

ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ВОЖДЕНИЕ АГРЕГАТОВ

Оборудование: система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250 (рис. Л. 1.1).

Содержание работы и порядок ее выполнения.

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.

Цель работы: изучить устройство, принцип работы и процесс управления системой параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250.

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.



Рис. Л. 1.1
Система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 250

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

1. Цветной дисплей (4,3 дюйма): позволяет увидеть, где вы находитесь в настоящий момент, где вы были и какую работу проделали.

2. Индикатор траектории: 15 ярких светодиодов используются для указания отклонения от траектории в режиме реального времени.

3. USB: позволяет передавать карты, построенные за день, и информацию для отчетов на ваш компьютер через флеш-накопитель USB.

4. 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.

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

6. 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.

7. 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 (рис. Л. 1.2) 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 приемник до начала измерений. Обычно приемник сохраняет альманах в памяти со времени последнего

выключения и, если он не устарел, — мгновенно использует его. Каждый спутник передает в своем 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.

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: A , B и C — спутники с известными параметрами орбиты, то, измеряя расстояния до них, мы сможем знать положение нашего объекта (O).

Точные координаты любой точки на поверхности Земли вычисляются по измерениям расстояний до спутников с известными координатами (рис. Л. 1.3). Расстояние определяется как время прохождения радиосигнала от спутника до приемника, умноженное на скорость света.

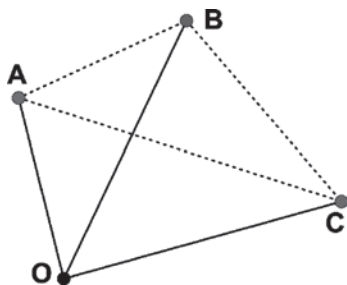


Рис. Л. 1.2
Принцип работы спутниковой системы навигации



Рис. Л. 1.3
Спутники Земли

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СИСТЕМЫ

В общем случае система параллельного вождения состоит из GPS-приемника с внешней антенной, контроллера и курсоуказателя (рис. Л. 1.4). Для работы системы требуется подключение к электропитанию и установка

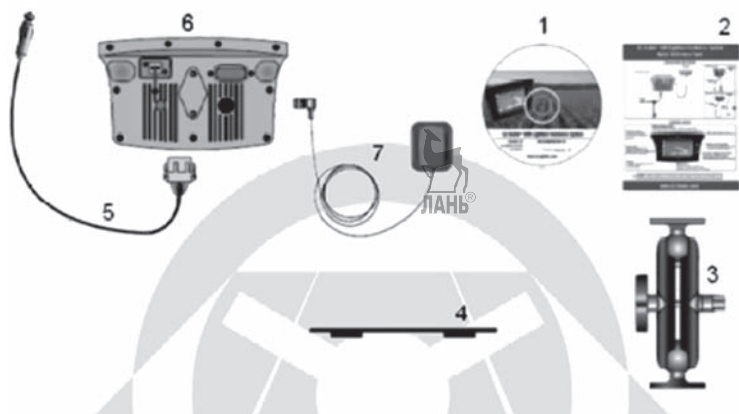


Рис. Л. 1.4
EZ-Guide 250:

1 — диск с документацией EZ-Guide 250; 2 — карточка для быстрого ознакомления; 3 — держатель RAM; 4 — пластинка крепления антенны; 5 — кабель питания (P/N 65168); 6 — световая панель EZ-Guide 250; 7 — микрополосковая антенна.

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.

Классическая форма курсоуказателя (рис. Л. 1.5), одного из компонентов системы, — горизонтальный ряд светодиодных индикаторов в пластиковом корпусе.

Рис. Л. 1.5
Устройство EZ-Guide 250:

1 — цветной дисплей с диагональю 11 см, удобен для просмотра данных о проделанной работе, текущем местоположении и предстоящей обработке; 2 — 15 светодиодных индикаторов указывают направление движения при любой освещенности; 3 — разъем USB для перенесения данных о проделанной работе; 4 — встроенный GPS-приемник обеспечивает субметровую точность, возможность установки антенны AG15 для повышения точности позиционирования, система оптимизирована для работы с фильтром OnPath в любой части мира; 5 — шаблон FreeForm создает красивые 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

На рисунке Л. 1.6 показано как подключается система.

Включение и выключение световой панели

Для включения световой панели EZ-Guide 250 нажмите функциональную кнопку ①. Для выключения световой панели нажмите и удерживайте нажатой функциональную кнопку ①. На экране отображается обратный отсчет 5 с. Если вы отпустите кнопку ① во время обратного отсчета, выключение прерывается.

Предупреждение. Убедитесь в надежности подключения к электропитанию. В случае внезапного отключения питания световой панели возможны потери данных. Наиболее надежным способом подключения является непосредственное соединение с аккумуляторной батареей. Во избежание потери данных для выключения световой панели всегда пользуйтесь кнопкой выключения ①. Для ознакомления с другими вариантами соединительных кабелей свяжитесь с вашим местным реселлером.

На рисунке Л. 1.7 показана компоновка курсоуказателя.

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

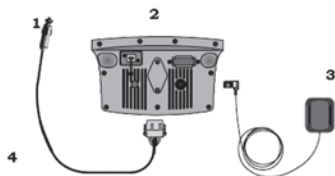


Рис. Л. 1.6

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).










Рис. Л. 1.7

Компоновка курсоуказателя:










1 — СИД-указатели отклонения; 2 — кнопки действий; 3 — протоколирование покрытия и перекрытий; 4 — функциональные кнопки; 5 — полоса советов; 6 — пиктограмма транспортного средства; 7 — линии полосы.

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);
-  — режим панорамирования;
-  — переход в меню конфигурации.

Задние поля (правая сторона):

-  — установка точки A и точки B;
-  — начало разворота и завершение разворота;
-  — пауза протоколирования кривой (запись сегмента прямой линии);
-  — следующий AB (переключение секций шаблонов FreeForm);
-  — регистрация кривой FreeForm;
-  — выполнение регистрации кривой FreeForm.

Управление в простом режиме

Управление агрегатом в простом режиме выглядит следующим образом:

1) перезапуск вождения (выберите пиктограмму  и нажмите «Ok»);

2) настройка агрегата (установите ширину агрегата, перекрытие, пропуск и значения смещения);

3) выберите шаблон (см. шаблоны движения);


- 4) выберите на карте линию AB (начните движение и задайте направляющую полосу или поворотную полосу);
- 5) движение.

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 AB . Прямая AB выполняет построение линии для направления. Установите точку A в начале линии, а точку B — в конце (рис. Л. 1.8).

$A+$. Установите точку A для задания линии (рис. Л. 1.9). Направление линии AB соответствует заданию направления вручную (по умолчанию соответствует предыдущему направлению AB).

Поворотная полоса. Прямые полосы автоматически заполняют границы поворотных полос (рис. Л. 1.10). 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.

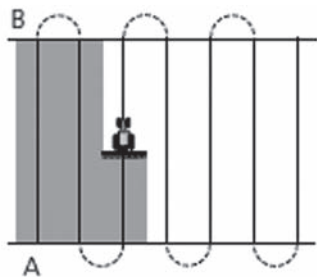


Рис. Л. 1.8

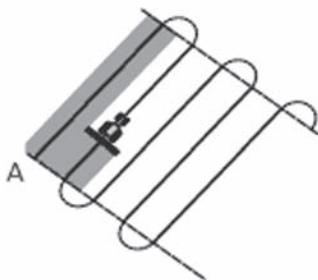


Рис. Л. 1.9



Рис. Л. 1.10
Развороты

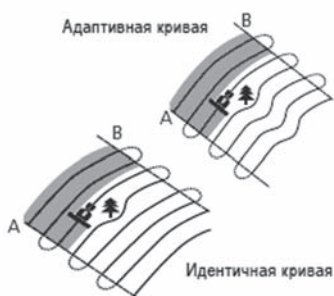


Рис. Л. 1.11
Кривые

Кривые. Существуют два типа кривых: идентичные и адаптивные (рис. Л. 1.11). В случае идентичных кривых наведение основано на исходной кривой. Все отклонения игнорируются. Установите точку *A*, проведите кривую и затем установите точку *B*. 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 *B* в конце каждого прохода для создания новой полосы.

Круговое движение. Установите точку *A*, выполните поворот и затем установите точку *B* (рис. Л. 1.12). Для достижения наилучших результатов следуйте крайней наружной колее поворотного рычага.

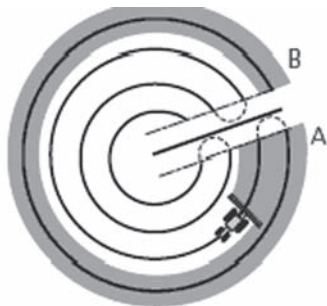


Рис. Л. 1.12
Круговое движение

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.

Создание изогнутой и прямой направляющих (рис. Л. 1.13) линий в полях любой


формы происходит посредством записи точного пройденного пути для генерирования следующего прохода. Убедитесь в том, что вы записываете свою траекторию для того, чтобы получать указания. Затем машина будет следовать следующей траектории. При наличии более чем одной траектории в зоне используйте пиктограмму  для переключения между ними.



Рис. Л. 1.13
FreeForm

ПОДРУЛИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО TRIMBLE AGGPS EZ-STEER

Назначение и описание устройства

Подруливающее устройство Trimble AgGPS EZ-Steer (рис. Л. 1.14) 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.



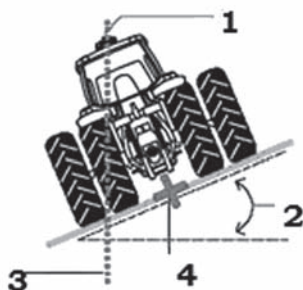
Рис. Л. 1.14
Trimble AgGPS EZ-Steer

Подруливающее устройство (рис. Л. 1.15) состоит из контроллера, получающего данные с курсоуказателя и оснащенного технологией компенсации неровностей T2 (рис. Л. 1.16), и электрического мотора, который управляет рулевым колесом транспортного средства с помощью фрикционного ролика.

**Рис. Л. 1.15**

Устройство Trimble AgGPS EZ-Steer:

1 — подруливание без рук — пенорезиновый 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 мин с помощью одного ключа.

**Рис. Л. 1.16**

Технология компенсации поверхности T2:

1 — AgGPS антенна; 2 — угол наклона; 3 — позиция без компенсации поверхности; 4 — позиция, откорректированная технологией T2.

Особенности устройства

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.

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:

1) динамическая точность 15–30 см (от ряда к ряду) в течение 15 минут с использованием системы EZ-Guide Plus с интегрированным приемником GPS;

2) 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 приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Мотор

Наименование параметра	Показатель
Размер, мм	127 мм Ш×101 мм В×259 мм Д
Масса, кг	4,1
Диапазон рабочих температур, °С	От –20 до +60
Диапазон температур хранения, °С	От –30 до +80
Питание, В	Минимально 12 В, максимум 16 В
Защита корпуса	IP 40
Соответствие	FCC часть 15. Класс А

Таблица 2

Контроллер

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

Принцип работы системы

Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer (рис. Л. 1.17) 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 система EZ-Steer совместно с приемниками AgGPS 252 и AgGPS 332 и дифференциальным сервисом Omnistar HP/XP.



Рис. Л. 1.17

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 мин 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.

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 физиологическим функциям в различных видах деятельности по управлению машинами, и разрабатывает мероприятия, направленные на повышение надежности, эффективности труда и сохранение 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 оцен-

ка 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, 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 реакциям среднестатистического человека, так как именно этот интервал при управлении транспортом может удержать оператор при длительной работе, в противном случае, если требуется большая точность, с этой задачей справится подруливающее устройство.

СПРАВОЧНЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Руководство пользователя «Курсоуказатель EZ-Guide 250».
2. Краткая справочная карточка по системе световой панели наведения EZ-Guide 250 Lightbar guidance system.
3. Руководство пользователя «Подруливающее устройство Trimble AgGPS EZ-Steer».

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 об алгоритме 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?