгрузной шнек: процесс разгрузки бункера
- Сложенный выгрузной шнек: распределение измельченной массы
- Сложенный выгрузной шнек: задняя часть машины при движении назад или

движении по дорогам

Всего же к системе может быть подключено до четырех видеокамер, синхронно транслирующих изображение на цветной монитор в кабине комбайна.

Освещение.

Система освещения обеспечивает наилучшую видимость всей рабочей зоны и компонентов машины в темноте. Интеллектуальные функции, например, задержка выключения света, дополняют комплекс оборудования. Фары Н9 и ксеноновые фары превратят ночь в день.

- До десяти рабочих фар
- Освещение складывающихся жаток
- Освещение боковых областей, стерни и заднего моста
- Автоматическое освещение шнека
- Автоматическая фара заднего хода
- Освещение системы очистки, зернового бункера и схода
- Сервисные фонари под боковыми капотами
- Переносной фонарь рабочего освещения

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).**

**Тема: «Параллельное вождение агрегатов»**

**2.1.1 Цель работы:** Изучить устройство, принцип работы и процесс управления системой параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Используя методическое пособие и справочные руководства пользователя ознакомиться с общим устройством системы.
2. Изучить принцип управления системой с использованием функциональных клавиш.
3. Изучить возможные шаблоны движения агрегата с использованием системы.
4. Изучить принцип работы подруливающего устройства.
5. Оформить отчет по лабораторной работе.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250
2. Методические указания

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

##### **Технические характеристики:**

Система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250 имеет простой интерфейс и цветной экран, удобна в использовании при агрегатировании сельскохозяйственных агрегатов. Система совместима с подруливающим устройством EZ-Steer.

##### **Особенности системы:**

- Цветной дисплей (4.3 дюйма): позволяет увидеть, где вы находитесь в настоящий момент, где вы были и какую работу проделали.
- Индикатор траектории: 15 ярких светодиодов используются для указания отклонения от траектории в режиме реального времени.
- USB: Позволяет передавать карты, построенные за день, и информацию для отчетов на ваш компьютер через флэш-накопитель USB.
- Встроенный GPS-приемник: низкопрофильная антенна обеспечивает субметровую точность (30-40) см, антенна AG15 позволит достигнуть точности 15-30 см от гона к гону. Технология фильтрации сигнала OnPath® оптимизирует точность параллельного вождения в любой точке мира.

- Вождение по траектории произвольной формы: позволяет осуществлять вождение по любым траекториям, наиболее подходящим полю.

- Картирование: вид сверху позволяет увидеть, где вы находитесь в настоящий момент и, где была произведена обработка. Карты могут быть перенесены в ПК через накопитель USB.

- Функциональные клавиши: в любое время быстро выведут на экран справку и указания о порядке действий. При первом нажатии клавиши Info вы увидите обработанную площадь, общую площадь поля и ширину рабочего агрегата – при повторном нажатии Вы получите последние данные со спутника и о положении на поле. Клавиша Help выведет на экран информацию о поле, на котором идет работа в данный момент.

### **Информация по изучению раздела:**

В сельском хозяйстве получили широкое распространение и доказали свою эффективность два класса приборов для управления движением тракторов и комбайнов, использующих GPS-приемники: системы параллельного вождения и автопилоты. Использование космических навигационных систем становится возможным после установки на транспортное средство специального приемника, постоянно получающего сигналы о местоположении навигационных спутников и расстояниях до них. Приемные устройства, обеспечивающие связь со спутниками и определение координат, называются GPS- приемниками (GPS – Global Positioning System – система глобального позиционирования). На базе GPS-приемников разработаны разнообразные устройства управления движением техники.

Система параллельного вождения подразумевает под собой активное участие механизатора в управлении машиной по схеме: «измерение текущих координат сельхозмашины – отображение отклонений от заданного маршрута на табло в кабине – вращение механизатором рулевого колеса для удержания агрегата на заданном маршруте».

Основное преимущество использования систем параллельного вождения – уменьшение ошибок, сведение к минимуму человеческого фактора при обработке полей.

Система параллельного вождения позволяет повысить эффективность и точность всех сельскохозяйственных операций: обработки почвы, посева, опрыскивания, внесения удобрений и уборки урожая.

## Принцип работы спутниковых систем навигации

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого необходимо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Таблица положений всех спутников называется альманахом, которым должен располагать любой спутниковый приёмник до начала измерений. Обычно приёмник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и если он не устарел — мгновенно использует его. Каждый спутник передаёт в своём сигнале весь альманах. Таким образом, зная расстояния до нескольких спутников системы, с помощью обычных геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве.

Принцип работы спутниковой системы навигации также называется принципом трилатерации.

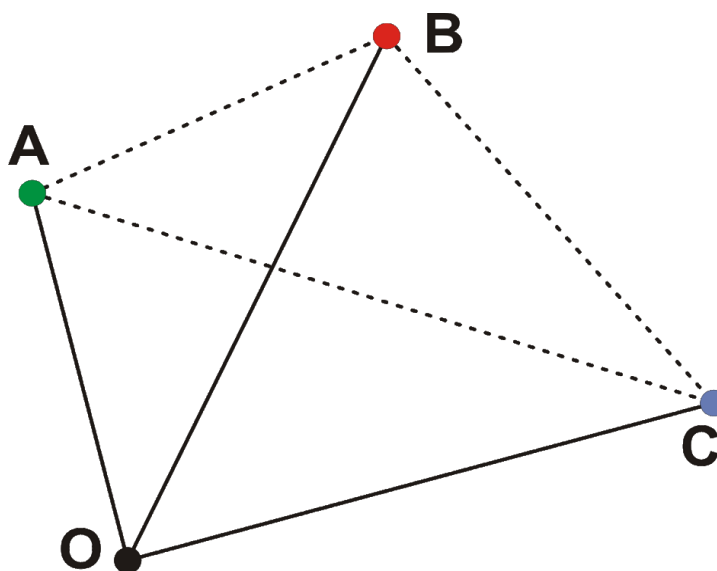


Рис.1.2 Принцип работы спутниковой системы навигации

Положение любой точки в пространстве определяется однозначно, если известны расстояния от этой точки до минимум трех других точек с известным их положением. Если на рисунке: А, В и С – спутники с известными параметрами орбиты, то, измеряя расстояния до них, мы сможем знать положение нашего объекта (О).

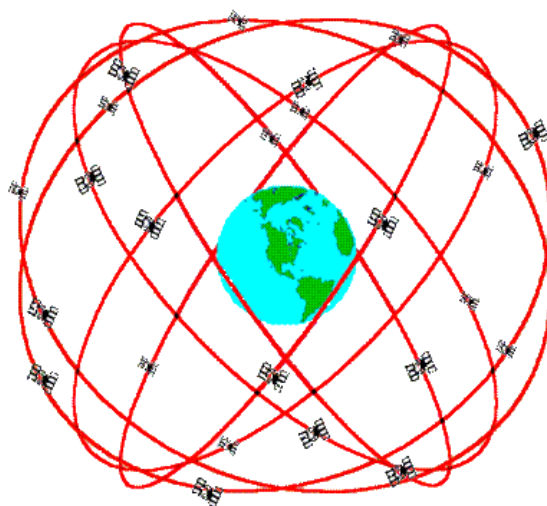


Рис.1.3 Спутники земли

Точные координаты любой точки на поверхности Земли вычисляются по измерениям расстояний до спутников с известными координатами. Расстояние определяется как время прохождения радиосигнала от спутника до приёмника, умноженное на скорость света.

#### **Общее устройство системы:**

В общем случае система параллельного вождения состоит из GPS-приемника с внешней антенной, контроллера и курсоуказателя. Для работы системы требуется подключение к электропитанию и установка внешнего блока (приемник GPS) на входящих в комплект магнитной либо воздушной (если крыша машины из пластика) присосках. Обучение по использованию этого типа оборудования занимает, в зависимости от желаемой «глубины» изучения, от нескольких минут до суток.

#### **Что входит в состав комплекта EZ-Guide 250**

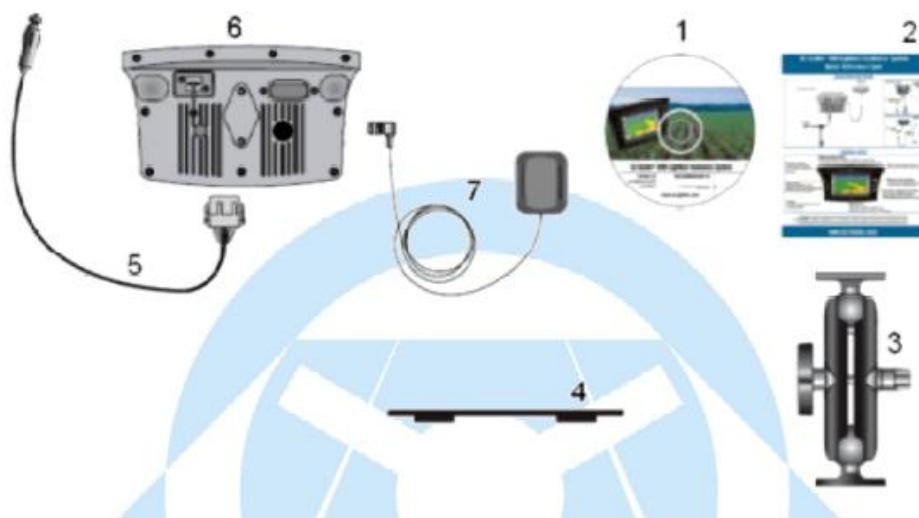


Рис.1.4 EZ-Guide 250

1-Диск с документацией EZ-Guide 250; 2-Карточка для быстрого ознакомления; 3-Держатель RAM; 4-Пластика крепления антенны; 5-Кабель питания (P/N 65168); 6-Световая панель EZ-Guide 250; 7-Микрополосковая антенна

Классическая форма курсоуказателя, одного из компонентов системы, – горизонтальный ряд светодиодных индикаторов в пластиковом корпусе



Рис.1.5 Устройство EZ-Guide 250

1) Цветной дисплей с диагональю 11 см. Удобный просмотр данных о проделанной работе, текущем местоположении и предстоящей обработке; 2) 15 светодиодных индикаторов указывают направление движения при любой освещенности; 3) Переносите данные о проделанной работе на ваш компьютер с помощью USB флеш-карт; 4) Встроенный GPS-приемник обеспечивает субметровую точность. Возможность установки антенны AG 15 для повышения точности позиционирования. Система оптимизирована для работы с фильтром OnPath в любой части мира; 5) Шаблон FreeForm создает красивые и линии рядов для указания курса в полях любой конфигурации. Пройденный путь в точности записывается для создания следующего прохода.

Курсоуказатель располагается внутри кабины, в поле периферийного зрения водителя, обычно над рулем или перед рычагами управления. Водителю не нужно переключать внимание на отслеживание внешних ориентиров, поэтому он меньше отвлекается от непосредственно вождения и контроля за приборами.

### Принцип работы системы:

Перед началом работы водитель выбирает необходимый режим обхода поля (маршрут движения), устанавливает расстояние между рядами и чувствительность курсоуказателя. Текущее положение машины в каждый момент времени определяется с помощью GPS-приемника, а запоминание маршрута, вычисление отклонения от него и управление индикацией осуществляет специализированный процессор. Алгоритм управления транспортным средством с помощью курсоуказателя прост: если индикаторы светятся в центре – машина идет правильно, если свет начал перемещаться, например, вправо, значит, машина уходит вправо – водитель должен компенсировать отклонение от ряда. Если водитель уехал с поля для дозаправки или был вынужден прекратить работу из-за непогоды, то впоследствии он может вернуться в точку, где была остановлена работа, и продолжить вождение по выбранной ранее траектории.

Помимо варианта со «светодиодными индикаторами в пластиковом корпусе» существуют системы параллельного вождения с графическим дисплеем, формирующим двумерное условное изображение машины, обрабатываемого ряда и линий сетки для визуализации движения. Система вождения, объединенная с агрегатами точного дозирования и специальным программным обеспечением, позволяет создавать и впоследствии использовать карты обработки полей с запоминанием траектории вождения машины.




### Управление системой:




Рис.1.6 Управление EZ-Guide 250

1) К питанию; 2) Курсоуказатель EZ-Guide 250; 3) Антенна Patch(P/N 56237-91); 4) Кабель питания (P/N 65168)

### Включение и выключение световой панели

Для включения световой панели EZ-Guide 250 нажмите функциональную кнопку . Для выключения световой панели нажмите и удерживайте нажатой функциональную кнопку . На экране отображается обратный отсчёт 5 секунд. Если вы отпустите кнопку  во время обратного отсчёта, выключение прерывается.

### Предупреждение

Убедитесь в надёжности подключения к электропитанию. В случае внезапного отключения питания световой панели возможны потери данных. Наиболее надёжным способом подключения является непосредственное соединение с аккумуляторной батареей. Во избежание потери данных для выключения световой панели всегда пользуйтесь кнопкой выключения . Для ознакомления с другими вариантами соединительных кабелей свяжитесь с вашим местным реселлером.

### Компоновка курсоуказателя



Рис.1.7 Компоновка курсоуказателя

1)СИД-указатели отклонения; 2) Кнопки действий; 3) Протоколирование покрытия и перекрытий; 4) Функциональные кнопки; 5) Полоса советов; 6) Пистограмма транспортного средства; 7) Линии полосы








### Предупреждение

Курсоуказатель должен быть сухим. Влага может привести к повреждению электрических устройств и отмене вашей гарантии.










### Пиктограммы системы








### Функция (левая сторона):

-  - Отображает информационные вкладки
-  - Отображает встроенную систему справки
-  - Включает и выключает регистрацию покрытия
-  - Возврат к режиму карты (экраны меню и мастера)
-  - Возврат к предыдущему экрану (экраны мастера)
-  - Возврат в предыдущее меню (экраны меню)
-  - Отменить изменения (править экраны)

### Действие (правая сторона):

-  - Перезапуск вождения
-  - Смещение линии вождения влево и вправо
-  - Передвинуть в это место (Только в расширенном режиме)
-  - Пауза и возвращение обратно к вождению
-  - Режим картирования
-  - Изменение масштаба карты
-  - Переключение режимов отображения (Только в расширенном режиме)
- расширенном
-  - Режим панорамирования
-  - Переход в меню конфигурации

### Задние поля (правая сторона):

-   - Установка точки А и точки В
-   - Начало разворота и завершение разворота
-  - Пауза протоколирования кривой (запись сегмента прямой линии)



- Следующий АВ (переключение секций шаблонов FreeForm)



- Регистрация кривой FreeForm



- Выполняю регистрацию кривой FreeForm

### **Начало. Управление. Простой режим.**

1)Перезапуск вождения → 2)Настройка агрегата→3)Выберите шаблон→4)Выберите на карте линию АВ → 5)Движение

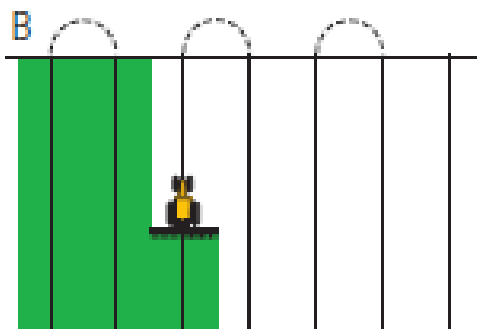
1) Выберите пиктограмму © и нажмите ок; 2) Установите ширину агрегата, перекрытие, пропуск и значения смещения; 3) См. шаблоны движения; 4)Начните движение и задайте направляющую полосу или поворотную полосу.

### **Шаблоны движения**

В русскоязычном варианте привычным стал термин «система параллельного вождения», хотя системы с GPS-навигацией позволяют прокладывать и отслеживать как прямолинейные, так и криволинейные траектории, и их сочетания. Световая панель EZ-Guide 250 имеет встроенные шаблоны указания курса, предназначенные для прокладывания курса в соответствии с заданными полевыми условиями.

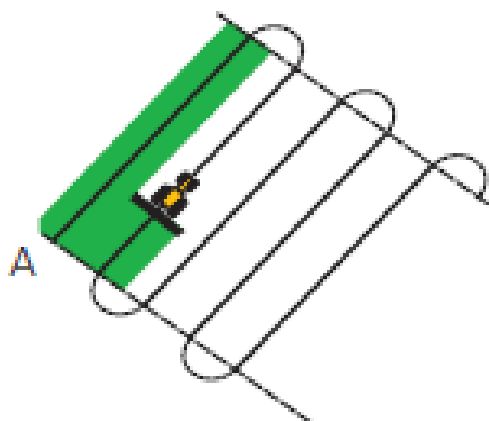
#### **Прямая АВ**

Выполняет построение линии для направления. Установите точку А в начале линии, а точку В – в конце.



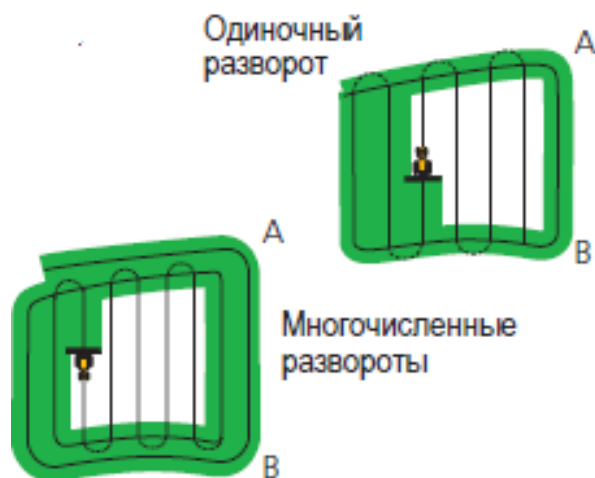
#### **А+**


Установите точку А для задания линии.  
Направление линии АВ соответствует заданию



направления вручную (по умолчанию соответствует предыдущему направлению АВ).

### Поворотная полоса



Прямые полосы автоматически заполняют границы поворотных полос. Введите число поворотных полос перед началом задания поля. Начните поворотную полосу, задайте линию вождения а затем возвратитесь к началу круга или нажмите  для завершения поворотной полосы.

*Примечание – дополнительные поворотные полосы основаны на первой поворотной полосе.*

### Шаблоны движения

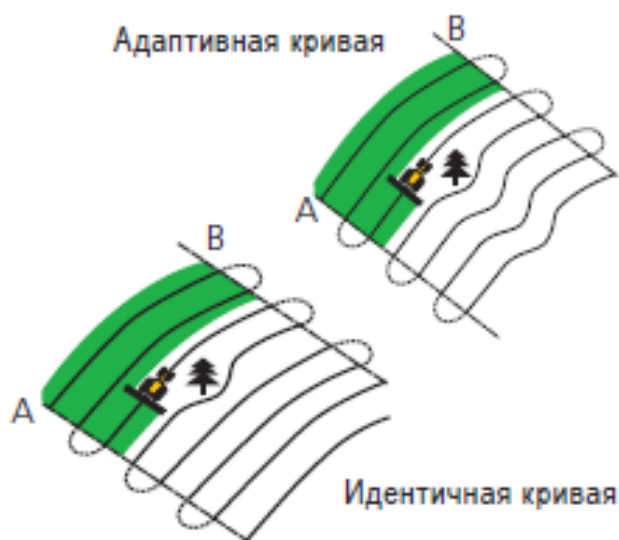


Рис. 1.8 Кривые

Существуют два типа кривых: идентичные и адаптивные. В случае идентичных кривых наведение основано на исходной кривой. Все отклонения игнорируются. Установите точку А, проведите кривую, и затем установите точку В. В случае адаптивных кривых наведение всегда основано на последнем проходе. Если функция автоматического обнаружения разворота включена, каждая новая полоса генерируется автоматически при

выполнении вами поворота. Если функция Автоматического обнаружения разворота выключена, установите точку В в конце каждого прохода для создания новой полосы.

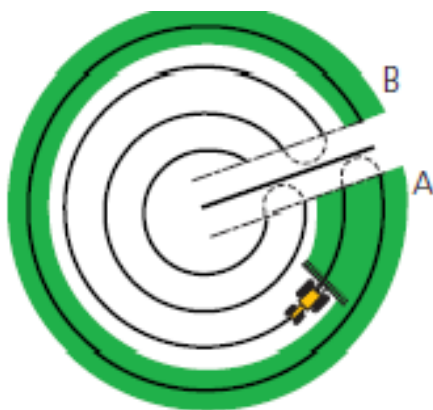


Рис. 1.9 Круговое движение

Установите точку А, выполните поворот, и затем установите точку В. Для достижения наилучших результатов следуйте крайней наружной колее поворотного рычага.

*Примечание - для обработки поля из центра к периферии поля, исходный поворот должен иметь радиус, равный, по крайней мере, двум значениям ширины полосы и длину дуги, равную как минимум четырем ширинам полосы.*

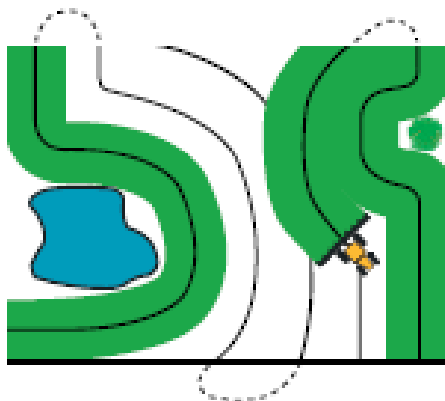


Рис. 1.10 FreeForm


Создание изогнутой и прямой направляющих линии в полях любой формы посредством записи точного пройденного пути для генерирования следующего прохода. Убедитесь в том, что вы записываете свою траекторию для того, чтобы получать указания. Наведите затем будет следовать следующей траектории. При наличии более чем одной траектории в зоне используйте пиктограмму Следующая АВ  для переключения между ними.



Рис.1.11 Trimble AgGPS EZ-Steer

#### **Назначение и состав устройства:**

Подруливающее устройство Trimble AgGPS EZ-Steer создано для обеспечения автоматического удержания транспортного средства на заданном маршруте при движении по полосе с высокой степенью точности, что снижает утомляемость водителя и позволяет ему сосредоточиться на более важных задачах, таких как контроль работы навесного оборудования или опрыскивателя, что позволяет повысить качество выполняемых работ. Система AgGPS EZ-Steer хорошо зарекомендовала себя при обработке почвы, внесении удобрений, опрыскивании и уборке урожая.

Подруливающее устройство состоит из контроллера, получающего данные с курсоуказателя и оснащенного технологией компенсации неровностей T2, и электрического мотора, который управляет рулевым колесом транспортного средства с помощью фрикционного ролика.

#### **Особенности устройства:**



Рис.1.12

Устройство Trimble AgGPS EZ-Steer

1) Подруливание без рук – пеноризинový валик надежно прижимается к рулевому колесу; 2) Технология компенсации поверхности T2 улучшает точность вождения на наклонных поверхностях; 3) Ручное освобождение рулевого колеса; 4) Простота установки и перемещение с одного транспортного средства на другое менее чем за 30 минут с помощью одного ключа.

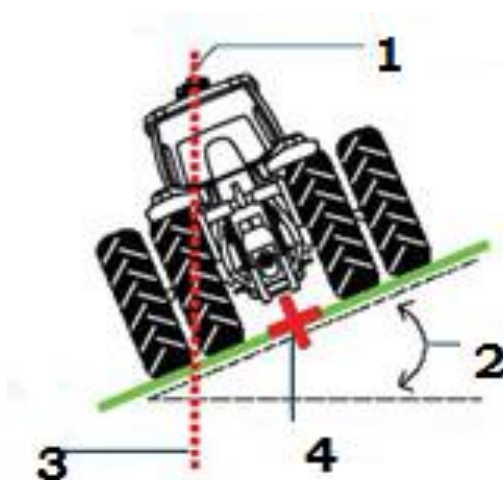


Рис. 1.13 Технология компенсации поверхности T2

1) AgGPS антенна; 2) Угол наклона; 3) Позиция без компенсации поверхности; 4) Позиция откорректированная технологией T2.

**Комплектация прибора:**

- Контроллер;
- Электрический мотор;
- Соединительные кабели;
- Комплект запасных роликов (2 шт.);
- Комплект платформ;
- Краткая справочная карта;
- Инструкция пользователя на русском языке.

**Дополнительно приобретаемые опции:**

- Переключатель на сидение для предотвращения запуска системы;
- Педаль удаленного запуска.

**Принцип работы системы:**

Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer использует данные, поступающие от системы точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus, 250 или 500 для управления специальным электрическим мотором, подключенным к рулевому колесу транспортного средства. Таким образом, система EZ-Steer осуществляет управление машиной и снижает утомляемость водителя. Поскольку система EZ-Steer берет на себя задачу удержания машины на заданном маршруте, вы можете сосредоточиться на более важных делах, таких как контроль работы навесного оборудования или опрыскивателя, что позволит повысить качество полевых работ.

Система EZ-Steer применяется при обработке почвы, вносе удобрений, опрыскивании и уборке урожая. При посеве используется систему EZ-Steer совместно с приемниками AgGPS 252 и AgGPS 332 и дифференциальным сервисом Omnistar HP/XP.



Рис.1.14 Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer

- 1) Курсоуказатель EZ-GUIDE 500; 2) Контролер рулевого управления; 3) Электромотор;  
4) Выносной пульт управления к курсоуказателю; 5) Питание от бортовой сети.

Система EZ-Steer максимально проста в установке, настройках и использовании. Установка системы занимает, как правило, менее 30 минут с использованием одного гаечного ключа. Настройка проводится в меню системы EZ-Guide. Необходимо лишь ввести размеры транспортного средства и система готова к работе. Для передачи управления системе EZ-Steer нужно всего лишь вывести трактор на прямой или изогнутый ряд и нажать кнопку «Подключить», и система приступит к автоматическому управлению и маневрированию. Если необходимо взять управление на себя, достаточно всего лишь слегка повернуть рулевое колесо и система EZ-Steer автоматически отключится.

### **Технические характеристики:**

Оборудование

#### **Индикатор траектории:**

Система точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus (заказывается отдельно).

Электрический мотор с шарнирным кронштейном.

Управляющий контроллер.

Интерфейсные кабели.

Пульт управления с функцией звуковой сигнализации (опция).

Карта для проведения настроек.

Крепеж для установки на рулевую колонку для различных моделей тракторов (заказывается отдельно).

#### **Точность управления:**

Динамическая точность 15-30 см (от ряда к ряду) в течение 15 минут с использованием системы EZ-Guide Plus с интегрированным приемником GPS.

Динамическая точность 5-10 см (от ряда к ряду) в течение 15 минут с использованием системы EZ-Guide Plus с приемником AgGPS 332 или AgGPS 252.

#### **Физические характеристики:**

Мотор Таблица 1

Размер	127 мм Ш x 101 мм В x 259 мм Д
Вес	4,1 кг
Диапазон рабочих температур	От -20 °С до +60 °С
Диапазон температур хранения	От -30 °С до +80 °С



Питание	12 В минимально. 16 В максимум
Защита корпуса	IP 40
Соответствие	FCC часть 15. Класс А

Контроллер Таблица 2

Размер	136 мм Ш x 37 мм В x 227 мм Д
Вес	0,55 кг
Диапазон рабочих температур	От -20 °С до +60 °С
Диапазон температур хранения	От -30 °С до +80 °С
Напряжение питания	12 В минимально. 16 В максимум
Потребляемый ток	5 А пиковый < 2 А средний
Соответствие	FCC часть 15. Класс А

### **Психофизиологические особенности человека и GPS**

Человек, управляющий техникой на современном уровне развития общественного производства, является наиболее важным звеном в системе управления. Это привело к формированию понятия системы «человек-машина».

Психофизиология труда оператора машин изучает психофизиологические особенности его труда, требования, предъявляемые к его психическим процессам и физиологическими функциям в различных видах деятельности по управлению машинами, и разрабатывает мероприятия, направленные на повышение надежности, эффективности труда и сохранения их здоровья.

В деятельности механизатора выражается особенность в том, что он заинтересован как можно быстрее, без перерывов и с соблюдением правил работы с орудием завершить технологический процесс.

Мышечно-двигательный анализатор имеет исключительно большое значение в деятельности оператора машины, так как осуществляет контроль за правильностью и точностью выполняемых движений, в точности помогает GPS.

Причиной ошибок механизаторов при работе с широкозахватными орудиями может быть неправильная оценка расстояний по горизонтали и вертикали. Например, когда ориентируется на какие-то привязки (флажки). Такие действия объясняются тем, что расстояния по вертикали оцениваются менее точно, чем по горизонтали. Поэтому, опасаясь, что сделает пропуск, механизатор делает перекрытие, или, наоборот. Чтобы этого не было, ориентиром будет GPS прибор, который и облегчит работу.

Психомоторика – это движения человека, включенные в его психическую деятельность. Управляющие действия операторов сельскохозяйственных машин являются его ответными реакциями на восприятие окружающей обстановки в целостности с орудиями и показаний контрольно-измерительных приборов и, в частности, GPS – системы параллельного вождения.

Эти действия осуществляются движениями рулевого колеса, (интервал ошибок поворота, которого по психомоторным реакциям оператора соответствует оптимальной точности GPS навигатора (по бесплатному сигналу) по предельным значениям 15-30 см.), рычага переключения коробки передач (джойстика) и педалей. Т.е. точность в 15-30 см системы параллельного вождения соответствует психомоторным способностям среднестатистического человека, т.к. именно этот интервал при управлении транспортом может удержать оператор при длительной работе, в противном случае, если требуется большая точность, то с этой задачей справится подруливающее устройство.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Перечислите особенности системы.
2. Объясните принцип работы системы параллельного вождения.
3. Как работают современные спутниковые системы навигации?
4. Что такое принцип трилатерации?
5. Что входит в состав комплекта EZ-Guide 250?
6. Что представляет собой курсоуказатель?
7. Расскажите алгоритм управления транспортным средством с помощью курсоуказателя.
8. Расскажите о компоновке курсоуказателя.
9. Поясните пиктограммы системы.
10. Перечислите шаблоны движения.
11. Расскажите об особенностях подруливающего устройства.
12. Что входит в состав подруливающего устройства?
13. На каких операциях применяется система EZ-Steer?
14. Какие психофизиологические особенности при взаимодействии человека и GPS-устройств вы знаете?

### **УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА**

В отчете необходимо представить общее устройство и принцип работы системы, описать особенности управления, дать характеристику возможным шаблонам движения и раскрыть значение информационных пиктограмм.

## **2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).**

### **Тема: «Агрохимическая лаборатория»**

**2.2.1 Цель работы:** Изучить принцип проведения агрохимических лабораторных испытаний

#### **2.2.2 Задачи работы:**

1. . Используя методическое пособие и справочные руководства ознакомиться с общим устройством лаборатории.
2. Изучить принцип определения состава почвы с использованием почвенной лаборатории.
3. Оформить отчет по лабораторной работе.

#### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

- 1 Лаборатория для почвенного анализа
2. Методические указания

#### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

##### **Назначение:**

Почвенный анализ является неотъемлемой частью технологии выращивания сахарной свеклы и других сельскохозяйственных культур. При помощи почвенного анализа устанавливается содержание питательных веществ в почве, необходимых растению для здорового роста и развития. Результаты анализа определяют вид и норму вносимых удобрений – один из важнейших факторов, влияющих на успех сельскохозяйственного производства.

##### **Характеристика лаборатории:**

Лаборатория для почвенного анализа обслуживается 4 лаборантами и рассчитана на 150 образцов в день. С приобретением опыта количество анализируемых образцов должно увеличиться до 300-400 в день.

Лаборатория может использоваться для анализа растений при помощи установки дополнительного оборудования.

Почвенно-химический анализ – быстрый, экономичный и надежный способ определения потребности каждого индивидуального поля в извести и удобрениях в предпосевной и вегетативный периоды. Почвенный анализ в совокупности с качественными семенами, эффективной защитой от сорняков и болезней, точным внесением удобрений и благоприятными погодными условиями способствуют значительному повышению урожайности и, соответственно, прибыли.



Рис.5.1 Лаборатории почвенно-химического анализа

**В результате почвенного анализа достигается:**

- Снижение расходов на внесение удобрений и известкование.
- Контроль за состоянием почвы.
- Повышение урожайности.
- Обеспечение равномерности роста растений.
- Защита окружающей среды.
- Повышение прибыли.

Запас реактивов для проведения химических анализов

**Запас реактивов позволит провести 64600 тестов:**

Таблица 3

Элементы	Количество тестов
Азот	29600
Фосфор	16000
Калий	6500
Микроэлементы	12500
Итого	64600

Запасы рассчитаны для обеспечения непрерывной работы лаборатории в течение 1 года. По истечении запасов новые реактивы приобретаются новые реактивы.

**Содержание лабораторных испытаний:**

Стадии почвенного анализа

Почвенный анализ включает три стадии:

- 1) Отбор почвенных образцов. Образцы отбираются при помощи пробоотборника, который крепится к кузову или внутри кабины автомобиля. Глубина отбора – от 60 до 120 см. Важно правильно выбрать метод отбора, обеспечивающий репрезентативность образцов.

- 2) Почвенный анализ. Образцы передаются на анализ в высокоэффективную многофункциональную лабораторию. Используются методы, которые позволяют с точностью определить содержание питательных веществ в почве.
- 3) Рекомендации по внесению удобрений. Конечный результат почвенного анализа – разработка конкретных предписаний по внесению удобрений для каждого поля и каждой культуры.



Рис. 5.2 Почвенный анализ

### **Почвенный анализ позволяет определить:**

#### **Содержание основных элементов**

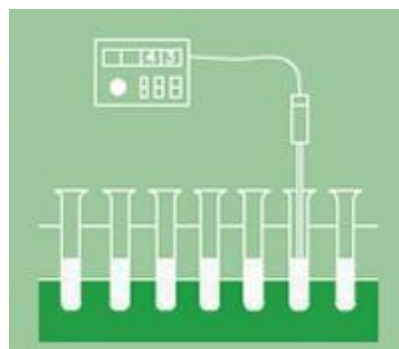
В почве содержится 17 элементов, которые необходимы для растений. Как правило, только 3 из них бывают в недостатке – азот, фосфор и калий. Сведения о наличии этих удобрений в почве позволяют подобрать наиболее оптимальный состав удобрений.

#### **Содержание кислотности**

Кислотность почвы обозначается буквами pH, а степень кислотности определяется цифровым значением. Чем меньше цифровое значение, тем выше кислотность почвы. Кислые почвы отрицательно влияют на рост, поэтому, как правило, их известкуют.

#### **Содержание микроэлементов Zn, Fe, Mn, Cu**

Данные элементы чаще всего содержатся в достаточном количестве в почве. В случае недостатка в определенных районах проводится анализ почвенных образцов.



### Рис.5.3 Анализ почвенных образцов

#### **Научные исследования в области почвенного анализа:**

1. Согласно данным ученых Университета штата Иллинойс, внесение азота без проведения почвенного анализа, привело к потерям удобрений 80,7 кг/га. При стоимости азота 55 центов за 1 кг экономические потери составили 49 долларов/га.

2. Согласно исследованию компании Американ Кристал Шугар, крупнейшего сахаропроизводителя в США (7 заводов, 315000 га посевных площадей), прибыль от почвенного анализа составила до 276 долларов/га. Это исследование проводилось в течение 6 лет, и проведение почвенного анализа настоятельно рекомендуется агрономами всем свекловодам, сдающим свеклу на переработку.

3. Согласно исследованию Канадского Совета по питательным веществам, необходимым для растений, в результате почвенного анализа увеличилась урожайность кукурузы на 627 кг/га и зерновых на 439 кг/га.

#### **Требования к лаборатории для почвенного анализа:**

Комната для подготовки почвенных образцов:

- размер 4 кв. м;
- стол для установки размельчителя земли;
- вентиляционная система для устранения пыли;
- две розетки 220В.

Комната для хранения почвенных образцов:

- размер 10 кв. м;
- стол;
- несколько ящиков для хранения почвенных образцов (размер ящика зависит от размера пакета с почвенным образцом);
- полки для хранения приблизительно 2500 образцов;
- одна розетка 220В.

Аналитическая комната:

- размер 25 кв. м;
- размер стола – 16 линейных метров;
- 2 раковины с кранами;
- 2 розетки 220В на каждые 2 метра стола;
- рабочий стол;

- телефон.

### **Методика проведения агрохимических анализов**

Методика определения химическими средствами свойств почвы, предусматривает быстрый и недорогой способ определения количества или уровня содержания необходимых для растений питательных веществ в поле. Полученные данные используются для выработки рекомендаций, касающихся удобрения конкретных полей.

### **Подготовка образцов почвы**

#### **Сушка**

Если в лабораторию поступают образцы влажной почвы, их следует, прежде всего, просушить. Это можно выполнить, поместив тонкий слой почвы в пластмассовый или алюминиевый лоток, чтобы он высох на воздухе при комнатной температуре. Если образцы помещают в сушильный шкаф с вытяжной вентиляцией и подогревателем, температура в шкафу не должна превышать 40°C. В случае проведения анализа азота образцы следует сушить в течение 12 часов. Сушка в микроволновой печи не допускается.

#### **Дробление и просеивание**

После просушивания образца почвы его следует раздробить при помощи бичевой дробилки, предназначенной для образцов почвы. Образцы следует измельчить до такой степени, чтобы большая часть объема образца проходила через сито, имеющее ячейку 2 мм.

#### **Измерение образца**

Общепринятыми являются два метода измерения используемого для анализа количества почвы. Один из указанных методов заключается в определении массы образца почвы путем взвешивания, а другой – в определении объема. Взвешивание можно считать более точным методом, но он отнимает больше времени и, соответственно, является более дорогостоящим. Преимущества определения объема заключаются в том, что этот метод отнимает меньше времени, является более дешевым, требует меньше пространства, для измерения образца используется объемная плотность.

#### **Метод определения объема включает следующие операции:**

1. В образец почвы погружают лопатку и наполняют ее с горкой.
2. Стучат три раза шпателем по рукоятке лопатки.
3. Помещают шпатель перпендикулярно верхней поверхности лопатки и убирают излишки почвы.
4. Высыпают почву из лопатки в экстракционный аппарат.

5. Аналитическим путем вычисляют результат, используя размер лопатки в качестве принятой массы почвы. Обычный размер лопатки: 1, 2, 4 или 10 г.

#### **Факторы, влияющие на извлечение питательных веществ из почвы**

В некоторых случаях недостаточное внимание уделяется подробному описанию того, как именно питательные вещества извлекаются в лаборатории. Среди указанных факторов: тип экстракционного аппарата, способ встряхивания образца, интенсивность встряхивания образца, время экстрагирования и температура в лаборатории.

#### **Конфигурация экстракционного аппарата**

Исследования показали, что для достижения адекватного смешивания экстрагирующего раствора с почвой предпочтительными являются лабораторные конические колбы. При выборе размера колбы следует учитывать то, что для лучшего перемешивания колба должна быть заполнена лишь на одну четверть.

#### **Способ встряхивания образца**

Смешивание экстрагирующего раствора с почвой можно осуществлять перемешиванием или встряхиванием. Перемешивание является приемлемым, если интенсивность перемешивания соответствует скорости 500 об./мин. При использовании вибратора однородность будет достигнута в диапазоне 160-260 колебаний в минуту.

#### **Время экстрагирования**

Для каждого анализа рекомендуется свое время экстрагирования, которого следует строго придерживаться. Несоблюдение рекомендуемого времени экстрагирования может привести к завышенным или заниженным результатам.

#### **Температура в лаборатории**

Температура может оказывать большое влияние на количество питательных веществ, извлеченных из почвы, а также на определение pH почвы. При извлечении фосфора (анализ с помощью бикарбоната натрия) было установлено, что в температурном диапазоне 20-30°C повышение температуры на 1 градус дает увеличение количества экстрагируемого фосфора на 0,43 %.

#### **Эталонные образцы почвы**

Эталонными образцами почвы являются такие образцы, которые прошли многократное испытание и, поэтому, характеризующие их данные хорошо известны. Эталонный образец почвы следует использовать в тех случаях, когда проводится анализ образцов неизвестной почвы. Обычным отношением является 1:10, т.е. один эталонный образец берется на 10 неизвестных. Если анализ эталонного образца не соответствует известным данным, необходимо прекратить проведение анализов и выяснить причину



несоответствия. Это может быть связано с химическим загрязнением, изменением методики проведения анализа или неисправностями оборудования и приборов.

Валовая проба почвы (20-30 кг) отбирается от трех различных видов почвы данного региона. Каждый образец следует просушить на воздухе, измельчить, просеять (через сито с ячейкой 2 мм) и перемешать. Каждый образец нужно хранить в герметичном контейнере с биркой, на которой должны быть указаны его номер или наименование и результаты анализа. Собранные образцы должны представлять диапазон значений анализа почвы от низкого до среднего содержания  $\text{NO}_3\text{-N}$ , P и/или K.

### **Определение pH и требования к извести**

pH почвы это показатель иона водорода, т. е. активность  $\text{H}^+$  во взвеси почвы. Это свойство почвы влияет на наличие питательных веществ и токсичных веществ в почве, активность и разнообразие микробов, а также активность определенных пестицидов. По мере увеличения активности  $\text{H}^+$  в растворе почвы значение pH почвы снижается. Почвы с уровнем pH ниже 7 называются кислыми, со значением pH выше 7 – щелочными, а со значением 7 – нейтральными.

Обычно pH почвы измеряется во взвеси при помощи электронного измерителя pH с использованием стеклянного электрода. Рабочий конец стеклянного электрода очень хрупкий, поэтому необходимо предотвратить его введение до самого дна сосуда, содержащего образец почвы. Если рабочий конец стеклянного электрода упрется в дно сосуда, он может сломаться или испараться, приведя к неточности результатов. Перед измерением pH неизвестных образцов почвы все электроды следует проверять буферным раствором, имеющим pH 2.

### **Методика проверки электродов буферным раствором**

1. Отградуируйте измеритель pH при помощи буферного раствора, имеющего pH 7,0 и буферного раствора, имеющего pH 4,0 или 5,0, при проведении анализа почв, взятых из кислой области или при помощи буферного раствора, имеющего pH 7,0 и буферного раствора, имеющего pH 9,0 или 10,0, при проведении анализа почв, взятых из щелочной области.

2. При помощи 10-граммовой лопатки поместите отмеренное количество почвы в небольшую колбу (см. раздел об измерении пробы).

3. Добавьте к почве 10 мл дистиллированной воды.

4. Перемешивайте взвесь почвы в течение 5 с. Оставьте взвесь на 10 мин, чтобы она стабилизировалась.

5. Поместите электроды во взвесь, аккуратно перемешайте и отметьте pH, когда показания станут устойчивыми.

### Требования к извести

Обычным способом повышения pH кислых почв является внесение известняковой пыли. В приведенной ниже таблице указаны приблизительные количества известняка, требуемые для различных почв.

**Таблица 4.** Количество известняковой пыли, требуемое для повышения на одну ступень pH верхнего слоя почвы толщиной 18 см для различных грунтов

Механический состав грунта	Известняковая пыль, кг на гектар
Песок или супесь	1100
Крупный песок	1800
Жирная глина	2700
Илистый грунт	3400
Суглинок	4300

### Нитрат-азот

После сбора урожая в регионах со средним или незначительным количеством осадков в зоне корневой системы часто остается некоторое количество нитрата-азота. Этот азот можно принять во внимание для снижения или увеличения количества азота, вносимого для посадки следующей культуры, благодаря чему можно повысить урожайность культуры. Обычно для этого анализа почва берется на глубине 60 см. Образцы почвы собираются осенью (когда температура грунта падает до 10°C и ниже), зимой или ранней весной до посева. Образцы почвы, предназначенные для анализа на нитрат-азот, следует сушить в течение 12 ч после сбора.

### Метод использования электрода для нитрата

Электрод для нитрата аналогичен электроду для измерителя pH, только вместо измерения ионов водорода он измеряет ионы нитрата.

1. Экстрагирующий почву раствор для анализа на нитрат представляет собой М 0,01 раствор сульфата алюминия с борной кислотой для предотвращения роста бактерий. Поместите в 20-литровый бутыль 134 г  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14-18H_2O$  и 24 г борной кислоты. Добавьте 10 л дистиллированной воды и перемешайте до полного растворения. Добавьте воды, доведя раствор до 20 л.

2. Приготовьте следующий рабочий эталонный раствор, чтобы калибровать выделяющий ионы электрод при помощи экстрагирующего раствора:

Таблица 5.

Объём 100% эталонного раствора N*, мл	Окончательный объём**, мл	Концентрация NO <sub>3</sub> -N в рабочих эталонных растворах, %N	Эквивалентное ядро в почве, %N	Количество NO <sub>3</sub> -N в почве, кг/га/15 см
0	100	0	0	0
1	100	1	2,5	5,5
5	100	5	12,5	38
10	100	10	25	56
15	100	15	37,5	84

\* Чтобы получить указанный 100 % раствор N, возьмите 1000 % раствор N и разбавьте его экстрагирующим раствором.

\*\* До окончательного объема доводят экстрагирующим раствором.

3. С помощью мерной лопатки поместите 10 г почвы в небольшую колбу.
4. Добавьте 25 мл раствора, экстрагирующего нитрат.
5. Периодически перемешивайте взвесь в течение 5 мин.
6. Поместите во взвесь электрод и определите концентрацию NO<sub>3</sub>-N.

### **Рекомендации, касающиеся азотного удобрения**

Одним из наиболее распространенных и надежных способов проведения анализа почвы на фосфор является анализ с помощью бикарбоната натрия. Этот анализ полностью учитывает влияние фосфорного удобрения на сельскохозяйственные культуры в условиях как известковых, так и бескарбонатных почв в различных частях света. На количество фосфора, выделяемого при помощи данной методики, влияет температура и скорость встряхивания. Следовательно, очень важно учитывать эти факторы.

### **Раствор, экстрагирующий фосфор**

1. Растворяют 840 г бикарбоната натрия товарного сорта в 10 л дистиллированной воды. Доводят объем до 20 л.
2. Доводят pH до 8,5 с помощью раствора гидроксида натрия.

### **Основной раствор кислой соли молибденовой кислоты**

#### **Реагент А**

1. Растворите 24 г молибденовокислого аммония в 1000 мл дистиллированной воды.

2. Растворите 0,581 г антимонокалиевой соли винной кислоты в 250 мл дистиллированной воды.
3. Чтобы приготовить 2,5 М раствор серной кислоты налейте в 4 л бутылку 2000 мл дистиллированной воды и постепенно добавьте 296 мл концентрированной серной кислоты. **ВНИМАНИЕ!** Нельзя добавлять воду в кислоту, можно добавлять только кислоту в воду.
4. Добавьте указанные выше растворы 1 и 2 к раствору 3.
5. Перемешайте и доведите раствор до 4000 мл с помощью дистиллированной воды.
6. Храните раствор в темном прохладном месте. Пометьте бутылку как «Реагент А».

### **Реагент В**

1. Растворите 1,32 г аскорбиновой кислоты в 250 мл реагента А. Этот реагент необходимо готовить ежедневно, т. к. он не хранится более 24 ч.
2. Для анализа каждого образца почвы используется 5 мл этого реагента. Если Вы планируете проводить анализ более 50 образцов в день, готовьте большее количество реагента. Например, возьмите 2,64 г аскорбиновой кислоты на 500 мл реагента А

### **Рабочие эталонные растворы Р**

1. При помощи пипетки в 100 мл мерную колбу помещают 5 мл 1000 ‰ эталонного раствора Р и доводят объем до метки при помощи экстрагирующего раствора бикарбоната натрия. Этот раствор содержит 50 ‰ Р.
2. Рабочие эталонные растворы для анализа на фосфор.

Таблица 6.

Объем 50% эталонного раствора Р, мл	Окончательный объем*, мл	Концентрация Р в рабочих эталонных растворах, ‰ Р	Эквивалентная концентрация Р в почве, ‰Р	Количество экстрагируемого Р в почве, кг/га/15 см
0	100	0	0	0
1	100	0,5	10	22
2	100	1	20	45
5	100	2,5	50	112
7	100	3,5	70	157

\* Довести объем до метки экстрагирующим раствором.

3. Чтобы приготовить рабочую характеристику, при помощи пипетки поместите в химический стакан 5 мл рабочего эталонного раствора. Добавьте 15 мл дистиллированной воды и 5 мл реагента D. Оставьте на 10 мин., чтобы проявилась окраска, а затем проверьте прозрачность или концентрацию, чтобы установить характеристику.

### **Методика проведения анализа на фосфор**

1. В 50 мл лабораторную коническую колбу помещают почву при помощи 1 г лопатки.
2. При помощи пипетки добавляют 20 мл экстрагирующего раствора.
3. Встряхивают в течение 30 мин с интенсивностью 200 колебаний в минуту.
4. Фильтруют в 60 мл колбу, используя ватманскую (или эквивалентную) фильтровальную бумагу № 2.
5. Переносят 5 мл аликвоту в 60 мл колбу.
6. Добавляют 15 мл дистиллированной воды и 5 мл реагента В, после чего тщательно перемешивают.
7. Оставляют на полных 10 мин, чтобы проявился цвет.
8. Переносят приблизительно 2 мл в кювету спектрофотометра и определяют прозрачность при 880 нм.

### **Калий**

Количество имеющегося в почве калия (К) обычно определяется путем измерения растворимых в воде и взаимозаменяемых с почвой форм. Обычным экстрагирующим раствором, используемым в анализе почвы на калий, является раствор 1 М уксуснокислого аммония при рН 7,0. Другим экстрагирующим раствором для калия, который хорошо сочетается с калием, экстрагируемым при помощи уксуснокислого аммония, является раствор бикарбоната натрия, который используется для выделения фосфора. Экстрагент в виде бикарбоната натрия иногда оседает на горелке атомно-абсорбционного спектрофотометра и дает ошибочные результаты.

### **Раствор, экстрагирующий калий**

В 10 л бутыль наливают 990 мл дистиллированной воды и добавляют 771 г уксуснокислого аммония, после чего перемешивают до растворения. Добавляют около 5 л дистиллированной воды и доводят рН до 7,0 при помощи 3 М раствора гидроксида аммония или 3 М раствора уксусной кислоты. После охлаждения до комнатной температуры доводят объем до 10 л.

### **Рабочий эталонный раствор для калия**

1. При помощи пипетки в 500 мл мерную колбу помещают 50 мл 1000 ‰ эталонного раствора К. Доводят объем до метки при помощи экстрагирующего раствора, используемого для анализа почвы на калий. Этот раствор содержит 100 ‰ калия.

2. Рабочие эталонные растворы для анализа на калий, полученные с использованием 1 М раствора уксуснокислого аммония.

Таблица 7.

Объём 100% раствора К, мл	Окончательный объём*, мл	Концентрация К в рабочих эталонных растворах, %К	Эквивалентная концентрация К в почве, % Р	Количество экстрагируемого К в почве, кг/га
0	100	0	0	0
1	100	0,5	100	224
5	100	20	200	448
7	100	30	300	672

\* До метки объем доводят, используя 1 М раствор уксуснокислого аммония.

### Методика

1. В 50 мл лабораторную коническую колбу помещают почву при помощи 1 г лопатки.
2. Добавляют 10 мл экстрагирующего раствора.
3. Встряхивают в течение 5 мин с интенсивностью 200 колебаний в минуту.
4. Помещают сложенный кусок размером 11 см ватманской (или эквивалентной) фильтровальной бумаги № 2.
5. Устанавливают атомно-абсорбционный спектрофотометр в режим эмиссии.
6. Определяют характеристику калия при помощи рабочего эталонного калия, а затем проводят анализ экстрактов почвы на калий.

### Микроэлементы

#### Цинк, железо, марганец и медь

Почвы с относительно низким содержанием органических веществ, например, почвы, связанные с обработкой лесных и песчаных грунтов, иногда характеризуются низким содержанием цинка, железа, марганца и/или меди. Так как эти питательные вещества необходимы растениям в незначительных количествах, взятие проб почвы и обращение с ними требуют осторожности, чтобы не произошло загрязнения образцов почвы. Пробоотборники грунта, контейнеры для хранения образцов почвы, оборудование для сушки и дробления почвы, а также лабораторные условия вполне могут оказаться источником загрязнения образцов почвы. При проведении анализа на микроэлементы пробы для анализа отбираются, так же как и для определения рН и проведения анализа на Р и К только с поверхностного слоя 18 см.

**Экстракция с помощью ДТПУ кислоты для анализа на микроэлементы**  
ДТПУ (диэтилентриаминопентауксусная) кислота является широко распространенным экстрагентом для проведения анализа на микроэлементы.

#### **Экстрагирующий раствор на основе ДТПУ кислоты**

1. В 149,2 г триэтаноламина (ТЭА) и около 100 мл дистиллированной воды добавляют 19,7 г ДТПУ кислоты и перемешивают до растворения. ДТПУ кислота очень медленно растворяется в воде, а в ТЭА-Н<sub>2</sub>O – быстро. Добавьте 14,7 г CaCl<sub>2</sub> • 2H<sub>2</sub>O в около 5 л дистиллированной воды, затем добавьте смесь ДТПУ кислоты с ТЭА и разбавьте до 9,5 л с помощью дистиллированной воды. Доведите pH до 7,3 с помощью HCl (потребуется приблизительно 35 мл) и доведите объем до 10 л.
2. Рабочие эталонные растворы готовятся с помощью экстрагирующего раствора на основе ДТПУ кислоты.  
Концентрация должна быть в пределах 0-5 ‰ Zn; 0-10 ‰ Mn; 0-2 ‰ Cu.

#### **Методика**

1. В 50 мл лабораторную коническую колбу помещают почву при помощи 10 г лопатки (см. раздел об измерении массы образца).
2. Добавляют 20 мл экстрагирующего раствора на основе ДТПУ кислоты и встряхивают в течение 2 ч с интенсивностью 200 колебаний в минуту.
3. Фильтруют через ватманскую фильтровальную бумагу № 42 (или эквивалентную). Если экстрагент мутный, фильтруют еще раз.
4. Проверяют пробы на атомно-абсорбционном спектрофотометре, используя соответствующие эталонные растворы.
5. Отчет делается в виде ‰ Zn, Fe, Mn или Cu в почве. ‰ в почве = ‰ в экстракте X 2

#### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Дать определение почвенно-химическому анализу.
2. Какие реактивы для проведения химических анализов используются в лаборатории?
3. Перечислите требования к лаборатории для почвенного анализа.
4. Какие стадии включает почвенный химический анализ?
5. Какие элементы находятся в почве в недостатке?

6. Что представляет из себя сушка образцов?
7. Перечислите факторы, влияющие на извлечение питательных веществ из почвы.
8. На какой глубине берется почвенный анализ для определения содержания нитрата-азота?
9. Поясните сущность рН-показателя почвы?
10. Расскажите о способе встряхивания почвенного образца.
11. Что такое эталонные образцы почвы?

#### УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

В отчете представить общее устройство агрохимической лаборатории, перечислить возможные экспериментальные испытания и методику их проведения.



### **2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).**

**Тема: «Автоматические пробоотборники почвы»**

#### **2.3.1 Цель работы:**

#### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Используя методическое пособие и справочные руководства пользователя ознакомиться с общим устройством системы.
2. Изучить принцип управления системой с использованием функциональных клавиш.
3. Изучить программное обеспечение полевого компьютера.
4. Оформить отчет по лабораторной работе

#### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Автоматический пробоотборник Fritzmeier Profi 90, полевой компьютер Ag Leader, программное обеспечение SMS Mobile
2. Методические указания

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

#### **Назначение и технические характеристики системы:**

Пробоотборники призваны автоматизировать и многократно ускорить процесс отбора проб и образцов почвы для их последующего анализа и создания электронной карты распределения химических веществ в почве.

Существует большое разнообразие автоматических пробоотборников, каждый потребитель может подобрать его в соответствии с выполняемыми задачами и функциональными возможностями. Диапазон глубин взятия проб достаточно широк, многие пробоотборники позволяют бурить почву на глубину до 90 см. В большинстве же для составления агрохимических карт полей по N, P, K достаточно почвенных образцов с глубины 25...40 см.

Основными техническими характеристиками автоматических пробоотборников, влияющих на их функциональность являются:

- глубина взятия проб;
- время взятия одной пробы;
- количество контейнеров;
- срок службы головки бура (сверл).

Существующие конструкции автоматических пробоотборников можно разделить по следующим признакам:

1. По глубине взятия проб:
  - малой (0...30 см) глубины;
  - средней (0...60 см) и большой (0...90 см) глубины.
2. По разделению проб по слоям почвы:

- однослойные (берут пробу из одного слоя, например, 0...30, 0...60 или 0...90 см);
  - универсальные (разделяют почвенные пробы по слоям, например 0...30, 30...60, 60...90 см);
3. По способу агрегатирования:
- навесные (на трактор);
  - монтируемые (на автомобиль, квадрицикл, автомобильный прицеп).
4. По источнику гидравлической энергии для привода и управления:
- автономные (собственный двигатель);
  - от гидросистемы трактора.

### **Общее устройство и принцип работы системы:**

Автоматический пробоотборник Wintex 1000.

Автоматический пробоотборник Wintex 1000 (рис.) производит отбор однородных проб почвы на глубине до 30 см. Глубина может регулироваться от 10 до 30 см. Wintex 1000 производит отбор проб с помощью специально спроектированного зонда, который при протыкании почвы поворачивается по спирали, уменьшая тем самым нагрузку на механизм и обеспечивая высокую скорость забора грунта. Внутренняя полость зонда имеет такой размер, что за 10...14 проколов он набирает необходимое для лабораторного анализа количество грунта (около 300 г). Образцы почвы автоматически помещаются в коробочку, которая при заполнении достается вручную из пробоотборника, помечается и отправляется далее в лабораторию. Всеми операциями можно управлять с водительского сиденья. Устанавливать данный пробоотборник можно на квадрицикл, кузов автомобиля (см. рис.) или навеску трактора. При монтаже на квадрицикл Honda TRX 450 (или подобный) гидравлический насос устанавливают на вал двигателя, при навешивании на трактор эту проблему решают подсоединением гидравлической системы пробоотборника к гидросистеме трактора. При установке на автомобиль требуется использовать специальный либо гидронасос с приводом от электрической бортовой сети, что существенно снижает к.п.д. насоса и разряжает аккумулятор, либо гидронасос с приводом от дополнительного двигателя внутреннего сгорания.

Масса пробоотборника Wintex 1000 всего 140 кг, а его производительность составляет до 38 почвенных образцов (каждый по 10 проколов) за 1 ч.



Рис.4.1 Автоматический пробоотборник Wintex 1000

**Автоматический пробоотборник Amity-Concord 2036 ATV Mount.**

Пробоотборник Amity-Concord 2036 ATV Mount (рис. ) используется с квадрициклом, он осуществляет быстрое и точное взятие проб почв на глубине 0...90 см. Автоматически осуществляется взятие 10 проб. время взятия одной пробы занимает всего около 30 с, в зависимости от состава почвы. Возможно взятие проб из любой почвы, включая промерзшую, за счет использования прочного наконечника сверла из высококачественной углеродистой стали. Для привода используется двигатель внутреннего сгорания Honda мощностью 6,5 л. с. Управление отбором проб с помощью выносного пульта управления. Масса - 100 кг.

На рынке представлены и другие модели пробоотборников Amity: 2450 Pick-up Mounded, 9800A/Agricultural Pick-up Mounted.



Рис. 4.2 Автоматический пробоотборник Amity-Concord 2036 ATV Mount.

**Автоматический пробоотборник Nietfeld 2000.**

Пробоотборник Nietfeld 2000 (рис. ) предназначен для отбора образцов почвы на глубинах 10...30 см с помощью специального зонда, который поворачивается по спирали. В настоящее время пробоотборник Nietfeld 2000 является самым производительным в своем классе, так как время требуемое для забора одной пробы составляет всего 3...5 с, даже на плотных и тяжелых по механическому составу почвах. Он также легче своих

основных конкурентов, поэтому пригоден для установки на многие марки квадрициклов: ATV, John Deere Gator, Kawasaki Mule и др.

При установке на автомобиль или пикап пробоотборник устанавливается сбоку транспортного средства, что позволяет в боковое зеркало наблюдать процесс отбора проб.

Пробоотборник Nietfeld 2000 оснащен собственным гидравлическим двигателем. Управление работой пробоотборника осуществляется с помощью панели. Водитель остается на своем месте в течение взятия 15...20 фрагментов пробы (с заданного квадрата).



Рис.4.3 Автоматический пробоотборник Nietfeld 2000.

#### **Автоматические пробоотборники Nietfeld Duoprob 60 и Multiprob 120.**

Пробоотборник Nietfeld Duoprob 60 (рис. )имеет гидравлический привод, пригоден для работы с любыми видами почв, включая самые тяжелые, плотные почвы. Модель Duoprob 60 является универсальным пробоотборником, позволяющим разделение почвенных образцов по слоям: 0...30 и 30...60 см.

Пробоотборник работает полностью в автоматическом режиме с гидравлической ударной системой. Гидравлический «молоток» делает 2500 ударов в минуту. После введения в почву на 30 см пробник автоматически поворачивается, затем погружается еще на 30 см и поднимается. Взятая проба почвы с первого горизонта помещается в первый контейнер, затем контейнеры автоматически меняются и проба со второго горизонта помещается во второй контейнер. Оператор может управлять агрегатом, не покидая место водителя (при использовании трактора, пикапа или автоприцепа). Он управляет процессом взятия пробы нажатием кнопки, а покидает свое место только после взятия 15 проб, чтобы освободить боксы. Возможно также взятие стандартных проб почвы только с глубины 0 ...30 см. В этом случае оператор включает на рабочей панели режим «Box 1». С этого момента каждая проба помещается в первый контейнер, пока оператор не переключится в режим «Box 2». При этом оператор остается на сиденье в течение взятия 15 проб, затем переключается в режим «Box 2», берет еще 15 проб, а только освобождает

контейнер. Время взятия одной пробы составляет 20...25 с, в зависимости от состава почвы.

Существует ряд возможностей скомплектовать агрегат для выполнения требуемых задач. В комплектацию пробоотборника Duoprob 60 входят: монтажные элементы для трактора, монтажные элементы для пикапа или автоприцепа, устройство для перевода пробоотборника в транспортное положение при использовании пикапа или автоприцепа, силовой блок 9PS (с ручным стартом) или 13PS (с электрическим стартом).

Основное назначение пробоотборника Multiprob 120 - сбор образцов почвы на глубинах 0...90 см с разделением пробы на три горизонта: 0...30, 30...60, 60...90 см. Multiprob 120 работает так же как и Duoprob 60, полностью в автоматическом режиме. Погружение пробника осуществляется с помощью ударной системы. Высокая частота ударов (2000 уд./мин) позволяет вводить пробник в почву на заранее заданную глубину. Затем пробник поворачивается и погружается до второго горизонта. Когда пробник вынимается из почвы, взятые образцы автоматически вынимаются и отдельно помещаются в три бокса, каждый горизонт в свой бокс. Каждый полученный образец представляет собой комплексную пробу, состоящую из 15...20 фрагментов. Комплексная проба может состоять, например, из следующих компонентов: 15...20 фрагментов с одного горизонта (0...25 см) или 15...20 фрагментов с двух горизонтов (0...30 см и 30...60 см) или 15...20 фрагментов с трех горизонтов (0...30 см, 30...60 см и 60...90). Пользователь может сохранить в памяти агрегата до восьми различных программ. Управление работой пробоотборника схоже с работой предыдущего, описанного выше.



Рис.4.4 Автоматический пробоотборник Nietfeld Duoprob 60:

а) на тракторе; б) на автомобильном прицепе.

#### **Автоматический пробоотборник Fritzmeier Profi 90**

Пробоотборник Fritzmeier Profi 90 (рис. ) позволяет производить отбор проб почвы для агрохимического анализа с глубины 0...90 см послойно (0...30, 30...60, 60...90 см), без перемешивания соседних слоев. Рабочий орган пробоотборника представляет собой бур диаметром от 8 до 10 мм.

Пробоотборник имеет гидравлический привод, соединяющийся с гидросистемой трактора или автономным гидравлическим агрегатом. Трехточечная навеска и дополнительный комплект крепления позволяет использовать в качестве носителя трактор или вездеход.

Управление отбором проб можно осуществлять с помощью пульта управления непосредственно из салона автомобиля или кабины трактора. Программное обеспечение пробоотборника позволяет задавать разные режимы отбора проб. Переключатель на панели компьютера включает один из двух основных режимов: однослойный отбор (0...90 см) или многослойный отбор (0...30, 30...60, 60...90 см). Возможно изменение толщины слоя путем изменения положения концевого выключателя.



Рис.4.5 Автоматический пробоотборник Fritzmeier Profi 90

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначен пробоотборник почвы?
2. Для чего используется полевой компьютер при работе с пробоотборником почвы?
3. Какие режимы работы пробоотборника Вы знаете?
4. Как подготовить пробоотборник к отбору почвы?
5. Как произвести отбор почвы?
6. Как перевести пробоотборник в транспортное положение?
7. Каким способом изменить толщину отбираемого слоя почвы?

#### УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ОТЧЕТА

Необходимо представить общие принципы работы системы, описать возможности программного обеспечения и оформить отчет по занятию.

## 2.4 Лабораторная работа 4 (ЛР-4). (2 часа).

Тема: «Охладители молока»

**2.4.1 Цель работы:** Изучить принцип действия и конструкцию холодильной установки.

### 2.4.2 Задачи работы:

1. Изучить назначение, устройство и принцип работы МХУ-8 С.
2. Ознакомиться с технологической схемой машин и определить ее место в системе оборудования молочного отделения.
3. Вычертить технологическую схему и составить отчет.

### 2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Холодильная установка МХУ-8С
2. Экспериментальная доильная установка послойного намораживания.
3. Термометр.
4. Секундомер

### 2.4.4. Описание (ход) работы:

#### *Схема рабочего процесса холодильной машины.*

Паровая компрессионная фреоновая холодильная машина (рис. 1) представляет собой замкнутую герметичную систему, состоящую из четырех основных элементов: компрессора 1, конденсатора 2, регулирующего вентиля 3 и испарителя 4.

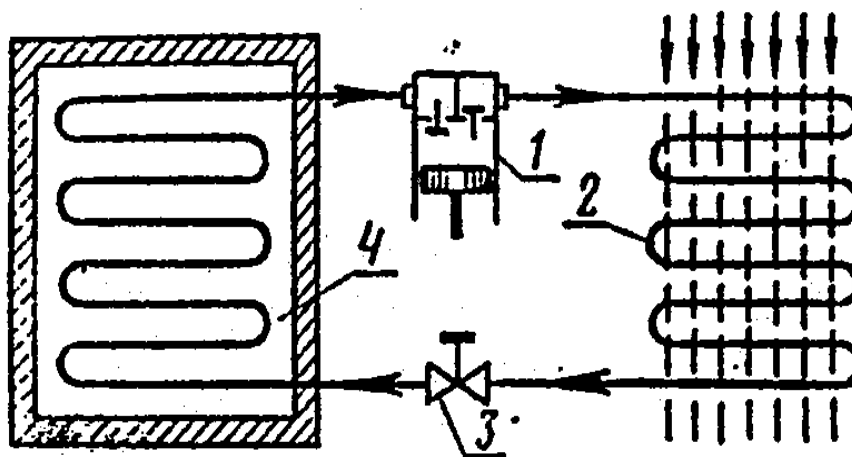


Рис. 1 *Схема компрессионной холодильной установки: 1 - компрессор; 2 - конденсатор; 3 - регулирующий вентиль; 4 – испаритель*

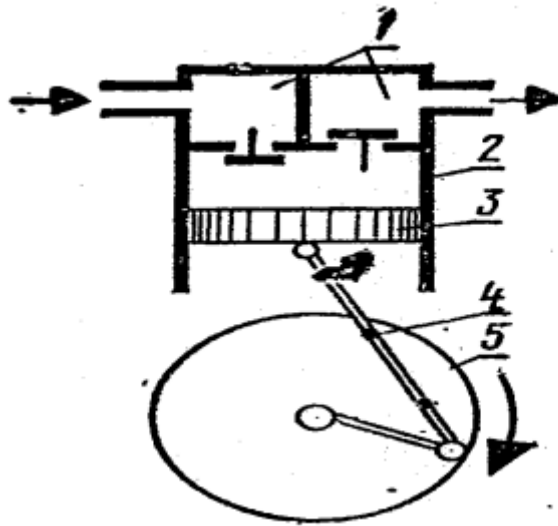


Рис. 2 Схема работы поршневого компрессора: 1 – клапаны, 2 – цилиндр, 3 – поршень, 4 – шатунно-кривошипный механизм, 5 – маховик

Компрессор (рис. 2) предназначен для отсасывания паров фреона из испарителя, поддержания в нем пониженного давления и сжатия паров фреона до давления, при котором становится возможной их конденсация.

Компрессор поршневого типа. Он состоит из вертикального цилиндра, в верхней части которого находится клапанная коробка со всасывающим и нагнетательным клапанами. Внутри цилиндра при помощи шатунно-кривошипного механизма совершает возвратно-поступательное движение поршень. При движении поршня вниз открывается всасывающий клапан и пары фреона заполняют цилиндр. Нагнетательный клапан при этом закрыт.

При движении поршня вверх всасывающий клапан закрывается. Поршень сжимает пары, в результате чего их температура возрастает. Когда давление сжатых паров превысит давление в конденсаторе, открывается нагнетательный клапан и поршень выталкивает пары из цилиндра в конденсатор.

В конденсаторе движущиеся по змеевику нагретые пары фреона охлаждаются воздухом (или водой) и конденсируются. Жидкий фреон поступает к регулирующему вентилю и через него в испаритель.

Регулирующий вентиль автоматически регулирует количество проходящего через него жидкого фреона в зависимости от изменения тепловой нагрузки испарителя: при большой тепловой нагрузке фреона проходит больше, при меньшей – меньше.

Вследствие малого сечения проходного отверстия регулирующего вентиля фреону приходится преодолевать большое сопротивление. А так как давление в испарителе ниже, чем в конденсаторе, то давление фреона, поступившего через регулирующий вентиль в испаритель, резко падает. Здесь фреон кипит, превращается в пар. Низкое давление в испарителе определяет низкую температуру кипения поступающего в него фреона. При кипении фреон поглощает тепло, забирая его у охлаждаемого объекта.

По мере продвижения фреона по каналу испарителя количество жидкости уменьшается, а количество паров фреона возрастает. Сухие, перегретые пары фреона отсасываются из испарителя компрессором и цикл повторяется.

Отсасывание паров фреона из испарителя, их сжатие, выталкивание из компрессора, движение по конденсатору и проход через регулирующий вентиль происходят за счет механической энергии двигателя компрессора.

**Автоматическая паровая компрессионная фреоновая холодильная установка МХУ-8С** с промежуточным хладоносителем – водой и воздушным охлаждением конденсатора предназначена для работы в составе доильных установок АДМ-8, УДЕ-8,



УДТ-6 и для охлаждения молока при его хранении, а также может быть использована как источник оборотной холодной воды при охлаждении других продуктов.

Холодильная установка МХУ-8С (рис. 3) состоит из металлической ванны, заполняемой водой (аккумулятор холода). Внутри ванны (в воде) расположены панели испарителя 8. Над ванной установлена рама из труб, которая одновременно служит ресивером 3.

На раме-ресивере смонтированы: компрессор 1 с электродвигателем, конденсатор 2 с осевым электровентилятором, фильтр-осушитель 4, теплообменник 5, приборы управления. В комплект установки входит центробежный насос с электродвигателем, используемый для подачи воды из аккумулятора холода к месту охлаждения молока.

В качестве хладагента используется фреон-12. Фреон 12 при атмосферном давлении кипит при температуре минус  $29,8^{\circ}\text{C}$ . В воде нерастворим, безвреден для человека и пищевых продуктов. Очень текуч. При соприкосновении с открытым пламенем образует ядовитое вещество - фосген.

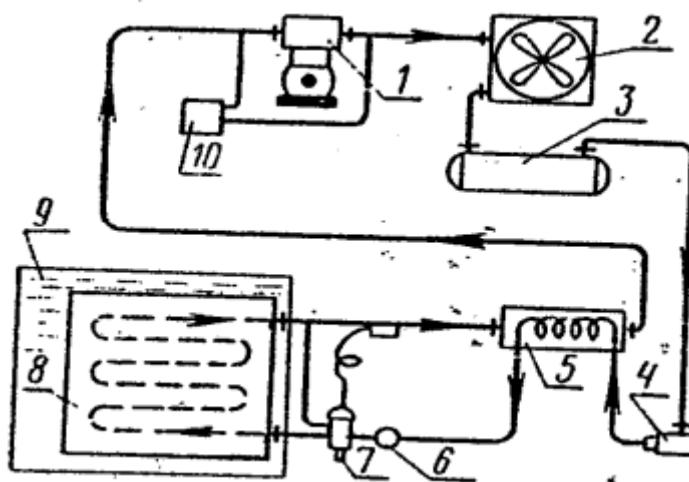


Рис. 3 Схема холодильной установки МХУ-8С: 1 – компрессор, 2 – конденсатор, 3 – ресивер, 4 – фильтр-осушитель, 5 – теплообменник, 6 – смотровое стекло, 7 – терморегулирующий вентиль, 8 – панели испарителя, 9 – ванна аккумулятора холодной воды, 10 – реле давления

**Компрессор** фреоновый, непрямоточный двухцилиндровый с вертикальным расположением цилиндров, с воздушным охлаждением. Он отсасывает пары фреона из испарителя и поддерживает в нем низкое давление  $0,1...0,2$  МПа (около  $1...2$  кгс/м<sup>2</sup>). Отсасываемые фреоновые пары компрессором сжимаются до  $1...1,2$  МПа ( $10...12$  кгс/см<sup>2</sup>). При этом температура паров фреона поднимается до  $57...77^{\circ}\text{C}$ . Затем горячие пары фреона поступают в конденсатор.

**Конденсатор** ребристо-трубчатый с воздушным охлаждением. Поверхность охлаждения около  $60$  м<sup>2</sup>. В конденсаторе пары фреона охлаждаются воздухом, просасываемым вентилятором, до температуры конденсации около  $30^{\circ}\text{C}$ . Жидкий фреон из конденсатора стекает в ресивер-накопитель. Из ресивера фреон поступает в фильтр-осушитель;

**Фильтр - осушитель** предназначен для поглощения влаги из жидкого фреона, так как капли свободной влаги, оказавшейся во фреоне, замерзают в регулирующем вентиле и нарушают работу машины. Рабочим веществом для фильтра-осушителя является силикагель, который представляет собой бесцветные или голубоватые кристаллы кремниевой кислоты, способные поглощать влагу в количестве 10% к собственной массе. Фильтр-осушитель монтируют на жидкостной линии установки.

Теплообменник - горизонтальный, змеевиковый, трехзаходный, с поверхностью теплообмена около,4 м<sup>2</sup>, максимальным допустимым рабочим давлением (избыточным), равным 1,2 МПа для жидкого фреона и 0,8 МПа для газообразного.

Он представляет собой цилиндрическую стальную трубу, внутри которой помещен трехзаходный змеевик из медной трубки. По стальной трубе движутся пары фреона. По змеевику противотоком проходит жидкий фреон. Далее через терморегулирующий вентиль жидкий фреон поступает в испаритель. В *испарителе* жидкий фреон кипит, превращается в пар. Кипящий фреон отнимает тепло у теплоносителя, находящегося в ванне. По мере продвижения фреона по каналу испарителя количество жидкости уменьшается, а количество паров, образовавшихся в результате кипения, возрастает. Сухие, перегретые пары фреона испарителя отсасываются компрессором. Но, прежде чем попасть в компрессор, пары фреона проходят через теплообменник, где они подогреваются до температуры, близкой к 273 К (0°С), проходящим внутри медных змеевиковых трубок теплым жидким фреоном.

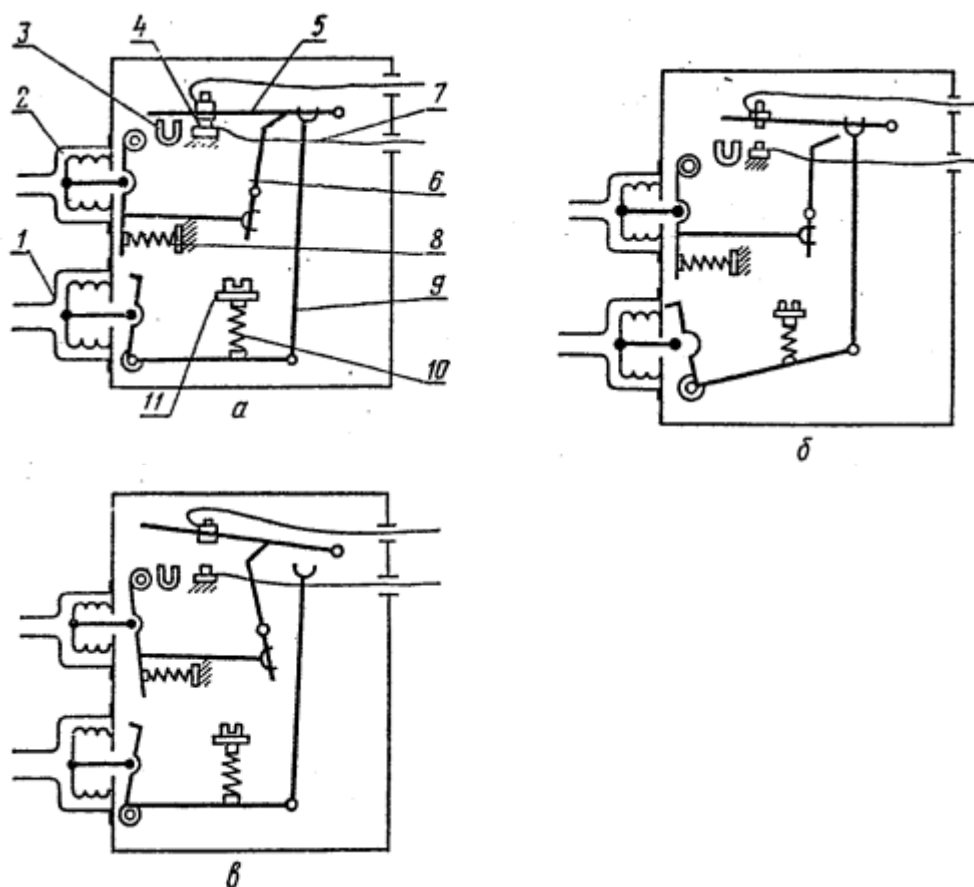


Рис. 4 Реле давления:

- а* - рабочее положение; *б* - сработал сильфон прессостата; *в* - сработал сильфон маноконтроллера; 1 - прессостат; 2 - маноконтроллер; 3 - магнит; 4 - электрические контакты; 5 - контактная пластина; 6 - механизм выключения; 7 - провода; 8 - пружина; 9 - рычаг; 10 - пружина; 11 - Г-образный рычаг

**Автоматические приборы МХУ-8С** (реле давления, терморегулирующий вентиль, термореле и датчик температуры) дают возможность поддерживать в заданных пределах давление фреона на линиях высокого и низкого давления, регулировать заполнение испарителя жидким фреоном, а также поддерживать в аккумуляторе холода заданную температуру паров фреона при замораживании льда и заданную температуру воды.

Реле давления служит для регулирования давления фреона в холодильной установке. Оно автоматически замыкает и размыкает электрические контакты в цепи питания катушки магнитного пускателя при изменении контролируемого давления. Во фреоновых холодильных установках применяют двухсильфонные реле давления РД-1 или РД-6.

Двухсильфонное реле давления РД-1 (рис. 4 объединяет два самостоятельно действующих механизма - маноконтроллер 2 (реле высокого давления) и прес состав 1 (реле низкого давления). Оба механизма смонтированы в одном корпусе и воздействуют на одни и те же электрические контакты 4.

Сильфон прессостата подключен к всасывающему трубопроводу и непосредственно реагирует на изменения давления в испарителе. Сильфон маноконтроллера подсоединен к нагнетательному трубопроводу. В машинах МХУ-8С в реле давления сильфон прессостата настраивают на выключение (на размыкание контактов) при давлении 49 кПа и на включение (замыкание контактов) при давлении 98 кПа. Сильфон маноконтроллера настраивают на выключение при давлении 1,12 МПа и на включение при 0,88 МПа.

Работает реле следующим образом: если давление во ' всасывающей линии становится ниже нормы (49 кПа), то уменьшается и давление на сильфон прессостата. Под действием пружины 10 рычаг 11 поворачивается против часовой стрелки и воздействует на рычаг 9, который, в свою очередь, нажимает на контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. Контакты 4 включены в цепь катушки магнитного пускателя электродвигателя компрессора. При размыкании контактов 4 электродвигатель компрессора останавливается.

При восстановлении давления во всасывающей линии до нормы рычаг 11 поворачивается по часовой стрелке и тяга 9, действуя на контактную пластину 5, замыкает контакты.

При увеличении давления в линии нагнетания выше нормы (1,12 МПа) сильфон 2 сжимается и, преодолевая пружину 8, поворачивает рычаг против часовой стрелки. Собачка механизма мгновенного выключения 6 отбрасывает контактную пластину 5, и контакты 4 размыкаются. При снижении давления в линии нагнетания до 0,88 МПа пружина 8 устанавливает рычаг в исходное положение, и контакты 4 замыкаются.

Постоянный магнит 3, устанавливаемый на панели, обеспечивает быстроту замыкания и размыкания контактов 4, что уменьшает искрообразование и подгорание контактов.

Терморегулирующий вентиль. При колебаниях тепловой нагрузки охлаждаемого объекта (бака аккумулятора холода) и, следовательно, испарителя изменяется количество выкипающего в нем жидкого фреона в единицу времени. Чем выше тепловая нагрузка, тем больше жидкого фреона превратится в пар. Поэтому при повышенной тепловой нагрузке должно увеличиваться и поступление жидкого фреона в испаритель, при снижении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона должно уменьшаться, т. е. в единицу времени в испаритель должно поступать столько жидкого фреона, сколько его выкипает.

Если при повышении тепловой нагрузки поступление жидкого фреона не увеличивать, то теплопередающая поверхность испарителя используется не полностью, его производительность снижается, что экономически невыгодно.

Если при снижении тепловой нагрузки не уменьшать поступления жидкого фреона в испаритель, то произойдет его переполнение. Жидкий фреон может попасть во всасывающий трубопровод, затем в компрессор и вызвать гидравлический удар, что может привести к аварии.

Для автоматического регулирования подачи жидкого фреона в испаритель в установках типа МХУ-8С применяют терморегулирующие вентили ТРВ. Терморегулирующий вентиль регулирует заполнение испарителя жидким фреоном в

зависимости от температуры паров фреона, отходящих от испарителя. В установках типа МХУ-8С чаще встречаются терморегулирующие вентили с внешним уравниванием (рис. 5).

Терморегулирующий вентиль состоит из термопатрона 1, капиллярной трубки 2, мембраны 3, регулировочного винта 4, стержня клапана 5, пружины 6, клапана 8 и камеры 7. Термопатрон, капилляр и полость над мембраной заполнены фреоном-12. Мембрана толщиной 0,15 мм сделана из бериллиевой бронзы. Для увеличения гибкости на поверхности мембраны нанесены кольцевые гофры. На клапан снизу действует пружина 6, стремящаяся закрыть отверстие, через которое поступает фреон.

Полость под мембраной соединена со всасывающим трубопроводом компрессора. Термопатрон крепится к всасывающему трубопроводу на выходе из испарителя. Он воспринимает тепло отсасываемых паров фреона из испарителя и поэтому должен быть хорошо термоизолирован от окружающей среды.

Работает терморегулирующий вентиль следующим образом. Жидкий фреон под большим давлением через отверстие клапана поступает в камеру 7, давление фреона снижается, в результате чего часть жидкого фреона испаряется, охлаждается и уже в виде парожидкостной смеси поступает в испаритель.

По мере продвижения по испарителю парожидкостная смесь кипит и полностью превращается в пар. Кипя, фреон отнимает тепло от охлаждаемой воды в баке аккумулятора.

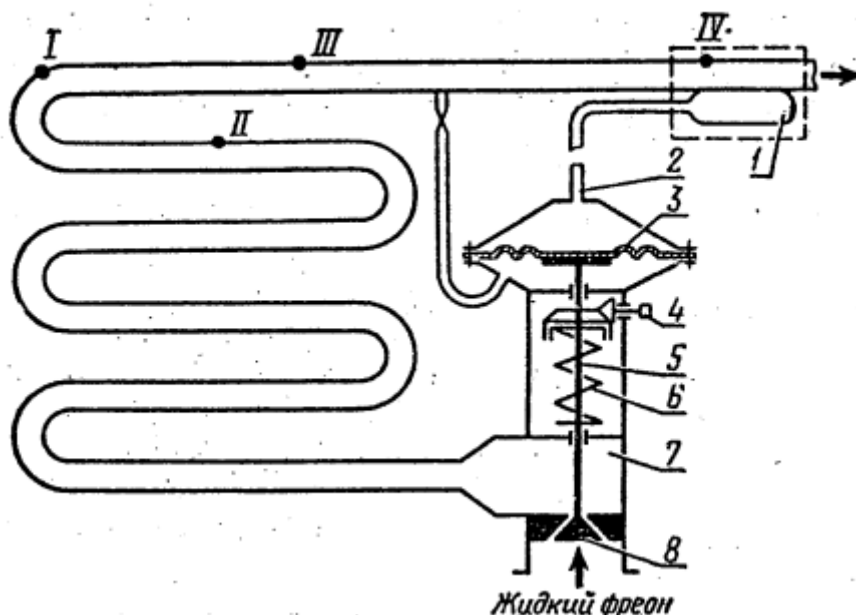


Рис. 5 Схема терморегулирующего вентиля:

- 1 - термопатрон; 2 - капилляр; 3 - мембрана; 4 - регулировочный винт; 5 - стержень клапана; 6 - пружина; 7 - камера; 8 - клапан

Предположим, что в точке I весь фреон превратился в пар. При дальнейшем движении паров фреона от точки I до точки IV происходит перегрев пара, т. е. повышение его температуры по отношению к точке кипения. Терморегулирующие вентили настраивают таким образом, чтобы температура перегрева паров фреона была в пределах 3...4 °С.

Термопатрон, устанавливаемый в точке Ю, воспринимает тепло перегретых паров, находящийся в нем фреон нагревается, увеличивается в объеме и давит на мембрану 3.

Пространство под мембраной соединено со всасывающим трубопроводом. Снизу на мембрану действует давление, равное давлению паров фреона, выходящих из испарителя. Если температура паров фреона на выходе из испарителя (в точке IV) станет

несколько выше установленного значения, а это происходит тогда, когда кипение фреона заканчивается в точке II, то давление, создаваемое в термопатроне и в пространстве над мембраной, окажется выше, чем давление под мембраной. В результате этого мембрана 3 прогнется вниз, надавит на стержень клапана 5, который, преодолевая силу пружины 6, откроет клапан 8. Поступление фреона в испаритель увеличится.

Чем выше температура паров фреона на выходе из испарителя, тем больше прогиб мембраны вниз, больше открывается клапан, больше фреона поступает в испаритель. Когда достигается необходимое заполнение испарителя фреоном, температура паров фреона на выходе испарителя оказывается на уровне заданного режима - 3...4 °С. Дальнейшее повышение давления в гермопатроне и в камере над мембраной прекращается, и клапан опускаться дальше не будет.

Так происходит до тех пор, пока перегрев паров фреона не достигнет заданного значения.

При снижении тепловой нагрузки испарение фреона будет заканчиваться в точке III. Перегрев паров фреона уменьшается, в результате чего снижается давление в термопатроне и в камере над мембраной. Оно оказывается ниже давления в камере под мембраной. В этом случае клапан поднимается вверх и подача фреона уменьшается. Если клапан полностью закрывается, подача фреона в испаритель прекращается.

Так работает терморегулирующий вентиль при правильной его регулировке. На заданный перегрев его регулируют, изменяя натяжение пружины 6, регулировочным винтом 4. Регулировку можно производить только на холодном терморегуляторе. Вращая винт по часовой стрелке, сжимают пружину и тем самым уменьшают поступление фреона в испаритель, а, следовательно, повышают перегрев паров фреона. При вращении против часовой стрелки ослабляют пружину, при этом поступление жидкого фреона в испаритель увеличивается, перегрев паров фреона понижается.

**Термореле TP-1** (рис. 6) применяется для поддержания заданного значения температуры паров фреона в испарителе при замораживании льда. Температура паров фреона в испарителе зависит от ряда факторов, в том числе и от толщины слоя льда, намораживаемого на панелях испарителя; с увеличением толщины слоя приток тепла к фреону от охлаждаемой воды уменьшается, с уменьшением слоя льда приток тепла увеличивается. Следовательно, при помощи реле TP-1 можно регулировать процесс замораживания льда на панелях. Термореле, замыкая и размыкая контакты, включает и выключает электродвигатели компрессора и вентилятора холодильной установки.

Термореле состоит из силовой части, узла регулировки и электроконтакта. Силовая часть - герметически закрытая система, заполненная фреоном-12. Она состоит из термопатрона, капиллярной трубки и сильфона. В узел регулировки входят регулировочный винт, пружина с шайбами, втулка и муфта. На верхней шайбе имеется указатель температуры, а на корпусе прибора - температурная шкала.

Узел электроконтакта состоит из неподвижного контакта с регулировочным винтом, контактной пластины, пластинчатой пружины, подсоединенной к контакту, и постоянного магнита.

Термопатрон 5 реле TP-1 закрепляют на всасывающем трубопроводе. По мере увеличения толщины слоя льда на панелях испарителя температура испарения фреона в испарителе понижается. Это приводит к снижению давления фреона в термопатроне и сильфоне 8 реле. Пружина 2 давит на шток 9. Он, двигаясь вниз, нажимает на пластину, и контакты 4 размыкаются.

В холодильных машинах МХУ-8С термореле настраивают на отключение электродвигателей компрессора и вентилятора при температуре фреона на выходе из испарителя минус 5 °С.

Датчик температуры (термоконтактор ТК) (рис. 7) предназначен для поддержания температуры воды в аккумуляторе холода в пределах 2...4 °С при автоматическом режиме работы холодильной машины.

Датчик температуры не регулируется. Его устанавливают в аккумуляторе холода. Контакты датчика включены в электрическую схему управления. При температуре воды 2°C термоконтатор отключает электродвигатели компрессора и вентилятора, а при повышении ее до 4°C включает электродвигатели.

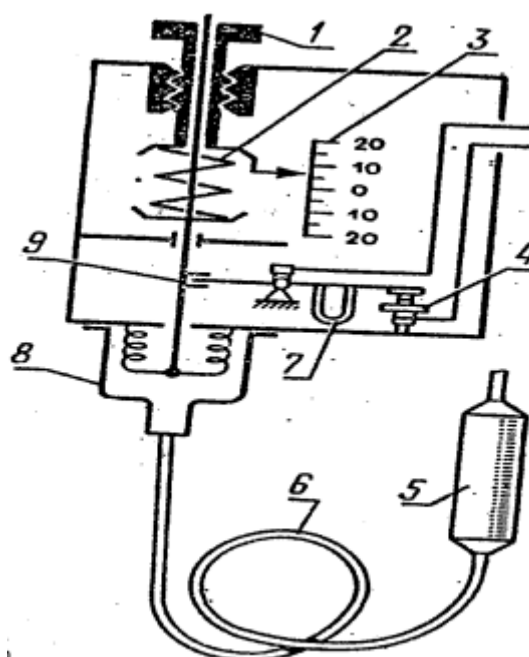


Рис. 6 Схема термореле:

1 – регулировочный винт, 2 – пружина, 3 – шкала, 4 – электрические контакты, 5 – термопатрон, 6 – трубка, 7 – постоянный магнит, 8 – сильфон, 9 – шток

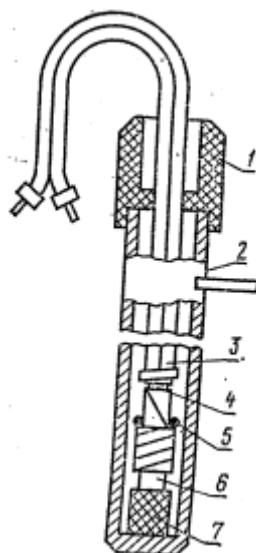


Рис. 7 Схема датчика температуры:

1 – муфта, 2 – корпус, 3 – провод, 4 – ввод проводов в термоконтатор, 5 – верхний держатель, 6 – термоконтатор ТК-9, 7 – нижний держатель

На животноводческих фермах холодильную установку МХУ-8С применяют для охлаждения молока. Молоко по трубопроводу поступает в пластинчатый охладитель, где оно, пройдя по лабиринту между пластинами, выходит из охладителя и поступает в цистерну для хранения. Ледяная вода из бака-аккумулятора холода насосом ледяной воды подается в охладитель, навстречу движению молока. В охладителе молоко и вода движутся противотоком каждый в своем лабиринте.

Через пластины, разделяющие лабиринты, происходит теплообмен между молоком и водой. Вода из пластинчатого охладителя поступает в бак - аккумулятор холода, где охлаждается.

Установку включают за 5 ч до начала охлаждения молока. За это время на испарителе намерзает до 500 кг льда. Лед тает за 2 ч, обеспечивая охлаждение 2000 кг молока с 37 до 8 °С.

#### **Зависимость температуры замерзания хладоносителя от концентрации солей**

<b>Хлористый натрий</b>		<b>Хлористый кальций</b>	
Содержание соли на 100 кг воды, кг	Температура замерзания раствора, °С	Содержание соли на 100 кг воды, кг	Температура замерзания раствора, °С
0,1	0,0	0,1	0,0
7,5	- 4,4	13,0	- 7,1
15,7	- 9,8	28,0	- 21,2
25,0	- 16,6	31,2	- 25,7
26,9	- 18,2	32,9	- 28,3
29,0	- 20,0	34,6	- 31,2
30,1	- 21,2	42,7	- 55,0
31,1	- 17,2	45,4	- 41,6

В тех случаях, когда необходимо продукт (мясо, битую птицу, рыбу и т. п.) охладить до температуры ниже нуля, в качестве хладоносителей применяют водные растворы поваренной соли (NaCl) или хлористого кальция (CaCl<sub>2</sub>). При растворении в воде этих солей можно получить рассолы с достаточно низкой температурой замерзания (табл.1).

Из таблицы видно, что, добавив в 100 л воды 30,1 кг поваренной соли или 42,7 кг хлористого кальция, получим самую низкую температуру замерзания раствора. Дальнейшее повышение концентрации раствора вызывает не снижение, а повышение температуры замерзания.

Раствор поваренной соли применяют при охлаждении не ниже - 12°С, так как при более низких температурах сильно увеличивается вязкость раствора хладоносителя и увеличивается расход энергии на его перекачивание. В системах, где требуется охладить до температуры ниже - 12°С, применяют раствор хлористого кальция.

В случае отравления хладом пострадавший должен быть выведен на свежий воздух или в чистое теплое помещение. При этом рекомендуется освободить пострадавшего от стесняющей дыхание одежды и дать ему возможность согреться. Затем пострадавший должен выпить крепкий сладкий чай или кофе, после чего в течение 30...45 мин вдыхать кислород.

При раздражениях слизистой оболочки рекомендуется прополоскать нос и горло водой или 2%-ным раствором соды. При попадании хладона в глаза необходимо обильно промыть их струей чистой воды. До прихода врача следует надеть темные защитные очки.

Если попавший на кожу хладон вызвал обмороживание, следует окунуть пораженное место на 5...10 мин в теплую воду (35...40°С) или сделать общую ванну.

После осторожного высушивания кожи нужно наложить на нее мазь и повязку или просто смазать поврежденную поверхность.

Для первой доврачебной помощи используют следующие средства: нашатырный спирт, двууглекислую соду, валериановые капли, пенициллиновую мазь, салфетки, вату, бинты (стерильные), баллон с медицинским кислородом, темные защитные очки.

#### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Каково назначение компрессора, конденсатора, ресивера, фильтра-осушителя, теплообменника, испарителя?
2. В чем состоит назначение, устройство и работа реле давления?
3. Каково назначение терморегулирующего вентиля, как он устроен и работает?
4. Как осуществляется регулирование заданного температурного режима в охлаждаемом объекте?