

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор/Декан  
института механики и энергетики  
Мастепаненко Максим Алексеевич

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.ДВ.01.01 Системы точного земледелия**

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Сервис транспортно-технологических машин и комплексов

бакалавр

очная

## 1. Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины Навигационные технологии является изучение студентами основных направлений развития технологий сельскохозяйственного производства, повышающих эффективность применения техники за счет применения современных навигационных и компьютерных систем.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 Способен организовать работу по обслуживанию и эксплуатации сельскохозяйственной техники	ПК-1.1 Организация технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в организации	<b>знает</b> принципы организации технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники с учётом цифровых и навигационных систем. Понимать требования к диагностике, настройке и сопровождению техники в системах точного земледелия. <b>умеет</b> планировать и организовывать техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники с элементами точного земледелия. Применять методы диагностики, настройки и обновления цифровых и навигационных систем. <b>владеет навыками</b> навыками управления процессами технического обслуживания и ремонта техники, используемой в системах точного земледелия. Использовать специализированное оборудование, программное обеспечение и телематические системы для контроля и диагностики.
ПК-1 Способен организовать работу по обслуживанию и эксплуатации сельскохозяйственной техники	ПК-1.2 Организация работы по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники	<b>знает</b> методы повышения эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельхозтехники с учётом технологий точного земледелия. Понимать принципы оптимизации ресурсов, цифрового мониторинга и анализа эксплуатационных данных. <b>умеет</b> разрабатывать и внедрять меры по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельхозтехники в системах точного земледелия. Применять цифровые технологии для мониторинга, анализа и оптимизации работы машин. <b>владеет навыками</b> методами повышения эффективности технического обслуживания и эксплуатации

		сельскохозяйственной техники с учётом технологий точного земледелия. Использовать инструменты цифрового мониторинга, анализа данных и оптимизации эксплуатационных процессов.
--	--	---

### **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Системы точного земледелия» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы.

Изучение дисциплины осуществляется в 7семестре(-ах).

Для освоения дисциплины «Системы точного земледелия» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин:

Хранение и противокоррозийная защита техники

Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

Машины и оборудование в растениеводстве

Основы эргономики

Эксплуатационные материалы

Эксплуатация машин и оборудования животноводческих предприятий

Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по управлению транспортом

Правила дорожного движения

Устройство самоходных машин

Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

Введение в профессиональную деятельность

Основы теории надежности

Система, технология и организация сервисных услуг

Основы технологии производства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

Триботехнические основы техники

Эксплуатационная практика

Освоение дисциплины «Системы точного земледелия» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

Преддипломная практика

Типаж и эксплуатация технологического оборудования

Диагностическое оборудование для транспортно-технологических машин и комплексов

Энергетическая оценка транспортно-технологических машин и комплексов

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

Проектирование предприятий технического сервиса

Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования

Производство и организация гидромелиоративных работ

Механизация культуртехнических работ

Дождевальные машины

Эксплуатация и мониторинг гидромелиоративных систем

### **4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу с обучающимся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины «Системы точного земледелия» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоятельная работа, час	Контроль, час	Форма промежуточной аттестации (форма контроля)
		лекции	практические занятия	лабораторные занятия			
7	72/2	18		18	36		За
в т.ч. часов: в интерактивной форме		4		4			
практической подготовки		18		18	36		

Семестр	Трудоемкость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифференцированный зачет	Консультации перед экзаменом	Экзамен
7	72/2			0.12			

**5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Количество часов				Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций	Код индикаторов достижения компетенций	
			Всего	Лекции	Семинарские занятия	Практические				
1.	1 раздел.									
1.1.	Введение. Основные понятия ТТЗ	7	6	4		2	4	КТ 1	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.2.	Глобальные навигационные технологии	7	2			2	4	КТ 1	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.3.	Определение границ полей и локальный отбор проб в системе координат	7	2			2	4	КТ 1	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.4.	Контрольная точка 1	7	2			2		КТ 1	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.5.	Системы параллельного вождения в Гидромелиорации	7	4	2		2	4	КТ 2	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.6.	Основы метеорологии в Гидромелиорации	7	2			2	4	КТ 2	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.7.	Законодательство в области БПЛА	7	6	4		2	4	КТ 2	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.8.	Контрольная точка 2	7	2			2		КТ 2	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.9.	Типы и виды БПЛА для Гидромелиорации	7	4	4			4	КТ 3	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.10.	Робототехника в Гидромелиорации	7					4	КТ 3	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2

1.11.	Экономические и экологические аспекты использования навигационных систем в гидромелиорации	7	4	4			4	КТ 3	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
1.12.	Контрольная точка 3	7	2			2		КТ 3	Тест	ПК-1.1, ПК-1.2
	Промежуточная аттестация	3а								
	Итого		72	18		18	36			
	Итого		72	18		18	36			

### 5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздела) (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка
Введение. Основные понятия ТТЗ	Современные технологические процессы в сельскохозяйственном производстве	4/2
Системы параллельного вождения в Гидромелиорации	Системы параллельного вождения в Гидромелиорации	2/-
Законодательство в области БПЛА	Законодательство в области БПЛА	4/2
Типы и виды БПЛА для Гидромелиорации	Типы и виды БПЛА для Гидромелиорации	4/-
Экономические и экологические аспекты использования навигационных систем в гидромелиорации	Экономические и экологические аспекты использования навигационных систем в гидромелиорации	4/-
Итого		18

### 5.2.2. Лабораторные занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/ (практическая подготовка)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка	
		вид	часы
Введение. Основные понятия ТТЗ	Современные технологические процессы в сельскохозяйственном производстве	лаб.	2
Глобальные навигационные технологии	Глобальные навигационные технологии	лаб.	2
Определение границ полей и локальный отбор проб в системе координат	Определение границ полей и локальный отбор проб в системе координат	лаб.	2
Контрольная точка	Тестирование	лаб.	2

1			
Системы параллельного вождения в Гидромелиорации	Системы параллельного вождения в Гидромелиорации	лаб.	2
Основы метеорологии в Гидромелиорации	Основы метеорологии в Гидромелиорации	лаб.	2
Законодательство в области БПЛА	Законодательство в области БПЛА	лаб.	2
Контрольная точка 2	Тестирование	лаб.	2
Контрольная точка 3	Тестирование	лаб.	2

### 5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен

### 5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Темы и/или виды самостоятельной работы	Часы
Современные технологические процессы в сельскохозяйственном производстве	4
Глобальные навигационные технологии	4
Определение границ полей и локальный отбор проб в системе координат	4
Системы параллельного вождения в Гидромелиорации	4
Основы метеорологии в Гидромелиорации	4
Законодательство в области БПЛА	4

Типы и виды БПЛА для Гидромелиорации	4
Робототехника в Гидромелиорации	4
Экономические и экологические аспекты использования навигационных систем в гидромелиорации	4

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Системы точного земледелия» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Системы точного земледелия».

2. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Системы точного земледелия».

3. Методические рекомендации по выполнению письменных работ () (при наличии).

4. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы студентами заочной формы обучения (при наличии).

5. Методические указания по выполнению курсовой работы (проекта) (при наличии).

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	метод. лит. (из п.8 РПД)
1	Введение. Основные понятия ТТЗ. Современные технологические процессы в сельскохозяйственном производстве	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3, Л3.4
2	Глобальные навигационные технологии. Глобальные навигационные технологии	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3
3	Определение границ полей и локальный отбор проб в системе координат. Определение границ полей и локальный отбор проб в системе координат	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3, Л3.4
4	Системы параллельного вождения в Гидромелиорации. Системы параллельного вождения в Гидромелиорации	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3
5	Основы метеорологии в Гидромелиорации. Основы метеорологии в Гидромелиорации	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4	Л3.2, Л3.3, Л3.4
6	Законодательство в области БПЛА. Законодательство в области БПЛА	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.2, Л2.3, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3, Л3.4
7	Типы и виды БПЛА для Гидромелиорации. Типы и виды БПЛА для Гидромелиорации	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3, Л3.4
8	Робототехника в Гидромелиорации. Робототехника в Гидромелиорации	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.2, Л2.3, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3, Л3.4
9	Экономические и экологические аспекты использования навигационных систем в гидромелиорации. Экономические и экологические аспекты использования навигационных систем в гидромелиорации	Л1.1, Л1.2, Л1.3	Л2.1, Л2.2, Л2.3, Л2.4	Л3.1, Л3.2, Л3.3

**7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Системы точного земледелия»**

**7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы**

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции		1		2		3		4	
	1	2	3	4	5	6	7	8		
ПК-1.1:Организация технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники в организации	Введение в профессиональную деятельность	x	x							
	Диагностическое оборудование для транспортно-технологических машин и комплексов									x
	Материально-техническое снабжение								x	
	Машины и оборудование в растениеводстве			x	x					
	Основы теории надежности						x			
	Основы технологии производства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования						x			
	Основы эргономики			x						
	Подготовка трактористов-машинистов								x	
	Правила дорожного движения	x	x	x						
	Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков по управлению транспортом		x							
	Преддипломная практика									x
	Проектирование предприятий технического сервиса									x
	Проектная работа			x		x				x
	Производственно-техническая инфраструктура								x	
	Силовые агрегаты								x	
	Система, технология и организация сервисных услуг					x				
	Техническая эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов						x	x		
	Технологические машины и оборудование перерабатывающих производств							x		

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	1		2		3		4	
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПК-1.2:Организация работы по повышению эффективности технического обслуживания и эксплуатации сельскохозяйственной техники	Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования								x
	Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц							x	
	Типаж и эксплуатация технологического оборудования								x
	Триботехнические основы техники			x					
	Устройство самоходных машин			x					
	Хранение и противокоррозийная защита техники						x		
	Эксплуатационная практика						x		
	Эксплуатация машин и оборудования животноводческих предприятий				x	x			
	Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования				x				
	Энергетическая оценка транспортно-технологических машин и комплексов								x
ПК-1.3:Организация транспортировки и хранения сельскохозяйственной продукции	Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования					x			
	Материально-техническое снабжение						x		
	Машины и оборудование в растениеводстве			x	x				
	Основы работоспособности технических систем							x	
	Основы теории надежности					x			
	Преддипломная практика								x
	Техническая эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов					x	x		

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	1		2		3		4	
		1	2	3	4	5	6	7	8
Технологические машины и оборудование перерабатывающих производств	Технологические машины и оборудование перерабатывающих производств							x	
	Технологические процессы технического обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования								x
	Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц							x	
	Триботехнические основы техники			x					
	Хранение и противокоррозийная защита техники						x		
	Эксплуатационная практика						x		
	Эксплуатационные материалы						x		
	Эксплуатация машин и оборудования животноводческих предприятий				x	x			
Энергетическая оценка транспортно-технологических машин и комплексов	Энергетическая оценка транспортно-технологических машин и комплексов								x

## 7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Системы точного земледелия» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Системы точного земледелия» проводится в виде Зачет.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО». (или «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для дифференцированного зачета/экзамена)

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

## Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций		Максимальное количество баллов
7 семестр			
КТ 1	Тест		10
КТ 2	Тест		10
КТ 3	Тест		10
<b>Сумма баллов по итогам текущего контроля</b>			<b>30</b>
Посещение лекционных занятий			20
Посещение практических/лабораторных занятий			20
Результативность работы на практических/лабораторных занятиях			30
Итого			100
№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижений компетенций	Максимальное количество баллов	Критерии оценки знаний студентов
7 семестр			
КТ 1	Тест	10	15 баллов - если 80–100 % тестовых вопросов верны, 10 баллов - если 60–80 % тестовых вопросов верны, 7 баллов - если 40–60 % тестовых вопросов верны, 0 баллов - если менее 40 % тестовых вопросов верны.
КТ 2	Тест	10	15 баллов - если 80–100 % тестовых вопросов верны, 10 баллов - если 60–80 % тестовых вопросов верны, 7 баллов - если 40–60 % тестовых вопросов верны, 0 баллов - если менее 40 % тестовых вопросов верны.
КТ 3	Тест	10	15 баллов - если 80–100 % тестовых вопросов верны, 10 баллов - если 60–80 % тестовых вопросов верны, 7 баллов - если 40–60 % тестовых вопросов верны, 0 баллов - если менее 40 % тестовых вопросов верны.

## **Критерии и шкалы оценивания результатов обучения на промежуточной аттестации**

При проведении итоговой аттестации «зачет» («дифференцированный зачет», «экзамен») преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет (дифференцированный зачет, экзамен) по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче (зачета, дифференцированного зачета, экзамена) к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на (зачете, дифференцированном зачете, экзамене) и сумма баллов переводится в оценку.

### **Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете**

По дисциплине «Системы точного земледелия» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и без привязки к набранным баллам. Студентам, набравшим более 65 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, не набравшие 65 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД. Максимальная сумма баллов по промежуточной аттестации (зачету) устанавливается в 15 баллов

Вопрос билета	Количество баллов
Теоретический вопрос	до 5
Задания на проверку умений	до 5
Задания на проверку навыков	до 5

#### **Теоретический вопрос**

5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

**Задания на проверку умений и навыков**

5 баллов Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

4 балла Задания выполнены в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами.

2 баллов Задания выполнены с задержкой, письменный отчет с недочетами. Работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задания выполнены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задания выполнены, письменный отчет не представлен или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

### **7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Системы точного земледелия»**

**Вопросы к зачету**

1. Что такое гидромелиорация?
2. Каковы основные цели гидромелиоративных мероприятий?
3. Какие существуют виды мелиорации?
4. Что представляет собой оросительная система и из каких элементов она состоит?
5. В чём разница между поверхностным и капельным орошением?
6. Какие элементы входят в состав дренажной системы?
7. Что означает понятие водного баланса в мелиоративной системе?
8. Как определяется норма водоподачи?
9. Как работает насосная станция в системе мелиорации?
10. Какие типы каналов используются в оросительных системах?
11. Как рассчитываются фильтрационные потери в канале?
12. Какие природные условия необходимо учитывать при выборе метода орошения?
13. Какие водоисточники применяются в гидромелиорации?
14. Какие последствия могут возникнуть при переувлажнении почвы?
15. Каковы причины засоления орошаемых земель?
16. Что такое коэффициент полезного действия мелиоративной системы?
17. Какими способами контролируется влажность почвы на орошаемом участке?
18. Что такое плотность оросительной сети и как она рассчитывается?
19. Какие существуют методы автоматизированного управления поливом?
20. Какие экологические последствия могут быть связаны с неправильной эксплуатацией мелиоративных систем?
21. Что представляет собой геоинформационная система (ГИС)?
22. Из каких компонентов состоит ГИС?
23. Как применяется ГИС в проектировании мелиоративных систем?
24. Что такое пространственный анализ в контексте мелиорации?
25. Чем отличаются векторные и растровые данные в ГИС?
26. Какие источники пространственных данных применяются в гидромелиорации?
27. Чем отличаются системы GPS и ГЛОНАСС?
28. Как навигационные технологии используются для контроля работы поливной техники?
29. Как можно применять данные с беспилотных летательных аппаратов в мелиорации?
30. Какие задачи решаются с помощью спутниковых снимков в гидромелиорации?
31. Как рассчитать объём воды, необходимый для орошения поля заданной площади при известной норме полива?
32. Как определить длину канала по координатам с использованием ГИС?
33. Как рассчитать объём воды, поданный за определённое время при известном

расходе?

34. Как определить объём фильтрационных потерь через дно канала?
35. Как рассчитать плотность оросительной сети на заданной площади?
36. Как определяется КПД водораспределительной системы?
37. Как определить неорошающую площадь на поле по данным спутникового мониторинга?
38. Как вычислить средний расход воды на участке за сутки по данным водоучета?
39. Как рассчитать потери воды при транспортировке по каналу при известных начальных и конечных объемах?
40. Сколько гектаров можно оросить, имея в наличии определенный объем воды и заданную норму водоподачи?
41. Как спроектировать оросительную сеть для участка площадью 100 га?
42. Как по данным ГИС провести анализ равномерности орошения?
43. В чём состоят отличия между традиционной и автоматизированной системами полива?
44. Как с использованием GPS-координат рассчитать площадь участка?
45. Как составить оптимальный маршрут движения поливной техники для полного охвата участка?
46. Как составить график поливов в зависимости от фаз развития сельскохозяйственной культуры?
47. Как провести оценку эффективности работы мелиоративной системы по заданным входным и выходным параметрам?
48. Какие основные причины потерь воды в мелиоративной сети и как их можно устранить?
49. Как производится сбор, обработка и визуализация данных для составления карты водопользования?
50. Как составить отчёт по использованию воды в мелиоративной системе с применением навигационных и пространственных данных?

Темы письменных работ для отработок

1. Роль гидромелиорации в аграрном производстве.
2. Цели и задачи гидромелиоративных мероприятий на сельхозугодьях.
3. Классификация видов мелиорации и их применение.
4. Строение и функционирование оросительной системы.
5. Сравнительный анализ поверхностного и капельного орошения.
6. Конструкция и назначение элементов дренажной системы.
7. Расчет и значение водного баланса в системе орошения.
8. Методы определения нормы водоподачи для сельхозкультур.
9. Устройство и работа насосной станции в мелиоративной сети.
10. Типы оросительных каналов и особенности их эксплуатации.
11. Расчет фильтрационных потерь и методы их снижения.
12. Влияние природных факторов на выбор метода орошения.
13. Водоисточники для мелиорации: выбор и обоснование.
14. Последствия переувлажнения почв и способы их предотвращения.
15. Проблема засоления земель при мелиорации и пути её решения.
16. Оценка эффективности работы мелиоративной системы.
17. Методы контроля и мониторинга влажности почвы.
18. Расчет плотности оросительной сети и её влияние на эффективность.
19. Автоматизированные системы управления поливом: принципы и применение.
20. Экологические риски при эксплуатации мелиоративных систем.
21. Применение ГИС в управлении мелиоративными системами.
22. Компоненты геоинформационной системы и их назначение.
23. Использование ГИС в проектировании и оптимизации мелиоративных сетей.
24. Пространственный анализ при планировании водораспределения.
25. Векторные и растровые данные в гидромелиорации: сравнение и примеры.

26. Обзор источников пространственных данных для мелиорации.
27. Сравнительная характеристика GPS и ГЛОНАСС в сельском хозяйстве.
28. Навигационные технологии в управлении сельхозтехникой для полива.
29. Использование БПЛА в мониторинге состояния мелиоративных объектов.
30. Спутниковый мониторинг в системе водоснабжения сельхозугодий.
31. Расчёт водопотребности на основе агротехнических норм.
32. Расчёт протяжённости мелиоративных каналов с применением ГИС.
33. Задачи по определению водоподачи на примере реальных условий.
34. Расчёт и оценка потерь воды при фильтрации в мелиоративной сети.
35. Плотность оросительной сети как показатель рационального водообеспечения.
36. Энергетическая и гидравлическая эффективность распределения воды.
37. Анализ неэффективных зон орошения с использованием спутниковых данных.
38. Практические подходы к расчёту среднесуточного расхода воды.
39. Учет и снижение потерь воды в процессе транспортировки.
40. Планирование водообеспечения участков с учётом водных лимитов.
41. Проект оросительной сети на заданную площадь с расчётами.
42. Оценка равномерности распределения воды на поле по ГИС-данным.
43. Традиционные и современные методы полива: плюсы и минусы.
44. Расчёт площади земельного участка с помощью навигационных данных.
45. Оптимизация маршрута передвижения сельхозтехники с применением GPS.
46. Составление режима полива с учётом биологических особенностей культуры.
47. Методика анализа эффективности мелиоративной системы.
48. Диагностика и устранение утечек в мелиоративных каналах.
49. Этапы создания карты водопользования с использованием ГИС.
50. Подготовка аналитического отчёта по использованию водных ресурсов.

### Примеры тестовых заданий

1. Расход воды через оросительный канал составляет  $0,12 \text{ м}^3/\text{с}$ . Сколько воды поступит за 10 часов?

1.  $3\ 240 \text{ м}^3$
2.  $4\ 320 \text{ м}^3$
3.  $1\ 200 \text{ м}^3$
4.  $2\ 520 \text{ м}^3$

Правильный ответ:  $4\ 320 \text{ м}^3$

2. Навигационная система показывает, что длина канала — 2,5 км, ширина дна — 1,5 м. Какова площадь дна в  $\text{м}^2$ ?

1.  $3\ 750 \text{ м}^2$
2.  $375 \text{ м}^2$
3.  $150 \text{ м}^2$
4.  $1\ 250 \text{ м}^2$

Правильный ответ:  $3\ 750 \text{ м}^2$

3. Потери воды через дно канала с площадью  $1\ 000 \text{ м}^2$  составляют  $0,25 \text{ м}$  в сутки (коэффициент фильтрации). Сколько воды теряется за сутки?

1.  $150 \text{ м}^3$
2.  $2\ 500 \text{ м}^3$
3.  $250 \text{ м}^3$
4.  $100 \text{ м}^3$

Правильный ответ:  $250 \text{ м}^3$

4. Если при пространственном анализе определено, что участок 30 га получил  $900 \text{ м}^3$  воды, то фактическая норма водоподачи составляет:

1.  $90 \text{ м}^3/\text{га}$

2. 30 м<sup>3</sup>/га

3. 15 м<sup>3</sup>/га

4. 45 м<sup>3</sup>/га

Правильный ответ: 30 м<sup>3</sup>/га

5. Координаты начала и конца канала по ГИС: (X1=100, Y1=200), (X2=400, Y2=600). Какова длина канала в метрах?

1. 300 м

2. 400 м

3. 500 м

4. 100 м

Правильный ответ: 500 м

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

### **основная**

Л1.1 Калюжный И. И., Пульняшенко П. Р., Яшин А. В., Прусаков А. В., Гертман А. М., Эленшлегер А. А., Никулин И. А., Рыхлов А. С. Основы анестезиологии и реаниматологии в клинической ветеринарии мелких млекопитающих животных [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Специалитет. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 236 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/195493>

Л1.2 Гордеев А. С., Огородников Д. Д., Юдаев И. В. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 384 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/211472>

Л1.3 Труфляк Е. В., Трубилин Е. И. Техническое обеспечение точного земледелия. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Аспирантура. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 172 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/209864>

### **дополнительная**

Л2.1 Гордеев А. С., Огородников Д. Д., Юдаев И. В. Энергосбережение в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 400 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=42193](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=42193)

Л2.2 Гордеев А. С. Моделирование в агроинженерии [Электронный ресурс]:учебник; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Аспирантура. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 384 с. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=45656](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45656)

Л2.3 Завражнов А. И., Константинов М. М., Ловчиков А. П., Завражнов А. А. Практикум по точному земледелию [Электронный ресурс]:учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 224 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/212075>

Л2.4 Калюжный А. Т. Сельскохозяйственная электроиндукционная навигация. Сборник задач с решениями [Электронный ресурс]:учеб. пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Специалитет, Аспирантура. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 116 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/333173>

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

Л3.1 Е. В. Кулаев, С. А. Овсянников, Е. В. Герасимов, Г. Г. Шматко, Л. И. Высочкина, М. В. Данилов, Р. М. Якубов, Е. Д. Трухачев ; Ставропольский ГАУ Особенности конструкции и регулировки зерноуборочных комбайнов, применяемых на уборке основных культур:учеб. пособие. - Ставрополь: АГРУС, 2022. - 3,22 МБ

Л3.2 Е. В. Кулаев, С. А. Овсянников, Е. В. Герасимов, Г. Г. Шматко, Л. И. Высочкина, М. В. Данилов, Р. М. Якубов, Д. Н. Сляднев ; Ставропольский ГАУ Производственная эксплуатация:учеб. пособие. - Ставрополь: АГРУС, 2022. - 1,35 МБ

Л3.3 Е. В. Кулаев, С. А. Овсянников, Е. В. Герасимов, Г. Г. Шматко, Л. И. Высочкина, М. В. Данилов, Р. М. Якубов, Е. Д. Трухачев ; Ставропольский ГАУ Технологические процессы в растениеводстве:учеб. пособие. - Ставрополь: АГРУС, 2022. - 3,78 МБ

Л3.4 Е. В. Кулаев, С. А. Овсянников, Е. В. Герасимов, Г. Г. Шматко, Л. И. Высочкина, М. В. Данилов, Р. М. Якубов, Е. Д. Трухачев ; Ставропольский ГАУ Технологические возможности зерноуборочных комбайнов «РОСТСЕЛЬМАШ»:учеб. пособие. - Ставрополь: АГРУС, 2022. - 7,07 КБ

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

№	Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
1	Автотрекер - использование навигационных систем в сельском хозяйстве	<a href="https://zavgar.online/">https://zavgar.online/</a>
2	Ростсельмаш - электронные системы для сельского хозяйства	<a href="https://rostselmash.com/electronic-systems/">https://rostselmash.com/electronic-systems/</a>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ПРИМЕНЕНИЕ

НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ

ТОЧНОСТИ ВОЖДЕНИЯ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ АГРЕГАТОВ

СТАВРОПОЛЬ

2022

УДК 631.12

ББК 40.72

П75

Авторский коллектив:

Е. В. Кулаев, С. А. Овсянников, Е. В. Герасимов, Г. Г. Шматко, Л. И. Высочкина, М. В. Данилов, Р. М. Якубов, Е. Д. Трухачев

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры

«Машины и технологии АПК»

Д. И. Грицай

Применение навигационных систем для повышения

точности вождения сельскохозяйственных агрегатов /

В. Х. Малиев, С. А. Овсянников, Е. В. Герасимов и др ;

Ставропольский гос. аграрный ун-т. – Ставрополь, 2022. – 92 с.

Изложены материалы по подбору и применению навигационного

оборудования для точного вождения сельскохозяйственных агрегатов по

рабочему участку, позволяющие оценивать эффективность работы

сельскохозяйственной техники, а также повысить качество выполняемых

операций.

Для инженерно-технических работников и студентов высших

учебных заведений, обучающихся по направлениям: 23.03.03 –

«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»,

35.03.06 – «Агроинженерия».

УДК 631.12

ББК 40.72

Рекомендовано к изданию учебно-методической комиссией факультета

механизации сельского хозяйства Ставропольского государственного аграрного университета (протокол № 4 от 05.12.2022)

Подписано в печать 09.12.2022. Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 5,35.

Гарнитура «Times New Roman». Бумага офсетная. Печать офсетная.

Тираж 100 экз. Заказ № 350/4.

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС», г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15.

Тел. (8652) 35-06-94. E-mail: agrus2007@mail.ru

© ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет, 2022.

П75

3

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ . . . . .	4
ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	13
КУРСОУКАЗАТЕЛЬ EZ-GUIDE 250 13	
СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ TRIMBLE EZ-GUIDE 500.....	
15	
СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ С ВОЗМОЖНОСТЬ РАСШИРЕНИЯ ФУНКЦИЙ ДО АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ AGGPS EZ-GUIDE PLUS.....	
17	
ДИСПЛЕЙ CFX-750 20	
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ TRIMBLE TMX – 2050	
21	
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ДИСПЛЕЙ FMX DGPS 23	
АВТОПИЛОТ AGGPS AUTOPILOT SYSTEM (TRIMBLE 27	
МОБИЛЬНЫЕ ОПОРНЫЕ СТАНЦИИ (БАЗОВЫЕ СТАНЦИИ) RTK.....	
29	
КУРСОУКАЗАТЕЛЬ TOPCON X14.....	31
КУРСОУКАЗАТЕЛЬ TOPCON SYSTEM 350.....	34
НАВИГАТОР RAVEN CRUIZER II.....	35
КУРСОУКАЗАТЕЛЬ RAVEN ENVIZIO.....	37
АГРОНАВИГАТОР КАМПУС.....	38
КУРСОУКАЗАТЕЛЬ OUTBACK S-LITE.....	39
КУРСОУКАЗАТЕЛЬ OUTBACK STX.....	41
СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ «COMMANDER» ....	42
СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ «АГРОНАВИГАТОР».....	
43	
СИСТЕМА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ «ТРЕК».....	44
НАСТРОЙКА, РЕГУЛИРОВКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ И АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ.....	
46	
ПОДРУЛИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО TRIMBLE EZ-STEER.....	46
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ TRIMBLE CFX-750.....	49
СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ВНОСИМЫХ МАТЕРИАЛОВ FIELD-IQ....	54
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ TRIMBLE EZ-GUIDE 500.....	62
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ TRIMBLE EZ-GUIDE 250.....	68
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ RAVEN CRUIZER II .....	78
СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ.....	83
ЛИТЕРАТУРА.....	92

## ВВЕДЕНИЕ

Ряд исследователей в своих изысканиях доказали, что при внедрении технологий точного земледелия в сельскохозяйственную деятельность увеличивается рентабельность. Взять хотя бы внесение удобрений на поля. При оснащении трактора системой контроля внесения и многофункциональным дисплеем, можно получать информацию о том, где на поле уже выполнили обработку, а где нет. При помощи специализированного ПО и составленных при его помощи карт-заданий, можно изменять норму внесения в режиме реального времени. Одними из таких систем являются системы параллельного вождения.

Системы параллельного вождения являются одним из наиболее рентабельных и популярных направлений в современном сельском хозяйстве. Навигатор для сельского хозяйства должен решать несколько иные задачи, нежели в области транспорта, а именно в растениеводстве чаще всего не требуется кратчайшим путем проехать из точки «А» в точку «В».

Система параллельного вождения является самой наглядной и быстро окупаемой частью технологии точного земледелия, предназначена для проведения полевых работ и наиболее эффективна в условиях применения с широкозахватной техникой.

Система параллельного вождения – это 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».

Современные навигационные системы в области растениеводства помогают решить следующие основные задачи:

1. экономия удобрений и средств защиты растений, семян, топлива за счет сокращения ширины линии двойной обработки между двумя проходами сельскохозяйственной техники;
2. снижение затрат до 15% и более (в зависимости от технологической операции);
3. интенсификация использования сельскохозяйственной техники (возможность качественного выполнения технологических операций в ночное время суток, в туман, при запыленности и задымленности);
4. своевременность выполнения всех технологических операций, что положительно сказывается на количестве и качестве урожая;
5. повышение точности, а значит качества выполнения всех технологических операций.

## 5

На сегодняшний день на Российском рынке можно найти навигационные системы для сельскохозяйственной техники различных производителей - все их многообразие можно разделить на два основных типа:

1. системы параллельного вождения (курсоуказатели или электронные маркеры);
2. автопилот для трактора или комбайна (гидравлический или электрический).

Системы параллельного вождения в основном представлены курсоуказателями или по другому их называют электронными маркерами. Автопилоты для сельскохозяйственной техники делятся на две группы. В первую из них входят гидравлические, то есть те, которые путем инсталляции специализированного оборудования интегрируются в гидросистему рулевого управления обеспечивают возможность

автопилотирования. Такие системы более сложные и дорогостоящие. Вторую группу автопилотов представляют электрические или по-другому подруливающие устройства. Более просты в установке, устройстве и эксплуатации, но и менее точны. В свою очередь электрические автопилоты представлены двумя схемами реализации: непосредственный привод рулевого колеса и электропривод рулевого вала.

Системы, обеспечивающие параллельное вождение, как правило, состоят из:

1. GPS-приемника (сейчас на рынке появляются приемники, дающие возможность использовать для определения координат, в том числе, и спутники ГЛОНАСС), с точностью позиционирования – до 10 см;
2. основного модуля, в котором происходит обработка данных, настройка системы и вывод указания курса для механизатора, чаще всего на дисплей или светодиодную панель;
3. провода, соединяющего антенну с основным модулем и провода питания, который позволяет подключить прибор к бортовой электросети чаще всего от прикуривателя в тракторе;
4. подруливающего устройства и контроллера для расчета отклонений на неровностях, антенны приемника и корректировки направления движения.

Такого типа GPS-навигаторы для сельского хозяйства работают по схеме:

Система параллельного вождения устанавливается на энергетическое средство;

Настройка системы (обучение механизатора) ввод значений ширины захвата агрегата, машины, орудия.

При выходе в поле механизатор фиксирует на приборе начало движения после этого, совершив первый проход по полю, он обозначает 6

конечную точку. Электронный терминал автоматически рассчитывает, записывает и передает на дисплей или курсоуказатель набр параллельных траекторий, отстоящих друг от друга на величину введенной в настройках ширины захвата.

После этого можно осуществлять параллельное вождение по курсоуказателю, который появится на основном блоке прибора (при этом двигаться можно, как в режиме прямых линий, так и повторяя все неровности первого прохода).

Системы параллельного вождения позволяют механизатору работать с точностью 20-40 см (с большей точностью физически сложно вести любой трактор по указанному курсу в соответствии с требованиями к выполнению технологических операций). Однако некоторые приборы обладают большей точностью – другие меньшей (в зависимости от поправки GPS-сигнала, используемой на приборе).

К сожалению, психомоторная реакция среднестатистического человека не позволяет осуществлять параллельное вождение с отклонениями менее  $\pm 30$  см, что также соответствует точности GPS-приемника, опирающегося только на обычные 24 спутника. В общем случае самая простая система параллельного вождения состоит из GPS-приемника с внешней антенной и указателя курса. Требуется только подключение к электропитанию и установка внешнего блока (приемник GPS).

Необходимо отметить, что использование приборов параллельного вождения с точностью ведения агрегата  $\pm 30$  см очень ограничено и используется, в основном, только на внесении удобрений. Для проведения почвообработки, посева, защиты растений, уборки и ряда других операций

требуется более высокая точность ведения агрегата.

Автопилотирование отличается от параллельного вождения тем, что отклонения от заданной траектории, вырабатываемые GPS-приемником и навигационным контроллером, через специальные устройства (управляющий клапан) вводятся непосредственно в гидравлическую систему управления ходовой частью трактора, исключая инертность и люфт рулевого управления. В дополнение на трактор устанавливается специальный датчик угла поворота колес. Такая система обеспечивает максимальную точность (отклонение  $\pm 2$  см) движения по маршруту без вмешательства механизатора.

Основное преимущество использования систем параллельного вождения – уменьшение ошибок (сведение к минимуму человеческого фактора) при обработке полей. Практика показывает, что при опрыскивании культур традиционным способом большинство операторов предпочитают проходить соседние ряды с перекрытием, чтобы избежать пропусков. В результате взаимное перекрытие рядов, даже с использованием пенных маркеров, составляет не менее 5 %. Применение

7

указателей курса с подруливающими устройствами снижает перекрытие до 2...3 % и менее.

Приемник поддерживает различные варианты для поправок GPS, использование которых позволяет обеспечить точность проходов до  $\pm 10$  см. Монитор (дисплей) в графическом виде показывает текущее положение транспортного (энергетического) средства и обеспечивает механизатора дополнительной информацией при разворотах или вождении по не прямолинейным траекториям. Встроенный контроллер, используя данные от GPS-приемника и внутренних датчиков, находящихся в состоянии покоя и работающих по 6 осям, передает команды для системы управления.

Полученные электрические сигналы от контроллера преобразуются в управляющие, в зависимости от системы электрические или гидравлические импульсы, которые система использует для удержания транспортного средства на заданном курсе.

Автопилоты позволяют обеспечить вождение с точностью до 10 см.

В системах автопилотирования обязательно применяются датчики угла поворота колес, предназначенные для непрерывной обратной связи с системой управления трактором.

Для повышения точности вождения используются базовые станции (RTK), передающие поправки GPS-положения на приемник трактора через радиосигнал. Наиболее высокой точности которой возможно добиться  $\pm 2$  см. Кстати сказать, обычная спутниковая навигация, широко применяемая на автомобильном транспорте, может дать максимальную точность только около 2 м, что недопустимо для технологий точного земледелия.

Данное оборудование востребовано в связи с тем, что оно обеспечивает экономию средств. Например, в Европе экономический эффект от применения GPS-оборудования в сельском хозяйстве достигает 50...60 евро на гектар.

Применительно к системам навигации имеются понятия абсолютной и относительной точности.

Абсолютная точность – это фактические координаты, при помощи которых определяется местонахождение объекта, например, строения, автомобиля, трактора или комбайна.

Для систем точного земледелия можно ограничиться относительной точностью, т. е. текущим местоположением какого-либо объекта, например, относительно первого прохода, на данный момент времени. В

зависимости от используемого оборудования относительная точность должна достигать значений порядка 2,5...30 см.

В настоящее время в мире действуют несколько сервисов поправок, но в Российской Федерации работает только один – Omnistar HP/XP.

Сервис работает следующим образом: компания Omnistar имеет

8

собственную сеть базовых станций, расположенных по всему миру. Они в автоматическом режиме вычисляют необходимую коррекцию сигнала, а затем через геостационарные спутники передают поправку на конкретный GPS-приемник.

Дополнительно к дифференциальным поправкам широко применяется режим RTK, при котором на территории хозяйства размещается своя стационарная или переносная базовая станция, и поправки на приемники высылаются с неё радиосигналом с частотой 450 либо 900 МГц. При этом не нужно покупать подписку на каждый приёмник, достигается достаточно высокая относительная точность позиционирования, но, с другой стороны, необходимы значительные разовые затраты на приобретение и установку оборудования. К тому же существует ограничение по площади действия, обуславливаемое характеристиками сигнала. Так, для стационарной базовой станции это ограничение – круг радиусом 11 км, в центре которого находится базовая станция, для переносной – немного меньше.

Для повышения точности определения местоположения, а, следовательно, и показателей качества работы применяют коррекцию сигнала. По средствам коррекции возможно добиться следующих уровней точности вождения:

#### 1. Сантиметровая точность

Таблица 1 – Сигналы сантиметровой точности

Вид сигнала GPS+RTK Вид сигнала GPS

Точность

< 2,5 см

Запуск/сходимость

< 1 мин

Точность

< 2,5 см

Запуск/сходимость

< 1 мин

CenterPoint RTK подходит для:

- Хозяйств, находящихся на расстоянии не более 13 км вблизи установленной базовой станции RTK или сети базовых станций.
- Хозяйств, поля которых расположены на открытой местности без лесополос и с ровным рельефом.

Использования для пропашных сельскохозяйственных культур, вспашки, выравнивания и дренирования земель, где необходима максимальная горизонтальная и вертикальная точность.

CenterPointVRS подходит для:

- Хозяйств, земли которых находятся в зонах устойчивого покрытия сотовых операторов.
- Работ, распределенных по большой географической площади.

9

Использования для пропашных сельскохозяйственных культур, ленточного посева, выравнивания и дренирования земель и других операций, требующих точности до 2,5 см.

Таблица 2 – Сантиметровый сигнал RTX

Точность

4 см

Запуск/сходимость

Стандарт\*

CenterPointRTX подходит для:

- Хозяйств, расположенных в любом месте земного шара.
- Хозяйств, находящихся за пределами зон покрытия базовыми станциями RTK.
- Использования с дисплеями Trimble®FmX® или CFX-750TM.
- Использования при сельскохозяйственных работах, требующих точности 4 см.

2. Дециметровая точность

Таблица 3 – Сигналы дециметровой точности

Вид сигнала Вид сигнала

Точность

5-10 см

Запуск/сходимость

Стандарт\*

Точность

8-10 см

Запуск/сходимость

Стандарт\*

OmniSTAR HP подходит для:

- Высокоэффективного посева зерновых культур, орошения и уборочных применений.
- Работ под открытым небом.

OmniSTAR XP подходит для:

- Высокоэффективного орошения и культивации зерновых культур.
- Работ под открытым небом.

OmniSTARG2 подходит для:

- Работ, когда требуется наиболее уверенный прием спутниковых сигналов за счет использования спутников ГЛОНАСС в дополнение к стандартным спутникам GPS.

Точность

8-10 см

Запуск/сходимость

Стандарт\*

10

- Работ, выполняемых в зонах, которые всегда находятся под открытым небом.

3. Субметровая точность

Таблица 4 – Сигнал метровой точности

OmniSTARVBS подходит для:

- Операторов, которые хотят быстрее начать работу и не нуждаются в высоком уровне точности или повторяемости.
- Орошения зерновых культур, культивирования и других применений, в которых точность и повторяемость не имеют наивысшего приоритета.

Таблица 5 – Основные характеристики систем параллельного вождения

№

п/п Наименование Характеристики

1. Ag GPS 252 Точность вождения агрегата 15...30см (в зависимости от варианта оснащения). Увеличивает производительность агрегатов на 13...20%.

2. Ag GPS EZ -

Guide Plus

Точность вождения от гона к гону 15...30см.

Совмещается с любым трактором. Увеличивает производительность на 13...20%.

### 3. Автопилот EDrive

Точность прохождения смежных проходов 10 см.

Позволяет водить трактор на склонах.

Устанавливается на любые импортные тракторы с гидроусилителем руля.

### 4. Ag GPS EZ -

Steer

Подруливающее устройство (удерживает агрегат на заданной прямой линии при движении по гону).

Точность вождения 15...20 см.

### 5. Автопилот

Trimble Ag

GPS Autopilot

Обеспечивает идеально ровное вождение.

Уменьшает перекрытие при посеве до 5...10 см, не оставляя огурцов. Обеспечивает работу на скоростях до 30 км/час.

### 6. Outback - S2 Усовершенствованная система параллельного вождения с повышенной точностью (5...10 см).

Устанавливается на любое транспортное средство.

### 7. Novator Visia

«Теснома»

Приёмник сигнала GPS и адаптированный с ним терминал автоматически осуществляют точное ( $\pm 30$  см) вождение агрегата.

Точность

< 1 метр

Запуск/сходимость

< 1 мин

11

Продолжение таблицы 5.

№

п/п Наименование Характеристики

### 8. EZ-Guide Plus Точность вождения агрегата 30 см. Упрощает движение по кривой и развороты.

Жидкокристаллический дисплей.

Trimble EZ-Guide

500

Точность вождения 7–25 см. Антенна диапазона

L1/L2. Отслеживает огурчики, измеряет площадь

поля. Подключается к подруливающему

устройству Trimble EZ-Steer.

Ag GPSFmX Приёмники GPS и ГЛОНАСС. Точность вождения до 2...3 см. Одновременно

с курсоруком измеряется площадь поля.

Интегрированный дисплей работает в ручном

и автоматическом режиме.

### 9. Raven Cruizer Точность вождения 15...20 см. Подключается к подруливающему устройству SmartSteer и гидравлическому автопилоту SmartTrax.

10. AutoFarm ATC Точность вождения 15...20 см. Работает

с поправкой Omnistar. Подключается

к подруливающему устройству OnTrack, которое

устанавливается на рулевое управление.

### 11. AutoFarm A5DGPS

+автопилот

Точность вождения 5...10см.

12. Навигационный

пульт «Азимут-1»

Точность вождения 50см. Приёмник системы GPS. Измеряет скорость агрегата, обработанную площадь поля. Пульт располагается в кабине трактора.

13. Аэроюнион

Аэронавигатор

Точность вождения 5...10см. Включает бортовой навигационный комплекс «Аэронавигатор».

Измеряет пройденное расстояние, обработанную площадь.

14. Teejet Centerline

220

Точность вождения 35...40 см. Ориентирована на работу с автопилотом. Русскоязычное меню.

15. Parallel Tracking+

Автопилоты Auto

Track, фирма

«John Deere»

В системе используется дисплей Green Star, мобильный процессор и приёмник сигнала StarFire, обеспечивающий высокую точность позиционирования.

16. Topcon Точность вождения 20...30см

17. Farm Pro Совмещает большой жидкокристаллический дисплей и автопилот компании AutoFarm.

Система многофункциональна.

12

Окончание таблицы 5.

№

п/п Наименование Характеристики

18. Mueller Electronik Точность вождения 25...30см. 12-канальный DGPS-приемник.

19. Auto Track

Universal фирма

«John Deere»

Комплект универсален: устанавливается на любые машины. Имеются функции автопилотирования и коррекции положения на склонах. Работает с системой Green Star

В настоящее время на Российском рынке представлено широкое разнообразие подобных приборов:

От фирмы Leica - mojoMINI, Mojo3D;

От Claas Systems - Outback S-lite, Outback S3, Outback Sts;

От Trimble - EZ-Guide 250, EZ-Guide 750;

От Raven - Cruizer, Cruizer II;

От JohnDeere - StarFire;

От TeeJet - Matrix, Voyager.

Некоторые из них будут рассмотрены в этих методических рекомендациях.

13

ОБЗОР СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Курсоуказатель EZ-GUIDE 250

Рисунок 1 – Внешний вид курсоуказателя EZ-Guide 250

Система параллельного вождения EZ-Guide 250 обладает возможностями начального уровня при низкой цене. Оптимальна для применения на зерновых культурах для работ, которые требуют субметровой точности. Управляйте вручную или добавьте подруливающее устройство для облегчения сельскохозяйственных работ и днем и ночью.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- компактный цветной дисплей с диагональю 10,9 см;
- каждой кнопке - своя функция;
- интуитивно понятный интерфейс;
- защищенный корпус;
- 15 встроенных светодиодов курсоуказателя;
- высококачественный встроенный GPS приемник.
- переносите ваши данные с поля в офис при помощи USB флеш-накопителя
- просматривайте, распечатывайте и анализируйте ваши карты при помощи программы FarmWorks.
- размещайте внешний курсоуказатель LB25 в любом месте на вашем тракторе, в случае если дисплей располагается неудобно.

Рисунок 2 – Пример установки на тракторе Fendt

14

#### КАРТИРОВАНИЕ

- Вид сверху позволяет увидеть, где Вы находитесь в настоящий момент и, где была произведена обработка.
- Перспективный обзор позволит рассмотреть поле с различных точек обзора.
- Вы сможете приближать пропуски и перекрытия для того, чтобы детально их рассмотреть, и изменять масштаб для обзора всего поля.
- Карты могут быть перенесены в ПК через накопитель USB.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ КЛАВИШИ

- 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 Вы работаете в данный момент.

Рисунок 3 – Вид рабочего окна курсоуказателя

15

#### Система параллельного вождения Trimble EZ-Guide 500

Система параллельного вождения AgGPS EZ-Guide 500 Lightbar – система, сочетающая цветной экран, функции картирования и управления с двадцатисантиметровой точностью. AgGPS EZ-Guide 500 Lightbar использует двухчастотную технологию определения координат и позволяет выбирать необходимый уровень точности от 20 см до 15 см без добавления внешнего GPS приемника.

Широкий, цветной дисплей обеспечивает удобство в работе и дружественный интерфейс, снабженный подсказками и настройками. Информацию и помошь можно легко вывести на экран с помощью кнопок управления.

Качественная графика обеспечивает отображение обработанной площади, показывая, где была проведена обработка. Это позволяет увидеть все перекрытия и пропуски еще до завершения работ. Вся информация может быть перенесена для создания отчетов и карт в персональный компьютер через накопитель USB.

Рисунок 4 – Внешний вид EZ-Guide 500

Поддерживаются все режимы работы от автономного до RTK, что обеспечивает точность от 2,5см до 30 см. соответственно.

Система AgGPS EZ-Guide 500 совместима с подруливающим устройством AgGPS EZ-Steer, системой автоматического вождения Trimble AgGPS Autopilot™ и контроллером опрыскивателя AgGPS EZ-Boom.

#### КАРТИРОВАНИЕ

Цветная карта обработанной площади на экране позволяет определить положение агрегата на поле и где уже была проведена обработка;

16

Вид с перспективой и вид сверху с возможностью масштабирования позволяют видеть агрегат и его работу;

С помощью накопителя USB можно перенести собранные данные в персональный компьютер для формирования карт и отчетов;

Встроенный фильтр OnPath™ обеспечивает высокую точность при временной потере сигнала, при движении около зданий, деревьев;

18 сантиметровый жидкокристаллический экран является одним из самых больших среди подобных систем;

Обеспечивается отображение всех операций и проведение настроек с использованием подсказок;

31 ярких светодиодов обеспечивают работу даже при ярком солнечном свете.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Удобная конструкция и простота в использовании;

Увеличивает производительность, эффективность и доходность полевых работ;

Обеспечивает точность параллельного вождения от 30 до 2,5 см;

Поддерживает прямые, изогнутые и круговые шаблоны движения;

Яркий цветной дисплей упрощает работу;

Возможность расширения функций до автоматического вождения

Встроенный USB слот позволяет производить запись сделанных работ на Flash-носитель.

#### Таблица 6 - Технические характеристики

Уровень точности Поправки Точность от прохода к проходу (+/-)

Точность

(+/-)

Автономный режим 15...20 см

Omnistar

(необходимы поправки)

XP 7,5...16 см 20 см

HP 5...10 см 10 см

RTK

(необходимы радиомодемы и базовые станции)

RTK 2,5 см 2,5 см

17

Система параллельного вождения с возможностью расширения функций до автопилотирования AgGPS EZ-Guide Plus

Система AgGPS EZ-Guide Plus использует сигналы навигационных спутников GPS для точного определения текущего положения агрегата.

Рисунок 5 – Общий вид системы EZ-Guide Plus

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ:

доступная стоимость и простота в использовании;

увеличивает производительность, эффективность и доходность полевых работ;

обеспечивает 30-ти сантиметровую точность параллельного вождения;

- поддерживает прямые, изогнутые и круговые шаблоны движения;
- жидкокристаллический дисплей упрощает вождение по кривой и развороты;
- возможность расширения функций до автоматического вождения и создания карт полей;
- окупаются за один сезон;
- панель из 35 светодиодов;
- графический жидкокристаллический экран 160x120 пикселей;
- изменяемая яркость;
- вакуумное крепление для быстрой установки на стекло кабины;
- встроенный или внешний приемник GPS.
- 12-ти канальный DGPS приемник;
- определение местоположения на основе передовых технологий;
- технология Everest для исключения влияния помех;
- точность параллельного вождения (от ряда к ряду) от 15 до 30 см.
- высококачественная антенна, надежно работающая в условиях интерференции радиосигнала;
- 8-ми метровый антенный кабель;
- магнитное крепление и монтажная пластина для простой установки;
- узко профильный корпус минимизирует сокращение зоны обзора;
- карточка для проведения быстрых настроек и руководство пользователя;

18

- дополнительно 6-ти кнопочный пульт управления со встроенным звуковым сигналом;
- функция звуковой сигнализации (требуется выносной или внешний звуковой сигнал);
- дополнительно - кабель для Ввода/Вывода информации;
- шаблон А-В для параллельного вождения по прямым рядам (с предупреждением при достижении поворотных полос);
- шаблон А+ для параллельного вождения (позволяет восстанавливать предыдущий курс);
- шаблон для параллельного вождения по изогнутым рядам;
- шаблон А-В для параллельного вождения по прямым рядам (с заданием поворотных кругов в пределах поворотных полос);
- шаблон для параллельного вождения по круговым рядам.

Система EZ-Guide Plus объединяет в одном низкопрофильном корпусе яркие светодиодные индикаторы отклонения от заданной траектории, жидкокристаллический дисплей хорошо читаемый даже при сильной солнечной засветке и встроенный приемник сигналов GPS. Эти особенности конструкции обеспечивают максимальные удобства при вождении – яркие светодиодные индикаторы указания маршрута обеспечивают простое и точное вождение в любое время дня или ночи, жидкокристаллический дисплей в графическом виде показывает текущее положение транспортного средства и обеспечивает водителя дополнительной информацией при разворотах или вождении по изогнутым рядам.

Установка и пуско-наладка системы EZ-Guide Plus занимает всего несколько минут, также быстро происходит освоение прибора водителем. Полное управление системой осуществляется с помощью всего лишь 3-х кнопок, для дополнительного удобства управления системой может использоваться 6-ти кнопочный выносной пульт.

При использовании для вождения системы EZ-Guide Plus вы выполняете работы быстрее, чем при обычном способе вождения. В результате снижается стоимость обработки гектара и освобождаются ресурсы, которые вы можете использовать на других работах. Система

позволяет более продуктивно использовать время, что особенно важно в разгар полевых работ, вы можете работать не только днем, но и ночью или в условиях плохой видимости.

Система параллельного вождения EZ-Guide Plus, также снижает утомляемость водителя и увеличивает безопасность при проведении сельскохозяйственных работ. Использование системы EZ-Guide Plus позволит вам сразу же ощутить материальную выгоду от применения, поскольку при вождении исключаются пропуски и перекрытия между рядами, что в свою очередь экономит семена и удобрения и снижает затраты на топливо. Таким образом, снижается общая себестоимость продукции.

Система EZ-Guide Plus легко справляется с пропусками при посеве или вносе удобрений, обусловленными подъездными дорогами или другими естественными препятствиями, благодаря прогрессивной функции на основе шаблона A+.

Встроенный приемник сигналов GPS позволяет выводить информацию о текущем местоположении по протоколу NMEA для вывода во внешние устройства. Это позволяет использовать прибор при выполнении широкого спектра сельскохозяйственных работ; при посеве, картографирование полей, для отображения текущей области запашки и при мониторинге урожайности.

Система EZ-Guide Plus это ударопрочный высокопроизводительный прибор. Исходя из задач, система EZ-Guide Plus может быть расширена путем добавления новых функциональных возможностей. Для добавления функций автоматического вождения на основе наиболее передовых и точных технологий пространственного позиционирования – DGPS (Дифференциальный режим) и RTK (Кинематика в Реальном Времени) вы можете приобрести систему AgGPS Autopilot.

Для получения 10-ти сантиметровой точности параллельного вождения (от ряда к ряду) используйте совместно с системой EZ-Guide Plus приемник AgGPS 332 или AgGPS 252, такой комплект идеально подходит для точного вождения при обработке почвы. Компания Trimble предлагает проверенные реальной работой дополнительные опции, позволяющие получить большую отдачу от ваших инвестиций без затрат на замену оборудования.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ:

- эргономичный крепежный кронштейн для большего удобства водителя (опция). Функция разворота изображения на 180 градусов позволяет крепить систему к дисплею вверх при необходимости;
- автоматический расчет прямых, изогнутых и круговых рядов;
- расчет площади поля;
- экран траектории транспортного средства;
- вывод скорости на внешние устройства;
- функция Пауза/Возобновить;
- задание или рядов полосы пользователем и установка масштаба для светодиодных индикаторов;
- вывод данных в метрической и американской системах единиц измерения;
- два вида экрана карты на плоскости и в перспективе;
- функция вывода текстовой навигационной информации, с возможностью выбора пользователем требуемых параметров<sup>4</sup>
- вывод информации по протоколу NMEA на внешние устройства, например для ввода данных в монитор урожая.

Система автоматического управления AgGPS EZ-Steer использует

данные, поступающие от системы точного вождения AgGPS EZ-Guide Plus для управления специальным электрическим мотором, подключенным с помощью фрикционного ролика к рулевому колесу транспортного средства.

Программное обеспечение AgGPS EZ-Map добавляет возможность записывать и визуализировать данные.

Полевой компьютер AgGPS 170 делает систему AgGPS EZ-Guide Plus полноценной системой для сбора и управления полевыми данными.

Система AgGPS Autopilote DGPS или RTK - добавляет системе AgGPS EZ-Guide Plus функцию полностью автоматического вождения

Дисплей CFX-750

Это относительно недорогой дисплей со множеством функций, выполняющий ключевые задачи точного земледелия. Используйте его во время рабочего хода для просмотра и картографирования Ваших работ на зерновых и пропашных культурах. Поддерживает выбор любого уровня точности и спутниковых группировок. Дисплей CFX-750 идеален для почти любого типа сельскохозяйственной культуры, формы поля или типа почвы. **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:**

- цветной сенсорный дисплей среднего размера 20,3 см;
- интуитивно понятный интерфейс;
- защищенный корпус;
- 27 встроенных светодиодов курсоуказателя;
- высококачественный встроенный GPS/GNSS приемник;
- 2 входа для подключения видеокамеры;
- контроль высева и управление переменной нормой внесения двух компонентов выполнение автоматического контроля секции в режиме реального времени, возможность подключения системы контроля внесения удобрений Field-IQ;

21

Рисунок 6 - Внешний вид устройства

- передача данных с поля в офис, используя технологию ConnectedFarm;
- просмотр, распечатка и анализ карты при помощи программы FarmWorks;
- совместимость с системами автоворождения Trimble такими как подруливающее устройство EZ-Steer или EZ-Pilot, а также системами автоматического вождения Autopilot.

Многофункциональная система параллельного вождения

Trimble TMX – 2050

Многофункциональная система параллельного вождения Trimble TMX - 2050 с 12.1-дюймовым HD сенсорным экраном предназначена для параллельного вождения вдоль рядов, в условиях любой видимости, в ручном либо автоматическом режиме (в составе автопилота), для управления секциями опрыскивателей и сеялок, управления нормой высева, дифференцированного внесения удобрений, мониторинга погоды, мониторинга техники и т.д.

Trimble TMX - 2050 вобрал в себя все лучшие функции известных устройств Trimble CFX-750 и FMX.

Программное обеспечение Connected Farm представляет собой интегрированное решение управления операциями, которое сочетает в данной отрасли оборудование и программное обеспечение для повышения

22

эффективности и принятия более обоснованных решений для сегодняшнего аграрного бизнеса.

Рисунок 7 – Общий вид многофункциональной системы

Trimble TMX – 2050

Рисунок 8 – Пример установки системы в кабине комбайна

Эта система является готовым решением с особыми возможностями, не оставляет ничего на волю случая, и предоставляет вам более разумный способ управления своим хозяйством.

Trimble TMX 2050 дает такую четкость, определенность и подключение, каких вы никогда не видели раньше!

Четкость не только в более резких, больших и более ясных визуальных изображениях на экране, но через ее бесшовную интеграцию картографических слоев, применение переменной скорости и скорости передачи данных, а также управлять полем непосредственно на дисплее с границей информации, полей и АВ линий всех в одно касание легко получить доступ на экране.

Подключенные пользователи с программой Connected Farm™, на приборной панели Trimble TMX 2050 могут просмотреть прогноз погоды еженедельно, ежедневно или ежечасно для данной местности, в том числе температуры, влажности, вероятность осадков и скорости ветра. Например, скорость ветра позволит фермеру планировать, когда проводить работы опрыскивания

Вы можете быть уверены, Trimble TMX 2050 обеспечивает полную точность измерений, принося достоверность в офис. Корректирующие услуги стали вам доступнее, чтобы усовершенствовать максимальной эффективности на каждом проходе. Технология XФилл позволяет (в сочетании с RangePoint RTX) по-прежнему получать данные точности местоположения в случае радио-или интернет-отключений, используя спутниковую технологию для обеспечения меньших помех.

И, с встроенной программой Connected Farm, у вас есть полный контроль и подключенный к системе управления кончиками ваших пальцев тут же в кабине. Вы можете просмотреть такую информацию, как прогнозы погоды, осадков, цен на сырьевые товары и данных по управлению автопарком, все время использования в управлении облачных данных, чтобы исключить необходимость для хранения USB.

Если вы находитесь в курсе рынка современных систем управления фермерским хозяйством, Trimble TMX 2050 не подведет.

#### Многофункциональный дисплей FMX DGPS

Многофункциональный курсоуказатель для параллельного вождения AgGPS FmX DGPS – интегрированный дисплей, может работать как отдельная ручная система управления, так и частью автоматизированной системы контроля, и управления сельхозтехникой. Цветной сенсорный экран FmX имеет диагональ 12.1" (30,73 см), с антенной AG-25, запись треков на USB накопитель, предназначен для точного вождения вдоль рядов, в условиях любой видимости, в ручном либо автоматическом

24

режиме в составе автопилота, для управления секциями опрыскивателей и сеялок, управления нормой высеива, дифференцированного внесения удобрений.

Рисунок 9 - Многофункциональная система параллельного вождения FMX DGPS

Отличительной особенностью многофункционального дисплея FmX является наличие двух встроенных GPS+ГЛОНАСС приемников, которые обеспечивают необходимую точность для трактора и сельскохозяйственного орудия.

Рекомендован тем, кому необходимо управление орудием и одновременное дифференцированное внесение 6 различных материалов. В последней версии прошивки прибор автоматически определяет дистанцию до базовой станции RTK и переключается на другой радиоканал, что актуально там, где установлено несколько базовых

станций. Встроенные радиомодем и DGPS приемник помогут сразу получить RTK точность (2,5 см) без добавления внешних ресиверов. Только дисплей FmX поддерживает функции VEHICLESYNC (для беспроводной связи в поле с другими приборами при звеньевой работе) и Управление водными ресурсами.

В минимальной комплектации работает с погрешностью до 20 см. с бесплатными дифф. поправками EGNOS и встроенным фильтром OnPath, может работать с платной дифф. поправкой Omnistar VBS «погрешность до 15 см». При желании может быть расширен до работы с Omnistar XP/HP «5-10 см» или RTK «до 2,5 см».

AgGPS FmX имеет цветной сенсорный дисплей с диагональю 30,73 см., 31 светодиодов в курсоуказателе. Два встроенных GPS приемника и 4 входа для видеокамер

Полный контроль работы агрегата при активации функции Field-IQ™ культур, для управления секциями сеялок и опрыскивателей, 25

управлением точным высевом семян, а также дифференцированного внесения удобрений на сеялках, опрыскивателях и разбрасывателях. Мониторинг урожайности.

Для расширения функций FmX и повышения точности вождения, успешно работает с системами рулевого управления: EZ-Steer, EZ-Pilot, или автопилот. Беспроводной обмен данными между машинами.

Беспроводной обмен данными между полем и офисом.

Управление водными ресурсами. Для комфорtnого управления – подключение дополнительного светодиодного курсоуказателя LB 25 и джойстика EZ-Remote. Обмен информацией и программное обеспечение Farm . Беспроводная передача данных между транспортным средством в поле или из поля в офис с CONNECTFarm. Анализ данных с помощью программного обеспечения Farm Works ®

Основные преимущества системы параллельного вождения

Trimble FmX GPS/GLONASS:

1. Установка системы Trimble AgGPS FmX, антенна AG-25 занимает менее часа, и еще за пару часов система осваивается оператором.

2. Легкий в использовании цветной сенсорный экран с диагональю 12,1 дюймов.

3. Панель из 31 ярких светодиодов дает информацию о смещении относительно заданной траектории при любом освещении.

4. Два встроенных двух-частотных приемника GPS/ГЛОНАСС обеспечивают точность 10 – 15 см «от ряда к ряду» используя антенну AG -25 и систему поправок EGNOS, а так же разблокировав функцию приема платных поправок OmniSTAR, Вы повышаете точность от прохода к проходу до 5 – 10 см.

5. Благодаря наличию разъема USB Вы с легкостью сможете сохранять отчеты о проделанной работе в формате Microsoft Word, а так же \*.shp – файлы которые Вы сможете обрабатывать с помощью специализированных программных инструментов.

6. Дооснастив систему параллельного вождения Trimble FmX GPS/GLONASS, антенна AG-25 вспомогательным подруливающим устройством EZ-Pilot.

7. С новой функцией картографирования границ и свойств, возможно создавать карты полей, обозначать их неоднородности и переносить на ПК для дальнейшей обработки и просмотра в бесплатном программном пакете EZ-View Farm Works, который поставляется в комплекте с системой.

Совместимость с другими системами Trimble.

1. Выравнивание земли и монтаж дамбы с системой FieldLevel II.

2. Автоматическая система рулевого управления, устанавливаемая на вал рулевой колонки.
3. Field-IQ система управления вносимых материалом. Управление и контроль нормой внесения материалов, передовые системы контроля семян для посадки, борьба с вредителями — опрыскивание.
4. Мониторинг урожайности с помощью сенсорной системы GreenSeeker, в которой используются оптические датчики для измерения и количественной оценки изменчивости урожая.
5. Информация о влажности с помощью датчиков влажности и данных в режиме реального времени для точного и своевременного сбора урожая.

#### Программное обеспечение

Программное обеспечение для управления данными предлагает полный спектр решений для поля и фермы, офиса, в том числе отображение бухгалтерского учета, управления водными ресурсами, и многое другое.

Связь через Farm это беспроводная связь между руководством и оператором трактора. Передача задание, маршрутов, линий и карт покрытия между транспортными средствами или передача информации из полевых мониторов в офис и обратно.

Наличие соответствующих компьютерных программ «EZ-Office или EZ-Office Pro» позволит органично вписать Trimble AgGPS FmX GPS/GLONASS в цикл мероприятий точного земледелия.

Дисплей FmX является передовой системой управления с полным набором средств для любых сельскохозяйственных работ - от картирования до контроля внесения материалов, выравнивания, дренирования, мониторинг урожайности. Вы легко можете адаптировать функциональность этого прибора к растущим потребностям вашего бизнеса.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- большой цветной сенсорный дисплей 30,7 см;
- интуитивно понятный интерфейс;
- защищенный корпус;
- виртуальный ряд светодиодов курсоуказателя;
- два высококачественных встроенных приемника GPS/GNSS;
- 4 входа для подключения видеокамеры;
- совместимость с системами автоворождения Trimble такими как подруливающее устройство EZ-Steer или EZ-Pilot, а также системами автоматического вождения Autopilot;
- подключение системы контроля внесения материалов FULLFIELD-IQ (управление скоростью вращения, переменная скорость разбрасывания

27

- до 6-ти материалов, автоматический секционный контроль и расширенный мониторинг сева во время рабочего хода);
- внесение нужное количество удобрения при помощи системы GreenSeeker;
- управление орудиями при помощи систем Trueguide и TrueTracker;
- возможность сбора трехмерных данные (координат) о поле, выполнение выравнивания поверхности, устройство дренажа;
- сбор информации с датчиков потока зерна и влажности для составления подробной карты урожайности.
- Беспроводной обмен данными обработки поля и линиями движения с другой техникой на поле (Система VEHICLESYNC);
- передача данных с поля в офис, используя технологию ConnectedFarm;
- просмотр, распечатка и анализ карты при помощи программы

FarmWorks.

Автопилот AgGPS Autopilot system (Trimble)

Управление транспортным средством осуществляется через гидравлическую систему. Команды управления на исполнительные органы формируются в контроллере системы «Автопилот» - NavController II.

Контроллер оснащен датчиками поворота и ускорений по трем осям.

Обрабатывая данные от GPS приемника и встроенных датчиков, контроллер управляет поворотным механизмом машины.

Исполнительным органом системы «Автопилот» является управляющий электрогидравлический клапан, встраиваемый непосредственно в гидросистему трактора. Получая команды от контроллера, клапан автоматически управляет поворотным механизмом трактора.

Рисунок 10 – Система автопилотирования сельскохозяйственной техники

Составные части автопилота

28

1. Дисплей курсоуказатель.
2. Антенна приемник GPS GLONASS.
3. Контроллер.
4. Датчик поворота.
5. Гидроклапан.
6. RTK базовая станция.

Таблица 7 - Описание оборудования

Изображение Параметры

Приемник AgGPS 252 – применяется на любых сельскохозяйственных работах. Способен обеспечить точность 3...30см. Содержит GPS/DGPS/RTK приемник и антенну с возможностью подключения радиомодема для RTK режима.

Управляющий клапан встраивается непосредственно в гидросистему. Исполнительным органом системы «Автопилот» является трактор. Получая команды от контроллера, клапан автоматически управляет поворотным механизмом трактора. Для обратной связи используется датчик положения колес. Информация о повороте колес используется для уточнения управляющих команд. Для обратной связи используется гироскопический или потенциометрический датчик положения колес. Информация об угле повороте колес используется для уточнения управляющих команд.

Контроллер AgGPS NAVCONTROLLER II – используя данные от GPS-приемника и внутренних датчиков, находящихся в состоянии покоя и работающих по 6 осям, контроллер AgGPS NavController II передает команды для системы управления.

Датчик рулевого управления AgGPS AUTOSENSE получает информацию, не используя движущиеся части или тяги, и непрерывно отправляет информацию на контроллер AgGPS NavController II.

Соединения масляных магистралей производится дополнительными шлангами и фитингами.

29

Мобильные опорные станции (базовые станции) RTK

Для достижения с помощью двухчастотного приемника GPS максимальной точности 2,5 см, требуется собственная опорная станция. Абсолютная точность 2,5 см сохраняется в течение нескольких лет. Таким

образом, один раз измеренную точку или колею можно вновь найти спустя год с точностью 2,5 см.

Опорная станция состоит из приемника GPS RTK с блоком электроснабжения и радиомодема. Время инициализации находится в диапазоне <1 минуты.

С помощью данного модема параметры коррекции могут передаваться на расстояние прибл. 3-10 км. Корректирующий сигнал не затеняется деревьями или зданиями.

Опорную станцию можно привезти в багажнике и установить на краю поля (на это понадобится прибл. 3 мин.). Если в одном хозяйстве используется несколько приемников GPS RTK (на транспортных средствах), то достаточно будет только одной опорной станции.

Встроенный аккумулятор обеспечивает хорошую работоспособность системы в мобильном режиме.

Кроме того, параметры местонахождения можно вносить в память, так что даже в мобильном режиме можно осуществлять работы, требующие повторяющейся максимальной точности.

Особенности системы автоматического вождения на примере использования «Автопилот»:

- система способна осуществлять автоматическое вождение сельскохозяйственной техники с точностью до 2,5 сантиметров на всех операциях от посадки до уборки используя любые шаблоны движения;
- обеспечивается работа на любых операциях, в том числе при низких скоростях движения, эффективность работы в ночное время не снижается;
- система Autopilot интегрируется в гидравлику рулевой системы;
- механизатор может из кабины выбирать шаблон движения и наблюдать за работой системы, снижается утомляемость, повышается производительность труда;
- технология компенсации рельефа ТЗ гарантирует работу системы на неровностях поля;
- датчики положения, встроенные в контроллер, исправляют ошибки, вызванные наклоном, гарантируя точное вождение техники даже в холмистой местности;
- экономия ГСМ до 20%, семян, минеральных удобрений и СЗР.

Система автоматического вождения «Автопилот» позволяет вести круглосуточную работу при любой погоде на любом рельефе с неизменным качеством работ. Увеличивает рабочее время, таким образом, 30

работы выполняются тогда когда нужно, увеличивает точность работ, экономит топливо и материалы.

Система Autopilot интегрируется в рулевую систему трактора, позволяет выбирать шаблон движения и наблюдать за работой системы.

После того как машина окажется в начале ряда, система начнет автоматическое вождение, одновременно отображая на экране курс.

Технология компенсации неровности поля ТЗ гарантирует работу системы на склонах и холмистой местности. Внутренний датчик положения исправляет ошибки, вызванные наклоном или поворотом машины, гарантируя точное определение положения трактора даже в холмистой местности.

Система «Автопилот»:

1. Работает с другими пакетами программ, поддерживая прямое экспортование shape-файлов.
2. Установка и настройка проводится с использованием или без использования пакетов программ для настольного ПК. Автоматическое управление соединением GPS.

3. SMS Mobile определяет все источники GPS сигналов и позволяет выбрать вариант по умолчанию.
4. В случае потери GPS сигнала, SMS Mobile повторно выберет источник по умолчанию.
5. Поддерживает GPS сигналы, с последовательного или приемных устройств сигналов GPS на флэш карте.
6. Автоматический выбор поля.
7. Возможность записывать точки, линии и многоугольники во время вождения с использованием GPS.
8. Возможность чертить точки, линии и многоугольники вручную с использованием или без использования GPS.
9. Возможность редактирования начертанных или записанных точек, линий и многоугольников.
10. Возможность получать или отображать значения параметров и характеристик с разных уровней на основании местоположения.
11. Режим симуляции GPS для практики в офисе перед работой в поле.
12. Возможно использование в демонстрационных целях.
13. Сводная информация и просмотр карты уже собранных данных.

31

#### Курсоуказатель Topcon X14

Рисунок 11 – Вид рабочего окна курсоуказателя Topcon X14  
Агронавигатор Topcon X14 с GNSS приемником SGR-1 обеспечивает высокую и стабильную точность, используя передовую технологию позиционирования Topcon TruPass во время динамичных сельскохозяйственных работ. Полноцветный 3D сенсорный экран предлагает простоту в использовании консолью и гибкость для начального уровня управления. Приемник SGR-1 передает путевую скорость в режиме симуляции радара, что повышает точность работ на низкой скорости, например, посева или опрыскивания.

#### Функциональные возможности

Система параллельного вождения Topcon X14 включает в себя цветной сенсорный дисплей X14, antennу SGR-1 с встроенным GPS/GLONASS приемником и кабельную сборку.

#### Основные характеристики

- 3D графический сенсорный экран размером 4,3 дюйма (10,9 см);
- экранное меню навигации;
- панель световой индикации;
- модульная конструкция (независима от GPS);
- шаблоны вождения: А-Б линии, Идентичные кривые, Круги, Guidelock;
- автоматическое управление расходом жидкости и управление секциями через дополнительный ECU;
- картирование покрытия;
- возврат к точке;
- совместимость с Topcon SGR-1 или AGI-4;
- совместимость с электрическим рулем Topcon AES-25;
- мультиязычный интерфейс.

Приемник SGR-1 оснащен новой передовой технологией позиционирования TruPass от компании Торсон для более высокой и стабильной точности измерений при выполнении динамических сельскохозяйственных работ. SGR-1 представляет собой одноплатный приемник с частотой обновления положения 10 Гц, с возможностью повышения до 20 Гц. С помощью универсальных 32 каналов SGR-1 отслеживает различные комбинации GPS L1 C/A, код и несущую частоту, 32

код и несущую частоту ГЛОНАСС L1, а также SBAS, включая EGNOS и WAAS.

## Характеристики приемника SGR-1

- быстрое многосистемное обнаружение сигналов;
- 32 канала для отслеживания L1 GPS/ГЛОНАСС/SBAS;
- частота обновления измерений/положения до 20 Гц;
- трехцветный светодиодный индикатор;
- канал L-диапазона для поправок OmniSTAR с помощью VBS;
- имитация радара для симуляции путевой скорости;
- компактная, прочная и недорогая установка.

В дополнение к стандартным функциям GNSS (PPS-выход), SGR-1 передает путевую скорость в режиме симуляции радара, что повышает точность работ на низкой скорости, например посева или опрыскивания. Компактная и прочная конструкция обеспечивает защиту от воды и пыли и имеет класс защиты IP66. SGR-1 также обеспечивает связь по протоколу последовательной передачи данных и протоколу CAN. SGR-1 принимает сигналы OmniSTAR в L-диапазоне и предоставляет измерения в режиме VBS.

Полноцветный 3D сенсорный экран X14 предлагает простоту в использовании консолью и гибкость для начального уровня управления. Система обеспечивает ручное управление и картирование покрытия при работе с GNSS приемником Topcon SGR-1. Данный приемник использует передовую технологию позиционирования Topcon TruPass более высокой и стабильной точности «от прохода к проходу» во время динамичных сельскохозяйственных работ. Дополнительные недорогие кабели позволяют производить удаленное включение картирования и имитировать выходной сигнал радара для других контроллеров.

### Преимущества

За счёт использования сразу двух спутниковых систем значительно улучшается стабильность принимаемого сигнала, присутствует бесплатная корректирующая поправка TruePath, цветной сенсорный дисплей 4,3 дюймов, защищенный корпус, возможность подключения управление секциями опрыскивателей, запись/загрузка треков с USB флэш-карты. Назначение системы параллельного вождения Topcon X14 ручное управления трактором или опрыскивателем.

33

### Таблица 8 - Технические характеристики Topcon X14

Функция Параметр

Диагональ экрана 4,3 дюйма

Сенсорный экран есть

Видеовход для подключения камер есть

Встроенный GPS-приемник есть

Возможность приема поправок RTK (2–3 см)

Возможность приема поправок OmniSTAR HP (5–10 см)

Возможность приема поправок OmniSTAR XP (8–10 см)

Возможность приема поправок OmniSTAR VBS (15–30 см)

Субметровая точность

Возможность приема сигнала ГЛОНАСС есть

Возможность использования подруливающего устройства

Возможность подключения гидравлического автопилота

Возможность управления сеялкой точного высева

(прицепным оборудованием)

Возможность управления дифференцированным внесением

Совместимость с офисным ПО

Порты USB для загрузки обновлений и выгрузки данных есть

Разъёмы карт памяти для загрузки обновлений и выгрузки  
данных есть

Встроенная аккумуляторная батарея

Пыле- и влагозащищённость есть

Возможность измерения площади по контуру

Программа дорожной навигации

Светодиодная линейка есть

Встроенный фильтр On-Pass, e-Dif, Gl1de TruePath

34

Курсоуказатель Topcon System 350

Рисунок 12 – Рабочее окно курсоуказателя Topcon System 350

Система параллельного вождения Topcon System 350

GPS/ГЛОНАСС/Galileo — одно из немногих из присутствующих на рынке устройств, электронный руль которого обеспечивает точность RTK 2-3 см.

Наличие дополнительного приемника ГЛОНАСС обеспечивает работу в зонах с затрудненным приемом сигналов — в балках, посадках и т. д.

Легко переставляемый руль позволяет установить автопилот на любой технике с гидроусилителем руля.

Функциональные возможности

Типы дифпоправок GPS Topcon System 350:

бесплатная корректирующая поправка DION (15...30 см);

Omnistar VBS (15...20 см);

Omnistar HP/XP (5...10 см);

Дополнительно: RTK (2...3 см) с базовой станцией, сигнал работает на расстоянии до 25 км.

встроенный в антенну 2-х частотный приемник

GPS/ГЛОНАСС/Galileo;

электронный руль устанавливается вместо штатного руля с помощью адаптера, который подбирается под модель трактора;

единственное из присутствующих на рынке устройств, электронный руль которого обеспечивает точность RTK 2-3 см;

для подготовленных на заводе тракторов для автопилотирования (например, John Deere AutoTrack Ready, CASE AccuGuide Ready, NH IntelliSteer Ready, AGCO Auto-Guide Ready) система 350 напрямую подключается к трактору через CAN интерфейс;

возможность расширения функций базовой версии системы 350

Omnistar HP/XP до RTK, за счет добавления высокоточного инерциального блока с встроенным радио или GSM модемом, а также мобильной или стационарной базовой станции RTK.

35

Характеристики Topcon System 350:

цветной сенсорный дисплей X-30 с диагональю 12 дюймов, ISO11783 plug-and-play;

антенна AGI-3 со встроенным приемником GPS/ГЛОНАСС/Galileo и инерциальным блоком;

универсальное крепление для антенны на крышу трактора;

электронный руль AES-25;

адаптер на руль трактора (предназначен для крепления электронного руля), зависит от модели трактора;

Дополнительно:

CAN интерфейс, применяется вместо AES-25 для тракторов, подготовленных к автопилотированию AutoTrack Ready.

Преимущества GPS Topcon System 350

Наличие дополнительного приемника ГЛОНАСС позволяет

устойчиво работать в зонах с затрудненным приемом сигналов — в балках, посадках и т. д. Высокая точность вождения до 2...3 см. Легко переставляемый руль позволяет установить автопилот на любой технике с гидроусилителем руля.

Автопилот Topcon System 350 GPS/ГЛОНАСС/Galileo предназначен

для высокоточного вождения любой сельхозтехники с точностью до 2 см.

Навигатор Raven Cruizer II

Рисунок 13 – Внешний вид терминала Raven Cruizer II

Raven Cruizer II, это многоцелевой навигатор по доступной стоимости обеспечивает точность от бесплатных поправок до 30 см до 2,5 см через сигналы RTK станций и 5...15 см от платных поправок.

Есть поддержка гидравлического автопилота, а также подруливающее устройство монтируемое на рулевую колодку. Навигатор поставляется с усиленной антенной и двух корпусах – обычном и водонепроницаемом. Достаточно большой дисплей 5,5 дюймов с

36

сенсорным экраном дает яркую картинку для работы в любое время суток, показывает пропуски и перекрытия поля.

Навигатор может быть оснащен датчиком компенсации наклона, если на поле есть значительные неровности.

Импорт данных в формате KML позволяют работать с GOOGLE EARTH и наносить карты на спутниковых снимках с привязкой координат.

Функция дифференцированного внесение удобрений отсутствует.

Таблица 9 - Технические характеристики

Наименование

параметра Описание, характеристика

Назначение Универсальный навигатор применяемых как на работах не требующих повышенной точности, так и на высокоточных, при модернизации.

Точность работы Бесплатная поправка EGNOS/E-Dif 15-30 см; Glide 15-20 см;

Платная поправка Omnistar HP|XP (5-10 см), vbs (15-20 см), необходима антенна феникс 300 или 250;

RTK дает возможность точности 2,5 см, необходима радиостанция Slingshot RTK GPRS

Дисплей Яркий дисплей 5,5 дюймов по диагонали, светодиодные лампы, сенсорное управление, ночной и дневной режим работы.

Подключение камер Нет возможности

Прием сигнала GPS/GLONASS (активируемый)

Вспомогательное

оборудование

Есть возможность подключения:

Подруливающего устройства SmartSteer;

Автопилота гидравлического;

Управление сеялкой точного высева;

Компенсация неровности поля;

радиостанция Slingshot RTK GPRS;

Дополнительное

программное

обеспечение

CD диск с ПО

Наименование Описание, характеристика

37

параметра

Порт USB, карта

памяти

Порт USB, карты памяти.

Защита от внешнего

воздействия

Есть модель пыле и влагозащищенная,  
запрашивается отдельно.

Измерение площади

по контуру

Есть

Курсоуказатель Raven Envizio

Рисунок 14 – Общий вид Raven Envizio

Навигационный курсоуказатель Envizio Pro II позволяет контролировать, упростить и улучшить практически все этапы работы. Установив у себя один полевой компьютер, вы получите не только повышение эффективности и существенную экономию, но и будете меньше уставать. Компьютер Envizio Pro II также поддерживает Slingshot, что означает, что вы имеете доступ к удаленной онлайн-поддержке Raven.

Точность системы параллельного вождения

- 15...20см при использовании бесплатного сигнала;
- 5...10см при использовании платного сервиса Omnistar XP/HP;
- 2...3см при использовании базовой станции RTK.

Функциональные возможности:

- сенсорный экран 17 см.;
- USB-порт 2 шт.;
- порт для выхода в интернет;
- улучшенная система отображения данных и ведения учета, передача карт заданий и получение отчетов online.

38

Агронавигатор Кампус

Рисунок 15 – Вид рабочих окон агронавигатора Кампус

Отечественная разработка - система параллельного вождения

«Кампус» инструмент для экономии ресурсов при обработке полей.

Повышенная точность обработки сельскохозяйственных полей, пользователь агронавигатора «Кампус» ликвидирует проблему необработанных участков полей и перекрытий, сокращает время всех работ, уменьшает время простоя техники, позволяя работать в ночное время и в условиях плохой видимости при тумане и запыленности.

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- точное параллельное вождение;
- курсоуказатель с двумя режимами: свободный режим и параллельное вождение (A-B)
- специальный алгоритм сглаживания координат;
- подсчет обработанной площади
- замер площади поля по периметру (контуру)
- визуализация обработанного участка
- визуализация перекрытий;
- режим «пауза»
- гибкая настройка ширины захвата (до сантиметров)
- сохранение обработанного поля, с возможностью его последующей загрузки и доработки
- отображение скорости движения
- возможность изменения масштаба
- отображение индикатора точности данных полученных со спутника
- парольная защита редактирования/удаления полей
- голосовые уведомления об отклонении от параллельной прямой направляющей.

39

Курсоуказатель Outback S-Lite

Рисунок 16 – Внешний вид курсоуказателя Outback S-Lite

Навигатор для трактора Outback S-Lite предназначен для высокоточного вождения сельхозтехники вдоль рядов при любой видимости — ночью, в туман, при сильной запыленности. Использование режима e-Dif позволяет добиться точности вождения 15-30 см в течение длительного времени.

#### КОМПЛЕКТНОСТЬ:

1. базовый блок Outback S-Lite со встроенным DGPS-приёмником;
2. присоска к базовому блоку;
3. компактная антенна с магнитным держателем;
4. комплект кабелей для антенны и прикуривателя.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ:

- встроенный DGPS-приёмник имеет два типа бесплатных дифференциальных поправки — e-Dif и EGNOS;
- режим e-Dif позволяет добиться точности вождения 15-30 см в течение длительного времени;
- Outback S-Lite имеет удобный курсоуказатель с 2-мя рядами светодиодов. Один ряд работает с упреждением и показывает направление, в котором начал отклоняться трактор, а второй ряд светодиодов срабатывает, когда трактор значительно отклонился от курса;
- Outback S-Lite имеет уменьшенную антенну (она представляет собой таблетку с магнитным держателем), у него уменьшен размер курсоуказателя и изменена конструкция вакуумной присоски, упрощен кабельный жгут. В результате, весь комплект занимает очень мало места;
- Outback S-Lite обеспечивает удобный контроль вождения, экономит топливо, минеральные удобрения и другие материалы, расходуемые при сельхозработах.

40

#### ПРЕИМУЩЕСТВА:

1. русифицированное меню;
2. простота установки на любое транспортное средство;
3. удобный для восприятия указатель курса;
4. эргономичные органы управления. Для освоения системы и работы не требуется специальная теоретическая подготовка.

Агронавигатор Outback S-Lite предназначена для точного вождения сельхозтехники. Использование системы Outback S-Lite гарантирует удобный контроль вождения, позволяет добиться экономии ГСМ и других, расходуемых при сельхозработах, материалов. Простота установки на любое транспортное средство является дополнительным преимуществом данной системы.

Таблица 10 - Технические характеристики Агронавигатор Outback S-Lite

Параметр Значение

Диагональ экрана 2,2 дюйма

Сенсорный экран нет

Видеовход для подключения камер нет

Встроенный GPS-приемник есть

Возможность приема поправок RTK (2–3 см) нет

Возможность приема поправок OmniSTAR HP (5–10 см) нет

Возможность приема поправок OmniSTAR XP (8–10 см) нет

Возможность приема поправок OmniSTAR VBS (15–30 см) нет

Субметровая точность есть

Возможность приема сигнала ГЛОНАСС нет

Возможность использования подруливающего устройства нет

Возможность подключения гидравлического автопилота нет

Возможность управления сеялкой точного высева

(прицепным оборудованием) нет  
Возможность управления дифференцированным внесением нет  
Совместимость с офисным ПО нет  
Порты USB для загрузки обновлений и выгрузки данных нет  
Разъёмы карт памяти для загрузки обновлений и выгрузки  
данных нет  
Встроенная аккумуляторная батарея нет  
Пыле- и влагозащищённость нет  
Возможность измерения площади по контуру есть  
Программа дорожной навигации нет  
Светодиодная линейка есть  
Встроенный фильтр On-Pass, e-Dif, Gl1de есть  
41

#### Курсоуказатель Outback STX

Рисунок 17 – Рабочее окно курсоуказателя Outback STX  
Агронавигатор Outback STX — одна из последних разработок  
компании OutbackGuidance. Большой, цветной сенсорный экран позволяет  
отображать режимы вождения и результат движения трактора или  
комбайна. Полноразмерная русская экранная клавиатура значительно  
облегчает ввод дополнительных параметров, таких как номер поля,  
условия при работе (температуру, ветер, влажность) и так далее.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДИСПЛЕЯ И

#### СПЕЦИФИКАЦИЯ:

- сенсорный экран 7 дюймов;
- встроенный приемник Eclipse P300 GNSS, L1 GPS, L1/L2 GNSS;
- GLONASS (опционально: активируется кодом);
- OmniSTAR (опционально: активируется кодом);
- RTK (опционально: активируется кодом);
- работает совместно с базовыми станциями A321, A221, BaselineX;
- совместим с автопилотами eDriveX, eDriveTC, eDrive VSi;
- активация функции E-turn автоматический разворот в конце загонки;

#### ИНТЕРФЕЙСЫ:

- серийный порт RS232, DB-9;
- радиоинтерфейс через серийный порт: 2x;
- порты CAN: 2x, USB: 1x 2.0 Host, Ethernet: 1x;
- протокол NMEA 0183, NMEA 2000.

Система параллельного вождения Outback STX предназначен для  
различных сельскохозяйственных операций, вплоть до требующих  
идеальной точности вождения. При операциях, не требующих высокой  
точности, возможна работа с бесплатной поправкой E-Dif, для работы с  
автопилотом. При этом возможна запись проделанной работы на внешние  
42

носители для последующего учета в офисных условиях, а также экспорт  
треков в различные популярные форматы.

#### Система параллельного вождения «COMMANDER»

Рисунок 18 – Рабочий терминал системы «COMMANDER»  
COMMANDER – система, обеспечивающая прохождение трактора с  
навесным или прицепным агрегатом, а также самоходной техники по полю  
так, чтобы каждый следующий проход был пройден точно по краю  
предыдущего без пропусков и перекрытий.

#### ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- Сенсорный дисплей 7 дюймов
- Поддержка Глонасс\GPS;
- Точность в режиме E-DIF 30 см, в режиме Omnistar 5...7 см;
- Автоматический контроль секций опрыскивателя;
- Режим движения: Прямолинейный, Криволинейный, Свободный режим

вождения

43

Система параллельного вождения «АГРОНАВИГАТОР»

Рисунок 19 – Терминал «Агронавигатор» фирмы «Агросоюз»

Глонасс/GPS встроенный приемник, частота фиксации координат

5Гц. Нет запаздывания прорисовки трека на разворотах. Внешняя GPS антенна с мощным магнитом и 5 метровым кабелем. Линейка бокового отклонения с звуковым контролем. Точность параллельного вождения в автономном режиме — 50 см (RMC). Исполнение в металлическом помехозащищенном корпусе. Надежное крепление на тракторе. Легкая установка/снятие с трактора после окончания работ. Переносная сумка в комплекте.

Оптимизирован для ночных обработок на полях со сложным контуром и внутренними лесными массивами. Одновременное отображение на экране текущего рабочего участка, всего обрабатываемого поля и местоположения трактора на поле. Загрузка шаблонов полей и контуров препятствий на поле. Изготовление технологической колеи (шаблона поля) из предыдущей обработки или при помощи бесплатной программы Google Планета Земля.

Автоматическое сохранение результатов обработок без ограничений по количеству сохраняемых в память прибора обработанных полей. Расчет обработанной площади и площади всего поля.

Автоматическая сортировка обработанных полей и шаблонов по удалению от текущего местоположения при их открытии для продолжения обработки. Разбивка прямолинейных гонов по двум точкам или по среднему углу курса движения.

Разбивка поля на прямоугольные загонки с шириной до 999 м.

Предустановленная программа для опрыскивания с/х растений.

Виртуальный расходомер. Автоматический расчет и индикация оптимальной скорости обработки по установленной норме и ширине захвата, подсказки водителю о выдерживании скоростного режима.

44

Удобен для контроля, посредством обмена данными с ПК через USB порт, неудаляемый журнал «левых работ», контроль перегрузок при эксплуатации техники, возможность подключения по RS-232 внешнего «точного» GPS/Глонасс приемника для выполнения технологии почвенных обработок и посева с/х культур.

Система параллельного вождения «ТРЕК»

Рисунок 20 - Система позиционирования опрыскивателя «Трек», разработанная компанией «Агросоюз-Алтай»

Система позиционирования опрыскивателя «Трек» имеет большой сенсорный экран – 20 см и обеспечивает обработку посевов с отображением ширины захвата опрыскивателя при дневных и ночных условиях. Позволяет с высокой точностью выполнять химработы, уточнять посевные площади, составлять электронные планы полей, исключить огрехи при выполнении работ. Монтаж данного оборудования производится на любой транспорт.

ХАРАКТЕРИСТИКИ:

- достоинством навигационного комплекса является:
- большой цветной сенсорный экран с диагональю 20 см;
- простой в управлении легко читаемый интуитивно понятный интерфейс;
- антивандальный металлический корпус с защитой сенсорного экрана;
- простота монтажа;
- автоматическое запоминание треков и накопление базы данных полей;
- отображение на дисплее текущей скорости, пройденного пути,

обработанной площади и общей площади;

45

- регулировка яркости экрана 6 позиций плюс режим дневного и ночного видения;
- изменение масштаба отображения трека;
- обновление программного обеспечения по мере выхода новых версий;
- замеры площади полей.

46

## НАСТРОЙКА, РЕГУЛИРОВКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ И АВТОПИЛОТИРОВАНИЯ

Подруливающее устройство Trimble EZ-Steer

Подруливающее устройство Trimble EZ-Steer использует данные, поступающие от системы точного вождения Trimble EZ-Guide 250 или аналогичного для управления специальным электрическим мотором, подключенным с помощью фрикционного ролика к рулевому колесу транспортного средства. Таким образом, система EZ-Steer обеспечивает автоматическое удержание транспортного средства на заданном маршруте при движении по полосе с высокой степенью точности.

Поскольку система EZ-Steer осуществляет автоматическое вождение при движении по полосам, оператор может сосредоточиться на более важных задачах, таких как контроль работы навесного оборудования или опрыскивателя, что позволяет повысить качество полевых работ. Система EZ-Steer хорошо зарекомендовала себя при обработке почвы, внесении удобрений, опрыскивании и уборке урожая.

Система EZ-Steer максимально проста в установке, настройках и использовании. Установка системы занимает не более 30 минут. Настройка параметров трактора проводится в меню системы EZ-Guide и занимает также всего несколько минут, при этом необходимо указать параметры вашего транспортного средства. Для передачи управления системе EZ-Steer трактор выводится на требуемую полосу задать команду «Подключить» и система приступит к автоматическому управлению. Если необходимо взять управление на себя, достаточно лишь слегка повернуть рулевое колесо и система EZ-Steer автоматически отключится.

Рисунок 21 – Комплект поставки EZ-Steer

47

Рисунок 22 – Пример установки EZ-Steer на тракторе Case.

Рисунок 23 – Пример установки на тракторе «Беларус» - 892

Подруливающее устройство EZ-Steer возможно применять в трёх вариантах, в зависимости от необходимой точности вождения:

1. 5...10 см с бесплатным сигналом коррекции EGNOS. В совокупности с курсоуказателями и мониторами 250/500/750 серий;
2. точность 0...5 см достигается при использовании поправки по платному сигналу от спутника OmniSTAR HP. Возможно при использовании совместно с устройствами EZ-Guide 500 или многофункциональными мониторами CFX-750;

48

3. совместное использование наземной базовой станции РТК позволяет обеспечить точность до 2...3 см. Совместимость только с EZ-Guide 500 или многофункциональным монитором CFX-750.

а)

б)

Рисунок 24 – Пример выполнения смежных проходов

а) с механическим маркером; б) с системой EZ-Steer.

## Система управления Trimble CFX-750

Дисплей CFX-750 с сенсорным управлением обеспечивает навигацию, рулевое управление и включает набор функций точного земледелия.

Встроенный двухчастотный приемник позволяет работать с любым уровнем точности (до 2,5 см) и совместим с системой ГЛОНАСС. К нему можно добавить подруливающее устройство или автопилот для повышения качества работы и создания комфортных условий труда. В дисплее также содержится набор компонентов, обеспечивающих действия, связанные с посевом, опрыскиванием, внесением удобрений и обработкой почвы, включая контроль затрат, связанных с полевыми работами.

Система Trimble CFX-750 состоит из компонентов, представленных на рисунке 25.

Благодаря сенсорному экрану дисплея можно управлять работой системы и просматривать навигационную информацию (рисунок 2). Кроме того, он оснащен USB-портом, через который можно загружать и сохранять полученные данные.

Подруливающее устройство Trimble EZ-Steer управляет рулевым колесом вместо тракториста, используя вращение фрикционного ролика и мотора, соединенного с курсоуказателем EZ-Guide 250, CFX-750 или FmX (рисунок 27).

Рисунок 25 – Компоненты системы:

1 – дисплей CFX-750; 2 – крепление RAM и винты; 3 – краткое руководство пользователя; 4 – компакт-диск; 5 – кабель GPS-антенны; 6 – шина питания / кабель CAN; 7 – кабель питания; 8 – антенна AG25; 9 – монтажная пластина антенны AG25

50

а б

Рисунок 26 – Устройство дисплея

(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – сенсорный экран (8 дюймов); 2 – динамики; 3 – встроенная световая панель с 27 светодиодами; 4 – кнопка питания; 5, 6 – регуляторы яркости; 7 – гнездо порта USB; 8 – разъем GPS; 9 – порт A; 10 – гнездо разъема питания; 11 – порт B; 12 – панель радиодоступа

Сочетание подруливающего устройства EZ-Steer к дисплею CFX-750 или FmX, совместно с базовой станцией RTK, можно добиться точности при проведении работ до 2,5 см (рисунок 28).

Рисунок 27 – Подруливающее

устройство EZ-Steer

Рисунок 28 – Базовая

станция RTK

51

Рисунок 28 – Экран навигации

На экране навигации отображаются текстовая рабочая информация и значки (иконки), что обеспечивает доступ к ней и к различным функциям системы (рисунок 28). Доступность текста и значков зависит от ее настройки. Например, при использовании системы автоподрулиивания ряд иконок может быть не активен.

В таблицах 11 – 14 описаны основные предусмотренные на дисплее CFX-750 значки.

Таблица 11 – Основные значки системы Trimble CFX-750

Иконка Назначение Иконка Назначение

Настройка системы

дисплея Меню

Настройка автопилота Конфигурация  
Настройка  
GPS/ГЛОНАСС Состояние  
Конфигурация данных Мастер установки  
Настройки /  
Конфигурация  
Редактировать  
элемент  
52

Таблица 12 – Значки применения в системе Trimble CFX-750

Значок	Назначение	Значок	Назначение
Ручное управление			
секцией			
Управление секцией			
отключено			
Автоматическое			
управление секцией			
Регистрация покрытия			
включена			
Целевой расход	Регистрация покрытия		
выключена			

Таблица 13 – Значки навигации Монитора Trimble CFX-750

Значок	Назначение	Значок	Назначение
Выбрать схему навигации	Невозможно включить		
автонавигацию			
Смещено влево	Готов к включению		
автонавигации			
Смещено вправо	Автонавигация включена		
Записать схему FreeForm	Начать запись поворотной		
полосы			
Установить точку А	Сдвиг линии АВ		
Установить точку В	Следующая линия АВ		

53

Таблица 14 – Значки картирования в системе Trimble CFX-750

Значок	Назначение	Значок	Назначение
Нанести на карту	линейный		
объект	Конфигурация картирования		
Нанести на карту	дерево		
(точечный объект)	Объект-область		
Нанести на карту	камень - -		

Управление системой

Система рулевого управления на основе EZ-Steer работает благодаря внутреннему приемнику GPS дисплея CFX-750, обеспечивая навигацию транспортного средства.

Перед включением системы необходимо:

- открыть поле на экране навигации;
- задать линию АВ;
- разместить транспортное средство в заданных пределах параметров включения.

Для включения системы:

- 1) переднюю часть транспортного средства устремляют в сторону направляющей линии и начинают движение на рабочей скорости;
- 2) выполняют одно из следующих действий:
  - на экране навигации инициируют значок ;
  - нажимают дополнительную педаль дистанционного включения.

Выключение системы

Система EZ-Steer автоматически отключается в одном из следующих случаев:

- транспортное средство находится вне заданных пределов параметров включения;
- работа системы приостановлена оператором;
- утрачено положение GPS;
- инициируют на экране навигации кнопку Включить.

54

Систему EZ-Steer можно отключить с помощью электродвигателя вручную, повернув рулевое колесо.

Индикаторы состояния включения системы:

- готова к включению..... (желтый);
- включена..... (зеленый);
- включение невозможно..... (красный)

Завершение работы системы EZ-Steer

Когда система EZ-Steer не используется, необходимо двигатель отвернуть от рулевого колеса. Далее отключают систему EZ-Steer с помощью выключателя питания или извлекают вилку питания.

Система контроля вносимых материалов Field-IQ

Система контроля вносимых материалов Field-IQ позволяет использовать дисплей CFX-750 для управления следующим оборудованием: сеялкой, опрыскивателем, навесными рамами для внутривесенного внесения удобрений, центробежными разбрасывателями.

После подключения, конфигурации и калибровки системы контроля вносимых материалов Field-IQ на экране навигации появляются элементы (рисунок 9).

Главный распределительный блок Field-IQ представлен на рисунке 10.

Для управления секциями используют 12-секционный распределительный блок (рисунок 31).

С целью управления только расходом материала распределительный блок является необязательным.

Картирование и навигация

Выбирают схему навигации, позволяющую создать направляющую линию, соответствующую полю:

- 1) на экране навигации инициируют значок, затем значки с надписями Create New Field (Создать новое поле);
- 2) с помощью значка Pattern Type на экране Create New Field определяют тип схемы;
- 3) выбирают подходящую схему.

Прямая АВ

Движение по полю с использованием прямой линии АВ, если не задаются поворотные полосы, осуществляется по параллельным прямолинейным рядам (рисунок 32).

55

Рисунок 29 – Экран навигации:

1 – значок быстрого доступа (можно быстро выполнить настройку основных параметров); 2 – состояние покрытия; 3 – целевой расход (для текущего положения переключателя расхода; это количество продукта, которое нужно внести); 4 – фактический расход (это количество продукта, которое вносят в данный момент); 5 – положение переключателя расхода (указывает текущее положение переключателя расхода); 6 – управление секциями (отображает текущий режим контроллера); 7 – состояние главного переключателя; 8 – давление (Р1, Р2 – текущее давление по

показаниям первичного и вторичного датчиков давления соответственно)

Рисунок 30 – Главный распределительный блок:

1 – переключатель увеличения / уменьшения (увеличивает количество вносимого материала на заданную величину, устанавливается на экране настройки); 2 – переключатель расхода (можно выбрать предустановленный расход 1, 2 или ручной расход); 3 – светодиодный индикатор (красный – устройство включено, но отсутствует обмен данными с дисплеем; зеленый – устройство включено и обменивается данными с дисплеем; желтый – устройство, инициирующее обмен данными с дисплеем); 4 – автоматический / ручной переключатель секций (автоматический режим – интегрированный дисплей FmX автоматически

56

открывает и закрывает секции при входе в области перекрытия, зоны отсутствия внесения или пересечения границ; ручной режим – секции управляются вручную, без применения дисплея); 5 – главный переключатель (A – запуск от внешнего источника, секции и расход готовы к управлению дисплеем CFX-750; B – секции и расход готовы к управлению дисплеем; C – секции закрыты)

Рисунок 31 – Двенадцатисекционный распределительный блок Field-IQ

Когда транспортное средство находится на направляющей линии, ее протягивают на 1 км до точки А и после точки В. Благодаря этому максимально удобно увидеть следующую полосу и попасть на линию после поворота.

С целью картирования линии АВ выполнить следующие действия:

1. подъехать к начальной точке главной линии;
2. инициировать значок и двигаться до конца линии;
3. при выделении значка коснуться , в результате отобразится «эталонная» линия АВ;
4. повернуть налево или направо, чтобы выйти на следующую полосу, которая появляется на экране и выделяется оранжевым цветом, что подтверждает ее выбор.

Линия А+ представляет собой прямую, заданную одной точкой А на линии и направлением линии (рисунок 13).

При создании линии А+ необходимо указать направление в окне Направление А+.

Линия А+ актуальна в случае, если требуется навигация строго параллельно последней линии АВ, например, при:

- движении по смежным полям;
- нанесении линии АВ на дорогу в стороне от поля;
- пропуске подъездной дороги в поле.

Линию А+ протягивают на 1 км до и после точки А.

57

Рисунок 32 – Движение по полю с учетом параллельных

прямолинейных рядов

Рисунок 33 – Движение

по полю с учетом линии А+

Картирование линии А+ включает следующий алгоритм действий:

1. Необходимо подъехать к начальной точке главной линии.
2. Инициируют значок и двигаются до конца линии. Поскольку направление линии задано, на экране появляется главная (эталонная) линия АВ.
3. Для навигации вдоль первой полосы необходимо придерживаться линии АВ.
4. Поворачивают налево или направо, чтобы начать движение по следующей полосе. Когда подъезжают к новой полосе, она появляется

на экране и выделяется оранжевым цветом, что указывает на то, что она выбрана.

### Идентичная кривая

Схема идентичной кривой не создает прямую линию, а записывает точную траекторию между точками А и В (рисунок 34). Все последующие направляющие линии будут совпадать с главной кривой независимо от места движения.

Схему идентичной кривой используют в случае, когда необходимо работать в поле, ограниченном плавными кривыми.

Рисунок 34 – Схема идентичной кривой

Рисунок 35 – Схема адаптивной кривой

58

Картирование идентичной кривой предполагает выполнение следующих действий:

1. подъехать к начальной точке кривой;
2. коснуться кнопки, обозначенной значком , затем продолжать движение вдоль начальной кривой;
3. когда значок инициируется, необходимо коснуться значка ; на экране появится главная кривая.
4. повернуть налево или направо, чтобы выйти на следующую полосу; когда подъезжают к новой полосе, она появляется на экране и выделяется оранжевым цветом, что указывает на то, что она выбрана.

### Адаптивная кривая

Схема адаптивной кривой обеспечивает навигацию вдоль кривой и ее обновление после прохождения каждой полосы с учетом всех необходимых отклонений (рисунок 35). При этом непрерывно записывается траектория движения и обеспечивается навигация в соответствии с учетом последней пройденной траектории.

### Картирование адаптивной кривой

Адаптивную кривую можно задать вручную или автоматически.

Использование этого метода зависит от параметра «Автоматическое обнаружение разворота».

Для того чтобы изменить параметр «Автоматическое обнаружение разворота», необходимо:

1. на экране Settings (Настройки) коснуться надписи Guidance (Навигация);
2. выделить надписи Turn Settings (Параметры поворота), а затем Auto U-Turn Detection (Автоматическое обнаружение разворота);
3. задать адаптивную кривую, выбирая:
  - автоматически On (Вкл.);
  - вручную Off (Выкл.).

Алгоритм выбора адаптивной кривой с автоматическим обнаружением разворота:

1. подъехать к начальной точке кривой;
2. коснуться значка , затем двигаться вдоль начальной кривой;
3. в конце первой кривой выполнить разворот, системой распознается разворот и генерируется новая полоса.

Для того чтобы задать адаптивную кривую вручную, необходимо:

1. подъехать к начальной точке кривой;
2. коснуться кнопки с обозначением , затем продолжать движение вдоль начальной кривой;
3. после прохождения первой кривой коснуться кнопки ,

59

системой генерируется новая полоса;

4. продолжить движение вдоль полос, задавая в конце каждой из них точку В.

Круговая траектория

Этой схемой предполагается движение по концентрическим окружностям вокруг центральной оси (рисунок 36).

Рисунок 36 – Схема круговой траектории

Для того чтобы задать круговую траекторию, необходимо:

1. подъехать к начальной точке круговой траектории;
2. расположить одно из колес транспортного средства в колее круговой траектории так, чтобы задняя часть машины была повернута к радиусу круга, если поле не представляет собой полный круг, развернуть заднюю часть транспортного средства к краю поля;
3. коснуться кнопки , затем продолжить движение вокруг поля;
4. повернуть налево или направо, чтобы начать движение по следующей полосе, при подъезде к новой полосе она появляется на экране и выделяется оранжевым цветом, что указывает на ее выбор;
5. направить транспортное средство таким образом, чтобы при движении вперед вдоль полосы светодиоды горели в центре световой панели.

Поворотная полоса

Схема поворотной полосы позволяет определить границу (поворотную полосу) области, а также содержащиеся в ней направляющие линии. Она используется для того, чтобы обеспечить пространство для поворотов. На рисунке 17 показаны две схемы обработки поворотных полос.

С целью картирования поворотной полосы необходимо:

60

1. Подъехать к начальной точке поворотной полосы.
2. Коснуться кнопки, обозначенной , чтобы задать начальную точку поворотной полосы.

а б

Рисунок 37 – Схемы поворотной полосы:

а – одиночной; б – множественной

3. Начинать движение по контуру поворотной полосы.

4. Инициировать кнопку , чтобы задать точку А направляющей линии. Если внутренняя схема представляет собой:

- а. линию А+, то линия уже задана;
- б. линию АВ, то продолжают движение вокруг поворотной полосы.

При завершении внутренней направляющей линии коснуться , чтобы задать точку В.

Если задается направляющая линия внутренней схемы, то вокруг начальной точки поворотной полосы появляется кружок с ее обозначением.

5. При завершении движения по поворотной полосе, выполняют одно из следующих действий:

- а. продвигаются вдоль оставшейся части поворотной полосы, пока не возвращаются в начальную точку, при въезде в круг начальной точки, движение по поворотной полосе будет завершено автоматически.
- б. проезжают часть поворотной полосы и затем касаются знака .

Поворотная полоса завершается прямой линией от положения

транспортного средства до начальной точки. Далее появляется направляющая линия поворотной полосы. При съезде транспортного

61

средства с поворотной полосы во внутреннюю область ее схема будет заполнена схемой направляющих линий (прямых АВ или А+).

#### FreeForm

Схему FreeForm используют для создания кривых и прямых линий с целью навигации на полях любой формы (рисунок 38).

#### Рисунок 38 – Схема движения типа FreeForm

На дисплее записывается точная траектория движения машины, применяемая для создания следующей направляющей линии.

Для выбора опции записи FreeForm необходимо на экране: выбрать Настройки, коснуться надписи Навигация, а затем – FreeForm; инициировать Ручная или Запись при покрытии.

#### Запись кривой FreeForm

1. Сначала подъезжают к начальной точке кривой FreeForm.
2. Затем, используя Ручную запись, касаются обозначения , выполняют Запись при покрытии, касаются либо .
- Пока дисплей записывает текущую траекторию, на экране навигации отображается .
3. Движение осуществляют вдоль кривой. Для записи прямолинейных участков можно воспользоваться функцией паузы.
4. С целью завершения записи выполняют одно из следующих действий:
5. если включено «Автоматическое обнаружение разворота», совершают крутой разворот;
  - а при Ручной записи касаются обозначения ;
  - б при использовании Записи при покрытии касаются или .

При использовании кривых FreeForm на полях с переменным рельефом начинают и завершают запись навигации на концах каждого прохода. Если две направляющие линии расположены близко друг к другу,

62

необходимо коснуться знака , чтобы переключиться на направляющую линию. В любой точке можно добавить прямую линию АВ для дублирования навигации по прямой.

При включении происходит переключение с прямой направляющей линии АВ на кривую FreeForm и обратно.

#### Система управления Trimble EZ-Guide 500

Trimble EZ-Guide 500 – цветной многофункциональный курсоуказатель, предназначенный для выполнения разнообразных работ в сельском хозяйстве. Основное его назначение – функционирование в составе автопилотов.

Устройство дисплея EZ-Guide 500 представлено на рисунках 39, 40.

а б

#### Рисунок 39 – Устройство дисплея

(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – функциональные клавиши; 2 – светодиоды (индикаторы курсоуказателя); 3 – рабочие клавиши; 4 – экран; 5 – разъем для подключения питания; 6 – порт для подключения навигационного контроллера автопилота; 7 – кнопка «отмена»; 8 – разъем USB; 9 – порт RS232; 10 – разъем для антенны; 11 – посадочное место для крепления Описание иконок, которые появляются на экране в процессе работы с левой и правой стороны экрана, представлено в таблице 15.

## Рисунок 40 – Дисплей Trimble EZ-Guide 500

1 – информационные сообщения, включая ошибки; 2 – обозначение отклонения от курса; 3 – обозначение скорости; 4 – иконки для выбора режимов работы; 5 – маркер (показывает текущее положение трактора на линии)

## Таблица 15 – Основные иконки для настройки системы

Значки левой стороны Значки правой стороны

Значки правой стороны,  
которые появляются при  
настройке навигации

значок назначение значение значение значение значение

получить

информацию

создать новую

загонку

определить

точку А

получить

подсказку

сдвинуть

трактор влево

определить

точку В

выключить

запись

траектории в

память

сдвинуть

трактор

вправо

начать

оконтурирование

поля

включить запись

траектории в

память

сдвинуть

линию АВ

завершить

оконтурирование

вернуться на

основной экран

вождения

увеличить

масштаб

остановить

запись в память

переместиться в

предыдущее

меню

пауза в работе продолжить

запись в память

отменить

изменения и

продолжить

навигацию

автопилот не  
готов  
64  
переместиться  
на одно меню  
выше  
Окончание таблицы 15  
вернется на  
предыдущий  
экран  
изменить вид  
отображения  
на экране  
автопилот готов  
увеличить  
масштаб  
изменить  
агрессивность  
автопилот  
работает  
уменьшить  
масштаб настройки

#### Управление системой

В начале работы при включении прибора необходимо выбрать правильную систему измерений (метрическую) – рисунок 21. Затем необходимо дождаться появления зеленого значка спутника в левом верхнем углу экрана.

#### Рисунок 41 – Выбор системы измерений

Иконка спутника красного цвета свидетельствует о том, что сигнал GPS отсутствует. Если после включения прошло более 15 мин и ситуация не изменяется, то причина может заключаться в наличии лесополосы, зданий, конструкций, которые являются препятствием для прохождения сигнала дифференциальной коррекции. В этом случае необходимо переехать на открытое место.

Желтый цвет иконки спутника подтверждает, что сигнал GPS есть, но точность передачи мала, поэтому необходимо подождать. Если иконка спутника зеленого цвета, то точность GPS достаточна для работы.

65

#### Начало работы

Автопилот свидетельствует о разрешении работы только, если точность сигнала со спутников достигает 100 %. Зафиксировать текущую точность можно, нажав дважды кнопку I. При этом на экране появится первая строчка GPS Source: Omni XP/HP. Во второй снизу строчке Convergence будет отображаться информация о текущей точности (рисунок 42).

#### Создание нового поля

С помощью кнопок или выбирают иконку . После нажатия кнопки подтверждения «OK», активируется меню – Create New Field (Создать новое поле). После этого нажимают кнопку (рисунок 43).

#### Рисунок 42 – Запуск системы Рисунок 43 – Создание нового поля

#### Выбор типа линии

С помощью перемещения выбирают строку меню Pattern Type.

Нажимают кнопку «OK» и попадают в меню – Pattern Type (Выбрать тип линии) – рисунок 44.

## Рисунок 44 – Выбор типа линии

### Выбор типа линии движения

Наиболее распространенный тип линии движения Straight AB – прямая линия AB или Headland – контур границ с внутренней линией AB. Это режим, при котором сначала обрабатываются края поля, а потом движение происходит по параллельным линиям (рисунок 24). На 66

следующем экране указывается, сколько раз будут обрабатываться края. Обычно этот параметр равен одному кругу (1 Circuit).

### Выбор ширины агрегата

С этой целью переходят по зеленой стрелке в меню с настройками агрегата – Implement Setup. С помощью кнопки переходят к пункту меню Implement Width (рисунок 45).

## Рисунок 45 – Выбор ширины агрегата

### Выбор перекрытия

С помощью кнопки воспроизводится меню Over-lap. Эта величина равна нулю, если в предыдущем пункте величина ширины агрегата выбрана меньше измеренной, т. е. уже с учетом перекрытия (рисунок 26).

### Выбор смещения

Если центр агрегата смещен относительно центра антенны (это проявляется, когда при движении в одну сторону перекрытие увеличивается по сравнению с заданным, а при возвратном наблюдается пропуск), то с помощью кнопок перемещения необходимо установить соответствующее смещение Вправо (Right) или Влево (Left), равное половине наблюдаемого перекрытия (рисунок 47).

## Рисунок 46 – Выбор перекрытия Рисунок 47 – Выбор смещения

### Выбор расстояния от антенны до сельскохозяйственной машины

Как правило, сельхозмашина агрегатируется с трактором, поэтому кнопками или устанавливают необходимый параметр (рисунок 28).

67

## Рисунок 48 – Выбор расстояния от антенны до сельскохозяйственной машины

### Рисунок 49 – Выбор точки А

### Навигация с установки первой линии

В зависимости от типа линии в правой части интерфейса появляется изображение – для режима Straight AB (прямая линия AB – рисунок 49). Нажимают кнопку «OK», когда трактор подъезжает к началу загона. Через 50 м на экране появляется точка активируют и затем включают автопилот .

Для выполнения режима Headland (оконтуривание поля) нажимают кнопку , когда трактор подъезжает к началу загона (рисунок 50). Далее необходимо начинать движение.

В процессе движения выбирают подходящее направление для создания линии AB внутри контура – отмечают точки , а затем – .

Далее продолжают движение по контуру до точки старта. Контур замкнется автоматически, или его можно замкнуть прямой линией, не доехая до точки старта с помощью иконки .

После этого необходимо подъехать к точке А, загрузить линию AB и выбрать режим автопилота. В этом случае доступно дополнительное информационное окно, содержащее информацию о текущем статусе автопилота (рисунок 51).

## Рисунок 50 – Выбор

### режима оконтуривания поля

## Рисунок 51 – Дополнительное информационное окно

## Система управления Trimble EZ-Guide 250

Система параллельного вождения EZ-Guide 250 используется при выполнении высокоточных сельскохозяйственных работ и для простых операций вождения. Внешний вид и органы управления EZ-Guide 250 представлены на рисунке 52. Курсоуказатель имеет функциональные клавиши I, II и III. С помощью рабочих клавиш и выбирают необходимую команду на экране, а с помощью кнопки «OK» – подтверждение действия. Маркер показывает текущее положение трактора на линии. Скорость движения трактора отображается в правом верхнем углу экрана, а отклонение от заданного курса – в левом углу (рисунок 53).

а б

### Рисунок 52 – Устройство дисплея EZ-Guide 250

(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – функциональные клавиши; 2 – светодиоды (индикаторы курсоуказателя); 3 – рабочие клавиши; 4 – экран; 5 – порт для подключения USB-устройства; 6 – порт питания и внешнего контроллера; 7 – разъем для антенны; 8 – посадочное место для крепления

### Рисунок 53 – Устройство дисплея

1 – отображение скорости движения; 2 – отображение отклонения агрегата от курса

69

Описание иконок, которые появляются на экране в процессе работы с левой и правой стороны экрана, представлено в таблице 16.

Перед началом работы, при включении прибора выбирают метрическую систему измерений (рисунок 54). Затем необходимо дождаться появления зеленого значка спутника в левом верхнем углу экрана. Красный цвет иконки спутника свидетельствует, что сигнал GPS отсутствует. Если после включения прошло более 15 мин и сигнал остается красным, то возможны следующие причины: отсутствует контакт в разъеме антенны, вокруг находятся здания или высокие деревья лесополосы, антenna закрыта каким-то предметом.

### Рисунок 54 – Выбор системы измерений

Желтый цвет иконки спутника подтверждает наличие сигнала GPS, но точность его мала, поэтому необходимо подождать. Если иконка спутника зеленого цвета, то точность сигнала GPS достаточна для работы.

Порядок действий на новом поле в режиме пользователя («расширенный»)

### Начало работы

Штекер питания необходимо воткнуть в прикуриватель. Нажимают кнопку I. Требуется некоторое время для поиска спутников. Текущую точность проверяют, нажав дважды кнопку I, при этом появится экран с первой строчкой Источник GPS: WAAS/Egnos (рисунок 55). В первой снизу строчке Возраст поправок будет отображено время приема сигнала. Начало работы возможно только при зеленом цвете значка спутника.

70

### Рисунок 55 – Новый запуск системы

### Рисунок 56 – Создание нового поля

### Создание нового поля

С помощью кнопок или выбирают иконку , расположенную в правом столбце верхнего поля дисплея. Нажимают кнопке «OK» (рисунок 56), в меню открывается Create New Field (Создать новое поле). Если поле создано, то появляется строчка Выбрать поле, и

можно выбрать предыдущее поле. Нажимают кнопку .

#### Подтверждение конфигурации

На этом экране можно задать имя клиента (обычно – текущий год), название хозяйства, поля и тип проводимых работ (рисунок 57).

Для этого с помощью кнопок и выбирают необходимый пункт и нажимают ОК, далее – создать новое (рисунок 58). Один раз заданные варианты сохраняются для последующего использования.

Кнопками II и III двигают курсор влево и вправо, а кнопками I – вверх и вниз кнопками I – вверх и вниз. Выбранную букву подтверждают кнопкой «OK». Неправильный символ можно стереть в нижнем ряду с помощью символа ←, слева от него – вставка пробела, справа – окончание набора имени и сохранение для последующего использования. В любой момент можно отменить создание нового имени с помощью кнопки I.

Переход к следующему экрану осуществляется после перемещения курсора к надписи следующий экран, при этом она будет зеленого цвета – следующий экран.

#### Выбор ширины агрегата

Кнопками I можно изменить ширину агрегата (ее размеры берут из паспортных данных или измеряют рулеткой). Если нажать и удерживать кнопку, то изменение чисел ускоряется: через 10 значений начинают меняться десятки, а через 50 – сотни (рисунок 59). После установки ширины агрегата нажимают кнопку – подтверждение.

#### Задание пропуска / перекрытия

Таким образом можно задать размеры допустимого перекрытия или требуемый пропуск между рядками (рисунок 60). Перекрытие 71

рекомендуется устанавливать около 20...30 см в зависимости от квалификации механизатора. Затем нажимают кнопку «OK».

#### Рисунок 57 – Подтверждение

конфигурации

#### Рисунок 58 – Создание

нового поля

#### Рисунок 59 – Выбор ширины

агрегата

#### Рисунок 60 – Выбор допустимого

перекрытия

#### Задание смещения оси вперед / назад

Задают расстояние от центра антенны до несущей оси прицепного агрегата (рисунок 61). Затем нажимают кнопку ОК.

#### Рисунок 61 – Задание

смещения оси вперед / назад

#### Рисунок 62 – Задание смещения

агрегата влево / вправо

#### Задание смещения агрегата влево / вправо

Если центр агрегата смещен относительно центра антенны (это проявляется, когда при движении по загонке в одну сторону размер 72

перекрытия увеличиваются по сравнению с заданными, а при возврате обратно наблюдается пропуск), то с помощью кнопок или необходимо установить соответствующее смещение Вправо (Right) или Влево (Left), равное половине наблюдаемого перекрытия (рисунок 62).

#### Выбор шаблона движения

Прямую АВ – движение по параллельным линиям, заданным двумя точками А и В, отмеченными механизмом (рисунок 63).

Выбор шаблона движения Прямую АВ – движение по параллельным

линиям, заданным двумя точками А и В, отмеченными mechanizatorm (рисунок 63).

Рисунок 63 – Выбор шаблона движения

А+ – движение по азимуту. Отмечают точку А и направление (по компасу либо по зафиксированной линии другого трактора или заданной на другом поле).

Идентичная кривая – не прямая линия между двумя точками А и В, заданными mechanizatorm. Требует за-полнения только первый проход, все остальные будут идентичны первому.

Адаптивная кривая – не прямая линия между двумя точками А и В, также заданными mechanizatorm. Каждый следующий проход совершают параллельно предыдущему с учетом изменений в текущем проходе.

Pivot – движение по окружности предполагает, что задается выезд с поля в центр.

Конец гона – сначала обрабатывают «край» поля (в меню задается количество «кругов» обработки), а внутрь работают по параллельным линиям. По завершению прохода кругов выделяют площадь поля внутри круга.

FreeForm – работа в полевых условиях, где невоз-можно выполнение других заданий.

Начало навигации с установки первой линии

73

Для режима Straight AB (прямая линия AB) Нажимают кнопку , когда трактор подъезжает к началу загонки. Начинают движение. Через 50м на экране появляется точка . Далее нажимают клавишу продолжают движение по прямой или до конца загонки, если не виден край поля, а затем – кнопку. Однако в этом случае первая линия будет, как правило, кривой и плохо стыковаться со второй загонкой. Тогда первую загонку отбивают холостой (без агрегата), а агрегат включают на обратном пути на той же линии.

Для режима Headland (конец гона)

Когда трактор подъезжает к началу загонки, нажимают кнопку и начинают движение.

В процессе движения выбирают подходящее направление для создания линии AB внутри контура – отмечают точку , а затем – , далее продолжают движение по контуру до точки старта. В этом случае контур замкнется автоматически. Его можно также замкнуть прямой линией, не доехая до точки старта, с помощью иконки .

После этого необходимо подъехать к точке А, загрузить линию AB и начать вождение. После замыкания контура (любым из способов) будет показана площадь текущего поля.

Настройка в режиме пользователя (режим «простой»)

Выбор режима пользователя

Данный режим переключается в меню Режим пользователя (рисунок 64). В режиме Простой оператору доступно минимальное количество настроек, и они чаще всего подтверждаются кнопкой.

Для смены режима пользователя наводят курсор на иконку и нажимают «OK». Стрелками выбирают необходимый режим и подтверждают его кнопкой.

Рисунок 64 – Выбор режима

пользователя Рисунок 65 – Выбор ширины агрегата

Начало работы

74

Кнопками или выбирают иконку , расположенную в правом столбце на верхнем поле экрана.

Нажимают кнопку «OK». Ширину агрегата изменяют кнопками

и (рисунок 45), нажимают кнопку .

Выбор пропуска / перекрытия

Этот режим изменяется кнопками или , при пе-реходе через «ноль» пропуск меняется на перекрытие и наоборот. Нажимают кнопку (рисунок 66).

Рисунок 66 – Выбор пропуска /

перекрытия

Рисунок 67 – Выбор расположения

агрегата

Выбор расположения агрегата

Это действие осуществляется кнопками или . Замер производится от середины антенны и лучше всего с помощью рулетки.

Измеряют расстояние от середины антенны до поворотной точки на сельскохозяйственной машине. Далее нажимают кнопку (рисунок 67).

Выбор смещения агрегата влево / вправо

Если сельскохозяйственная машина агрегатирована несимметрично трактору (технологически или случайно), то можно задать это смещение. При случайной несимметричности будут наблюдаться пропуски в одну сторону и перекрытия – в другую сторону. Если этого нет, то необходимо оставить «0 см» и нажать кнопку (рисунок 48).

Начало работы

Для начала работы необходимо установить трактор на поле в направлении движения по первому ряду (рисунок 69). В этом месте нажимают на кнопку ОК, появляется надпись внизу экрана – для отметки точки В проехать 50м. Необходимо проехать до конца ряда (не менее 50м) и нажать кнопку ОК (возможность отметить точку В появится через 50м). Вне зависимости от движения трактора между точками будет прямая

75

линия, поэтому рекомендуется нулевую (базовую) линию отбивать без работы агрегата, а включать его на обратном пути, по уже созданной линии.

Рисунок 68 – Выбор смещения влево / вправо

Рисунок 69 – Начало работы

В режиме Идентичная кривая запоминается любая траектория движения трактора (в том числе и непрямая), и трактор будет направляться относительно первой линии. В режиме Адаптивная кривая фиксируется каждый проход, и трактор движется относительно последнего прохода.

Функции картирования и панорамирования

Функции картирования и панорамирования (перемещения изображения поля по экрану) появляются только в режиме пользователя «расширенный» и после установления связи со спутниками (индикатор качества сигнала – зеленый). В настройке можно задать реакцию курсоуказателя на результаты картирования.

Выбор конфигурации

Для настройки реакции системы необходимо войти в Настройки, выбрать режим пользователя Расширенный и войти в меню

Картирование (рисунок 70). Для этого подводят стрелками вверх / вниз курсор до строчки Картирование и нажимают «OK».

Рисунок 70 – Выбор

конфигурации

Рисунок 71 – Выбор

отметки

Выбор отметки картирования

В меню доступны настройки реакции системы на от-метку типа

Точка, Линия или Площадь (рисунок 71). Под «точкой» понимается

76

точечный объект, имеющий сравнительно малые размеры: камень, дерево, столб и т. д. Под «линией» – протяженный объект, площадь которого не важна: забор, река, траншея и т. д. Под «площадью» понимается протяженный объект, площадь которого значительна: поле, болото в центре поля, группа деревьев, строение и т. д.

Выбор расстояния для предупреждения

Курсоуказатель может предупреждать механизатора о приближении к объекту за указанное количество метров (рисунок 72).

Рисунок 72 – Выбор

расстояния

Рисунок 73 – Создание

нового поля

Создание нового поля

Для выбора функции картирования необходимо создать новое поле.

Отметки картирования будут относиться к нему. При этом важно, чтобы качество приема GPS-сигнала было максимальным («спутник» горит зеленым цветом) – рисунок 73.

Выбор объектов картирования

После входа в меню картирования появится выбор объекта:

точечный, линейный и площадной (рисунок 54). Начало записи любого из них начинается внутри меню (необходимо навести курсор на нужную иконку, тогда только появится возможность начала и окончания записи). Выход из этого меню (отказ от картирования) – красная иконка сверху .

Для облегчения восприятия механизатору точечные объекты условно разделены на «камень», «цветок» и «дерево» (рисунок 75).

Предполагается, что «камень» – это маленький и низкий объект; «цветок» – это, к примеру, столбик над кабелем связи; а «дерево» – это дерево или небольшая группа деревьев.

77

Рисунок 74 – Выбор

объектов картирования

Рисунок 75 – Выбор

точечного объекта

После нажатия на кнопку «OK» на поле появляется точка с номером, и прибор готов к вводу следующей точки.

В меню площадного объекта осуществляют два варианта – либо площадь внутри контура будет учитываться (запись площади, например поля), либо она будет вычитаться (запись исключения, например болота или кустарника) – рисунок 76.

Рисунок 76 – Выбор

площадного объекта

Рисунок 77 –

Предупреждение системы

о приближении к объекту

После нанесения любого объекта на карту и приближения к нему на установленное в настройках расстояние на экране появится соответствующее предупреждение (рисунок 77).

В меню картирования может отобразиться новый

пункт «корзина» , с помощью которого можно удалить любой объект (точечный, линейный или площадной), возле которого находится транспортное средство (рисунок 78).

Выбор меню «панорама»

78

«Панорама» позволяет «окинуть взглядом сверху» поле (рисунок 59). В этом меню можно уменьшить или увеличить любую часть карты без привязки к положению трактора. Кнопка I предназначена для центрирования карты относительно текущей позиции, кнопки II и III – увеличения и уменьшения масштаба.

Рисунок 78 – Выбор

команды «корзина»

Рисунок 79 – Выбор меню

«панорама»

Система управления Raven Cruizer II

Система навигации Cruizer II расширяет ее возможности посредством простого в использовании сенсорного экрана. Кроме того, она моделирует работу радара выполнения для операций, в которых учитывается скорость движения, и передает дифференциальные данные GPS на другие контроллеры или в дополнительные системы. Система Cruizer II может применяться совместно со следующими системами:

- автоматические системы рулевого управления Raven SmarTrax или SmartSteer;
- модуль наклона Raven TM-1 для навигации с коррекцией наклона;
- системы Raven для автоматического управления секциями (такие как AccuBoom, SmartBoom, AccuRow и SmartRow).

На рисунке 80 представлен внешний вид дисплея Cruizer II.

79

а б

Рисунок 80 – Устройство дисплея

(а – вид спереди; б – вид сзади):

1 – кнопка питания; 2 – USB-порты; 3 – порт CAN; 4 – порты В и D; 5 – разъем питания; 6 – порты А и С; 7 – разъем для антенны; 8 – место кронштейна RAM

Перед началом работы выбирают язык и единицы измерения. После этого необходимо нажать кнопку Далее, чтобы подтвердить отображаемые настройки и перейти к экрану Width Setup (Настройка ширины). При помощи экранной клавиатуры вводят общую ширину навесного оборудования или штанги в единицах, выбранных на предыдущем экране. После этого необходимо нажать кнопку Далее, чтобы подтвердить отображаемое выбранное значение, и переходят к экрану Положение антенны (рисунок 81).

Для завершения процесса настройки нажимают кнопку

Главный экран, чтобы вернуться к главному экрану. Текущая версия микропрограммы, загруженной в консоль, отображается в правом верхнем углу окна Главный экран (рисунок 82).

Основные значки главного экрана показаны в таблице 16.

Управление системой

Запуск нового задания, в окне Главного экрана нажимают кнопку Запуск задания.

80

Рисунок 81 – Отображение

положения антенны:

1 – отображение текущего положения антенны; 2 – текущие единицы измерения; 3 – текущие значения смещения; 4 – выбор расположения штанги / навесного оборудования

Рисунок 82 – Отображение

главного экрана

Для того чтобы начать новое задание с чистой картой покрытия, необходимо выбрать параметр Новое задание и нажать кнопку Далее для продолжения. На дисплее отображаются следующие параметры схемы навигации:

Режим Прямая (A-B) – позволяет оператору выбрать начальную A и конечную B точки или курсовой угол, по которому система строит прямолинейный маршрут навигации. Последующие маршруты навигации будут параллельны первоначальной линии A-B.

По кругу – позволяет оператору задать точки A и B, по которым система выстраивает круговой маршрут навигации. В режиме По кругу система создает маршруты навигации, начиная с внешнего края к центру с шагом заданной величины.

Заданная траектория – позволяет оператору записывать неправильную кривую линейную траекторию A-B. Последующие маршруты навигации будут создаваться на основе этой начальной траектории.

81

Таблица 16 – Основные иконки главного экрана

Значок	Назначение	Значок	Назначение
--------	------------	--------	------------

Запуск нового задания

или возврат к экрану

навигации в случае

уже выполняемого

задания

DGPS в норме

Доступ к Меню

Инструменты

Выполняется инициализация GPS (мигает желтым / красным)

Отключение питания консоли

В системе возникло

условие создания

предупреждения

DGPS

Завершение открытого задания

Позиционирование

DGPS недоступно

Значок системы

рулевого управления

Значок устройства

внесения удобрений

или сейлки

Экран навигации

Схему навигации выбирают в наибольшей степени подходящую для поля и выполняемой операции. Когда схема навигации выбрана, отображается окно Экран навигации.

В окне Экран навигации отображается следующая информация (рисунок 83):

82

Рисунок 83 – Экран навигации

1 – области Скорость или Курс относительно Земли; 2 – расстояние до маршрута (отображается расстояние и направление от машины до отображаемого маршрута навигации); 3 – обработанная площадь; 4 –

значки заданных точек А или В, номер полосы или режим Последний проход; 5 – журнал покрытия.

83

## СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

DOP (от англ. Dilution of Precision — «снижение точности») или GDOP (от англ. Geometric Dilution of Precision — «геометрическое снижение точности») — термин, применяемый в области GPS для параметрического описания геометрического взаиморасположения спутников относительно антенны приёмника. В случае, когда спутники находятся слишком близко друг к другу в области видимости, говорят о «слабой» геометрии расположения (высоком значении DOP), и, наоборот, при достаточной удалённости геометрию считают «сильной» (низкое значение DOP). Термин может применяться не только в спутниковом позиционировании, но и в других системах локации, включающим другие, географически разнесённые станции.

E-Dif — запатентованная технология вычисления поправок, которая в течение 10 минут анализирует текущее состояние спутников GPS в данной точке, где работает трактор, строит так называемую «виртуальную базовую станцию» и относительно нее выдает корректирующие поправки. Эти поправки действуют в течение 2-3 часов. Системы, работающие на базе e-Dif, хорошо себя зарекомендовали в России, они обеспечивают точность вождения 15-30 см (междурядья).

EGNOS (Европейская геостационарная служба навигационного покрытия) — первая общеевропейская система спутниковой навигации, аналог американской системы WAAS. EGNOS создана с целью улучшения работы систем GPS, ГЛОНАСС и Galileo на территории Европы. Зона действия EGNOS распространяется на всю Европу, север Африки и небольшую европейскую часть России. Использование данного типа поправки позволяет достигать точности до 1,5 метров. Система EGNOS пока не имеет наземных станций в России, что означает невозможность применения системы на большей части территории страны.

Glide/ClearPath — запатентованная технология вычисления поправок, в которой используется программа, объединяющая определение местоположения по коду сигнала GPS на частоте L1 и результаты измерения фазы сигнала L1 и гарантирующая тем самым высококачественное GPS-позиционирование. Использование технологии ClearPath уменьшает количество скачков при позиционировании, а также обеспечивает хорошую точность от прохода к проходу, которая необходима при выполнении большинства сельскохозяйственных работ с применением GPS. Производителем заявлена точность 25 см в течение 15

84

минут. На практике, так же, как и в e-Dif, данный тип поправки обеспечивает очень гладкую траекторию в течение длительного времени. GPS/ГЛОНАСС — одновременная поддержка прибором двух типов спутниковых систем навигации: GPS и ГЛОНАСС. GPS (Глобальная система позиционирования) — это спутниковая система навигации, разработанная Министерством обороны США. Позволяет определить местоположение и скорость объекта в любой точке земного шара.

ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система) — спутниковая система, разработанная по заказу Министерства обороны СССР. Принцип измерения аналогичен американской системе навигации GPS.

OmniSTAR (Омнистар) — платный тип поправок. OmniSTAR предлагает три уровня DGPS поправок: VBS, HP и XP. Поправка OmniSTAR VBS обеспечивает точность прохождения параллельных рядов  $\pm 20$  см, стабильна во времени, после включения аппаратуры не требуется

ожидание набора точности. Поправка OmniSTAR HP/XP — это, по сути, две разновидности одной поправки. OmniSTAR HP действует только на европейской части России, с точностью 5-10 см, а OmniSTAR XP — на остальной территории России, обеспечивая точность от 8 до 12 см. Кроме этого, дифференциальные поправки OmniSTAR делятся на группы по величине охвата территории. Существует локальный сервис (так называемая сельскохозяйственная лицензия), действующий в радиусе 100 км от точки, указанной пользователем, и региональный — действующий в радиусе примерно 500 км.

OnPath — запатентованная технология вычисления поправок на базе специального математического фильтра, который определяет и исправляет внезапные броски текущих координат, увеличивая точность. При работе со встроенной коррекцией GPS-координат OnPath производителем гарантируется точность не хуже 40 см в течение 15-20 минут.

StarFire (Старфайр) — фирменная спутниковая система передачи дифпоправок компании John Deere представлена бесплатной поправкой SF1 которая обеспечивает точность в пределах 23 см. и платной поправкой SF2 обеспечивающей точность в пределах 5 см.

Автопилот гидравлический — система автоматического подруливания при обработке полей. Установка данного типа автопилотов осуществляется путем встраивания в гидравлическую систему трактора или комбайна. Преимущество автопилотов заключается в особо точном вождении — до 2,5 см.

85

Автопилот электрический — тип системы автоматического подруливания, который соединяется с системами самого трактора через CAN-шину и через нее передает управляющие сигналы на агрегаты. Для установки электрического автопилота трактор должен быть оборудован такими агрегатами, CAN-шиной и соответствующим программным обеспечением. При использовании автопилотов перекрытия и ограхи при севе или обработке растений снижаются до нескольких сантиметров. В результате повышается скорость обработки полей (автопилоты поддерживают работу на скоростях до 30 км/ч), снижаются затраты семян, удобрений, фунгицидов, гербицидов, горючего и т. д.

Агрессивность/Чувствительность автопилота — время реакции системы автопилотирования трактора на уход антенны (то есть машины, что в данном случае одно и то же) с заданного курса. Чем выше чувствительность, тем быстрее и резче реакция, в предельном случае возможна тряска. Однако при малых значениях чувствительности реакция автопилота будет «вязкой», что иногда даёт неудовлетворительные результаты, особенно в режиме «параллельных прямых А–Б», когда важно «не навилять» и сделать загонки прямыми без пропусков и перекрытий.

Настройки чувствительности индивидуальны для каждой машины и зависят от марки и модели трактора, типа навесного оборудования, погодных условий, допуска по межрядовому перекрытию.

Базовая линия/линия «А–Б» — первая «эталонная» линия, которая устанавливается в память системы параллельного вождения или автопилота фиксированием точки А в начале рядка и, после перемещения машины в конец этого же рядка, фиксированием точки Б. Линия А–Б служит для прокладки маршрута системы параллельного вождения и автопилота — после фиксации точки Б система параллельного вождения или автопилот «проложит маршрут» — отобразят на дисплее системы параллельные базовой А–Б прямые или кривые линии с заданной шириной захвата орудия. Также дисплей покажет положение машины и номер рядка, на которой она находится (справа от базовой линии размерность номера загонки имеет вид «1, 2, 3, 4...», слева — «-1, -2, -3, -4...»).

Параллельные линии «откладываются» с заранее введённым в настройки системы расстоянием, которое равно ширине захвата орудия или прицепного агрегата. Таким образом, при движении по маршруту система параллельного вождения подсказывает направление вращения руля с тем, чтобы ровно вести машину по рядку, а автопилот «подруливает» самостоятельно. Поэтому обработка поля получается без пропусков и

86

перекрытий и определяется, в основном, точностью позиционирования имеющегося GPS/GLONASS-приёмника.

Базовая станция RTK (от англ. Real Time Kinematic — «движение в реальном времени») — специальный спутниковый приёмник, совмещённый с радиомодемом, и предназначенный для уменьшения погрешности спутникового позиционирования GPS/GLONASS, вплоть до 1 см и лучше, путём вычисления и передачи корректирующего сигнала, который принимают специальные абонентские GPS/GLONASS-приёмники и автопилоты (называемые также «роверы»).

Вешкование базовой линии — установка на местности специальных маркеров-вешек, чтобы иметь возможность от года к году проезжать по одним и тем же рядкам. Такая потребность обычно связана с агротехнологиями, применяемыми в данном хозяйстве.

Высокочастотный кабель — специальный кабель, также называемый «коаксиальный» или «коаксиал», состоящий из соосно размещённых в одной оболочке центрального проводника и экрана-оплётки. Этот кабель предназначен для передачи высокочастотных сигналов, обычно от антенны к приёмнику. В связи с этим его иногда называют просто «антенным кабелем». Повреждение оплётки или кабеля может послужить причиной пропадания сигнала GPS/GLONASS на приёмнике.

Датчик расхода топлива определяет количество топлива, израсходованного двигателем транспортного средства. Это — наиболее точный вид датчиков, используемых в системах мониторинга

транспортных средств, а также в системах контроля расхода топлива.

Датчик урожайности — это устройство, которое устанавливается на комбайны и позволяет определять урожайность зерна с единицы площади, с привязкой к местности и с учётом влажности зерна. В состав датчика урожайности входит GPS-приёмник, оптический датчик объёма и датчик определения влажности. Применение датчиков урожайности позволяет создавать электронные карты урожайности, которые в свою очередь позволяют оптимизировать расходы на удобрения и повысить урожайность.

Динамическая точность — термин, определяющий точность между смежными точками в ограниченный период времени. Понятие динамической точности обычно используется при эксплуатации систем параллельного вождения без дифпоправок, на базе встроенных алгоритмов усреднения координат (e-Dif, GL1DE, OnPath и др.). При этом

87

производитель навигационного оборудования заявляет о том, что точность определения смежных точек составляет, например, 25 см на протяжении двадцати минут при условии обзора 95% горизонта.

Дифференциальная коррекция/поправка — это данные, поступающие на GPS-приёмник, с целью повышения точности определения местоположения объекта. Использование дифференциальной поправки (дифпоправки) позволяет уменьшить степень погрешности в приёме сигнала, поступающего со спутника на GPS-приёмник.

Существуют два класса дифпоправок: бесплатные поправки и платный сервис, предоставляемый по подписке.

Дифференциальный сервис — услуга по предоставлению

дифференциальной поправки, обеспечивающая получение дополнительных данных, уточняющих местоположение GPS-приёмника.

Дифференцированное внесение — процесс внесения жидких и твердых удобрений и ядохимикатов по полю, в соответствии с технологической картой, с целью уменьшения расхода удобрений и увеличения урожайности.

Зона разворота — расстояние на плоскости необходимое для разворота транспортного средства на 180° в т.ч. с прицепным устройством. Также зоной разворота в земледелии называют полосу по периметру поля, на которой разворачивается техника при выполнении обработки.

Инклинометр/Компенсатор угла — прибор, предназначенный для измерения угла наклона различных объектов, относительно гравитационного поля Земли. Помимо собственно величины угла наклона может измеряться его направление — азимут. В точном земледелии инклинометр используется для устранения помех вождения транспортных средств оснащённых системой автопилотирования на наклонных поверхностях.

Карта агрохимобследования — карта поля, на которой отображаются данные о содержании питательных веществ и химических элементов в почве по результатам отбора проб почвы с последующим их лабораторным анализом. Карты агрохимобследования позволяют оптимизировать затраты на удобрения и при использовании технологий дифвнесения добиться максимальной урожайности.

Карта урожайности — карта поля, на которую наносится информация об урожайности в каждой конкретной точке. Карта урожайности создаются на основании данных полученных с датчиков

88

урожайности установленных на комбайнах. Картирование урожайности является альтернативой или дополнением к технологии агрохимобследования и позволяет снизить затраты и повысить урожайность за счёт оптимизации внесения удобрений.

Курсоуказатель (система параллельного вождения) — устройство, предназначенное для повышения точности выполнения сельскохозяйственных работ. Курсоуказатели позволяют работать без ограждений и перекрытий, помогают снизить затраты на топливо и сигнальщиков. Использование курсоуказателей способствует снижению утомляемости водителя, что существенно повышает качество сельскохозяйственных работ.

Маркеры — элементы почвообрабатывающего оборудования которые нарезают след на почве для того чтобы механизатор мог визуально ориентироваться при обработке смежных рядов. На бесконтактном оборудовании, например на опрыскивателях могут устанавливаться пенные маркеры которые помечают край прохождения штанги опрыскивателя хлопьями пены (технология неприменима в ветреную погоду и ночь). Технология использования маркеров теряет свою актуальность при современном развитии технологий спутниковой навигации и автопилотирования.

Межрядовые перекрытия — зона повторной обработки при возделывании смежных рядов. Межрядовые перекрытия могут быть минимизированы или сведены к нулю при использовании систем параллельного вождения или автопилотирования.

Минимальная обработка — по технологии минимальной обработки почвы вспашка заменяется на неглубокую культивацию. Органический материал (перегной, компост, удобрения из листьев и грибов, старой соломы и т. д.) добавляется в почву на глубину 5-10 сантиметров, где дальше образованию питательных веществ помогают черви, насекомые и

микроорганизмы. Черви роют туннели, через которые кислород и вода поступает к корням (аэрация и дренаж), а их выделения слепляют мелкие частицы почвы. Эта природная биосфера хорошо сохраняется, и однолетние растения питаются от верхнего плодородного слоя.

Мониторинг погоды — технология применения информации о погоде в защите урожая. Комбинация измерений погодных условий с научными данными об условиях, при которых развиваются заболевания, позволяет обеспечить защиту наиболее важных культур от большинства

89

заболеваний, благодаря чему урожайность остается высокой, а уровень потерь сводится к минимуму.

Нулевая обработка — современная система земледелия, при которой почва не обрабатывается, а ее поверхность укрывается специально измельчёнными остатками растений — мульчей. Поскольку верхний слой почвы не рыхлится, такая система земледелия предотвращает водную и ветровую эрозию почвы, а также значительно лучше сохраняет воду.

Нулевая обработка почвы — современная сложная система земледелия, которая требует специальной техники и соблюдения технологий и отнюдь не сводится к простому отказу от пахоты.

Обмер полей — современные технологии спутниковой навигации позволяют выполнять построение и корректировку точных карт сельскохозяйственных полей, а также определять физические границы и площадь обработанной части поля по данным GPS измерений с погрешностью не более 0,5%.

Параллельное вождение/слежение — технология точного земледелия на основе спутниковой навигации, которая позволяет минимизировать нахлёсты и пропуски при обработке параллельных (смежных) рядов по прямолинейной или изогнутой траектории. Технология базируется на запоминании системой параллельного вождения базовой линии или предыдущей загонки обработанной орудием на поле с последующим повторением записанной траектории с учётом ширины захвата орудия.

Подруливающее устройство предназначено для автоматического вождения сельскохозяйственной техники по сигналам, поступающим от системы параллельного вождения. Точность вождения — от 5 до 20 см, в зависимости от типа дифпоправки, используемой в GPS-приёмнике.

Простота монтажа является дополнительным преимуществом подруливающих устройств.

Помехи сигналам GPS/ГЛОНАСС. Общим недостатком использования любой радионавигационной системы является то, что при определённых условиях сигнал может не доходить до приёмника, или приходить со значительными искажениями или задержками. Например, практически невозможно определить своё точное местонахождение в глубине квартиры внутри железобетонного здания, в подвале или в тоннеле даже профессиональными геодезическими приемниками. Так как рабочая частота GPS лежит в дециметровом диапазоне радиоволн, уровень приёма сигнала от спутников может серьёзно ухудшиться под плотной листвой деревьев или из-за очень большой облачности. Нормальному

90

приёму сигналов GPS могут повредить помехи от многих наземных радиоисточников, а также (в редких случаях) от магнитных бурь.

Пробоотборник почвенный — может быть ручным или автоматизированным. Современные автоматизированные пробоотборники предназначены в основном для установки на автомобили с кузовом (пикапы), прицепы или квадроциклы, имеют возможность брать пробы грунта на горизонтах от 15 до 120 см. При использовании совместно с GPS приёмником и специальным программным обеспечением позволяют

создавать карты для дифвнесения удобрений.

Программное обеспечение для точного земледелия — это компьютерные программы для управления растениеводством на каждом квадратном метре поля для получения максимальной прибыли при экономии хозяйственных и природных ресурсов. Для этого необходимы современная сельскохозяйственная техника, управляемая бортовым компьютером, приборы точного позиционирования на местности, технические системы, выявляющие неоднородность поля, системы автоматического учета урожая, системы точного управляемого дозирования вносимых веществ.

Референциальная станция широкозонная — также может называться базовая станция RTK. Данное устройство позволяет получать точность позиционирования 2-3 см. в радиусе 40 км. от собственного местонахождения. Референциальная станция широкозонная размещается стационарно, вычисляет с высокой точностью своё местоположение, а затем по сети GPRS или по радиоканалу передаёт поправки на движущийся объект. Использование базовой станции RTK позволяет устранить влияние помех воздействующих на прохождение GPS/GLONASS сигнала и добиться высокой точности определения координат движущихся объектов.

Статическая точность — также может называться абсолютной точностью. Данное понятие определяет величину отклонения определения координат неподвижного GPS/GLONASS приёмника с течением времени. Без использования DGPS поправок статическая точность односистемных GPS или GLONASS приёмников составляет 6-8 метров, двухсистемные GPS/GLONASS приёмники по состоянию на 2013 год обладают статической точностью 3-6 метров.

Система дифференцированного внесения азотных удобрений в режиме реального времени предназначена для оценки состояния посевов в процессе движения трактора и определения количества азота или иного 91

вещества, необходимого для внесения в данной точке. С использованием системы осуществляется переход от равномерного расхода дорогостоящих удобрений к их дифференциированному внесению, исходя из реальной потребности. Оптические датчики (например, GreenSeeker, Yara или GropCircle) измеряют световой поток, отраженный от растений в инфракрасной и красной зонах спектра, а затем определяют содержание хлорофилла в листьях. На основании этих данных, а также данных о сорте и фенофазе растений определяется и сразу же вносится необходимая, локальная доза азотных удобрений. Технология дифференциированного внесения удобрений помогает обеспечить большую экономию азотных удобрений и фунгицидов при сильном заражении поля, а также повышение эффективности действия внесенных веществ.

Точное земледелие — это современное направление в растениеводстве, которое учитывает разнородность почвы и посевов в пределах одного поля.

Точный высев — технология посева с использованием программно-аппаратных посевных комплексов способных обеспечивать заданные условия посева по расстоянию между семенами, рядами, а также по плотности (количеству) семян на гектар. При использовании технологии Strip-till, посевной комплекс точного высева, также должен обеспечивать точность внесения семян по заранее нарезанным бороздам с удобрениями в пределах 5 см.

Удалённый мониторинг подвижных объектов — это автоматический комплекс, состоящий из бортового контроллера и набора датчиков, устанавливаемых на подвижный объект, а также программного

обеспечения, устанавливаемого на компьютер, с которого будет производиться слежение за объектом в режиме реального времени. Ширина захвата — эффективная ширина обработки площади поля за один проход техники.

Электронная карта полей — основа для работы по технологиям точного земледелия. Это мощный инструмент для эффективного управления и экономического планирования процесса агропроизводства в руках управляющих и владельцев агропредприятий, а также незаменимый помощник для агрономов.

Электронная космокарта полей — электронная карта полей, которая использует отображение всех полевых данных на фоне спутникового снимка поверхности Земли.

92

## ЛИТЕРАТУРА

1. Системы параллельного вождения / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 72с.
2. Польшакова Н. В. Навигационные системы для сельскохозяйственной техники // Молодой ученый. — 2014. — №4. — С. 432-434.
3. Система параллельного вождения. URL:<http://agro.paracelspr.ru/archive/23/555> (20.08.2016).
4. Навигационные технологии в сельском хозяйстве / В. И. Балабанов, А. И. Беленков, Е. В. Березовский, В. В. Егоров, С. В. Железова // Нивы Зауралья. – 2015. - №7 (129). – С. 47-52.
5. Полевые компьютеры / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 26с.
6. Основные элементы системы точного земледелия / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 39с.
7. Интеллектуальные технические средства в сельском хозяйстве / Е. В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 42с.
8. Картирование урожайности / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 13с.
9. Ключков А. В., Маркевич А. Е. Возможности применения курсоуказателей с системой GPS [Электронный ресурс]: Белорусское сельское хозяйство. Ежемесячный научно-практический электронный журнал. – 2016. - №3 (115). – С. 2-12. <http://agriculture.by> (25.08.2016)
10. Система параллельного вождения. URL:<http://agro.paracelspr.ru/archive/23/555> (30.06.2016).
11. Агрохимический анализ почв / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 11с.
12. Математические основы специальности: Учебн. для вузов/ В. П. Кожухов, В. М. Жухлин, В. А. Логиновский, А. Н. Лукин, В. Т. Кондрашихин. М.: Транспорт, 1993. 200 с.
13. Дифференцированные технологии / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 44с.
14. Сенсорика / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 33с.
15. Система параллельного вождения. <http://ecorazum.com/about/parallelnoe-vojdenie-navigator-dlya-s-h.php> (20.08.2016).
16. Использование систем точного земледелия ведущими производителями сельскохозяйственной техники / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 76с.
17. Опыт применения систем точного земледелия / Е.В. Труфляк. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 22 с.

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).**

*11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения*

1. Kaspersky Total Security - Антивирус
2. Microsoft Windows Server STDCORE AllLngLicense/Software AssurancePack Academic OLV 16Licenses LevelE AdditionalProduct CoreLic 1Year - Серверная операционная система

*11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства*

1. Kaspersky Total Security - Антивирус

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Номер аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения занятий всех типов (в т.ч. лекционного, семинарского, практической подготовки обучающихся), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	224/ИТ Ф 205/3/И ТФ 205/5/И ТФ	Оснащено: 88 посадочных мест, персональный компьютер - 1шт, интерактивная доска SMARTBoard – 1 шт., проектор – 1 шт., учебно-методические пособия, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета, оборудования для проведения исследовательской работы  Интерактивная доска Плазменная ТВ панель - 1 шт., компьютер преподавательский- 1шт, компьютер - 14 шт, комплект электронных плакатов по начертательной геометрии, по инженерной графике, по технической механике, электронный учебник по начертательной геометрии  Оснащено: 24 посадочных мест, компьютер - 1 шт, телевизор-1шт. Стенд-тренажер "Борона дисковая навесная", Стенд-планшет «Рабочие органы плугов»
2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, подтверждающее наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования		

		130	Специализированная мебель на 100 посадочных мест, персональные компьютеры – 56 шт., телевизор – 1шт., принтер – 1шт., цветной принтер – 1шт., копировальный аппарат – 1шт., сканер – 1шт., Wi-Fi оборудование, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, выход в корпоративную сеть университета.
--	--	-----	---

### **13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

Рабочая программа дисциплины «Системы точного земледелия» составлена на основе Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 916).

Автор (ы)

Геннадьевич \_\_\_\_\_ доц. , кандидат технических наук Шматко Геннадий

Рецензенты

Викторович \_\_\_\_\_ доцент , кандидат технических наук Захарин Антон

Владимирович \_\_\_\_\_ доцент , кандидат технических наук Павлюк Роман

Рабочая программа дисциплины «Системы точного земледелия» рассмотрена на заседании Базовая кафедра машин и технологий в АПК протокол № 11 от 04.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ Грицай Дмитрий Иванович

Рабочая программа дисциплины «Системы точного земледелия» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Институт механики и энергетики протокол № 7 от 17.03.2025 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Руководитель ОП \_\_\_\_\_