Техническое задание к выполнению модуля А

**Планирование агротехнических мероприятий на возделываемом с/х поле**

*Время выполнения модуля: 2 часа 35 минут*

Целью задания является разработка плана агротехнических мероприятий с целью улучшения условий произрастания с/х культур: картофель, сахарная свекла, подсолнечник и плодово-ягодные насаждения. Необходимо определить тип почвы. Характеристика и химический состав объекта исследования представлен в Приложении 1, фото разреза в Приложении 1.1.

Область работ представляет собой 4 участка, разделенных на пробные площади по 1 га, а также территория с прилегающей инфраструктурой. Схема пробных площадей в границах участков, их нумерация и произрастающие с/х культуры на пробных площадях представлена в Приложении 2.

В результате обследования территории была получена карта индексов вегетации (Приложение 3), по которой необходимо определить номера пробных площадей, подлежащих обработке химическими веществами. Необходимо провести подбор средств защиты растений для обработки с/х культур и разработать схему внесения химикатов (перечень пробных площадей, подвергаемых обработке, выбранный химикат и его дозировка). Для подбора химикатов руководствоваться данными, представленными в Приложении 4 и каталогом (Приложение 4.1).

В геоинформационной системе производится создание карты-схемы зон обработки в масштабе 1:5000 с указанием зон обработки территории агроботом и беспилотным воздушным судном (агродроном), определяются площади участков (в га, допустимая погрешность – 3%), подлежащих обработке химическими веществами, указываются номера ПП на отмеченных зонах. Необходимо нанести на карту-схему поворотные точки зон, которые подлежат обработке наземным и воздушным беспилотными аппаратами.

Цветовое оформление полигонов и контрольных (поворотных) точек, характеризующих площадные объекты на территории, принимается в соответствии с параметрами, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры цветового оформления векторных объектов (полилиний, полигонов, точек) на тематической карте (для ГИС Аксиома)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Объекты на территории | Параметры цветового оформления |
| *Площадные* | | |
| 1 | Зоны обработки наземным агроботом | Тон: 58 Насыщенность: 90  Яркость: 170  Красный: 170  Зеленый: 168  Синий: 110 |
| 2 | Зоны обработки беспилотным воздушным судном (агродроном) | Тон: 176 Насыщенность: 120  Яркость: 170  Красный: 90  Зеленый: 170  Синий: 165 |
| *Контрольные (поворотные) точки* | | |
| 1 | Контрольные (поворотные) точки полигонов, отображающих зоны обработки | Тон: 15  Насыщенность: 229  Яркость: 245  Красный: 245  Зеленый: 80  Синий: 25 |

Формируется отчет карты в геоинформационной системе с указанием названия карты-схемы, зон внесения химических веществ различными типами техники, их площадь в га и номера ПП, масштаб карты, масштабная линейка.

Результатом выполненного задания является сформированный отчет в ГИС, карта-схема, экспортированная в формате .jpeg и отчет в текстовом документе в формате .docx/.doc, содержащий в себе следующую информацию в табличной форме: тип почвы, критерии описания почв, номера полей отводимых под обработку, вносимые химические вещества, объем и дозировка химических веществ (дозировка вещества на 1 га и объем необходимый для обработки), способ внесения химических веществ (распределить зоны внесения между наземным агроботом и беспилотным воздушным судном (агродроном)), координаты поворотных точек в градусах, карта-схема зон обработки (результат формирования карты-схемы в геоинформационной системе). Информация в отчете должна быть структурирована и логически выстроена. Пример таблицы для формирования отчета в приложении 5.

Все созданные документы и файлы должны содержать в имени № рабочего места конкурсанта (например, «Отчет 1 рабочее место», «Карта-схема зон обработки 1 рабочее место») и помещены в папку конкурсанта на рабочем столе. Имя папки конкурсанта «\_\_\_ рабочее место» (например, «1 рабочее место»).

Приложение 1

Данный тип почв приурочен к северной части степной зоны с семиаридным климатом. Они формируются на лёссах и лёссовидных суглинках или элюводелювии коренных пород, преимущественно глинисто-суглинистого состава, под разнотравно-дерновиннозлаковыми северными (настоящими) степями. В настоящих степях по сравнению с луговыми в составе растительности снижается количество разнотравья и корневищных злаков и относительно увеличивается количество корней по сравнению с надземной частью растений. Водный режим непромывной, сквозное или глубокое промачивание в этих почвах бывает очень редко.

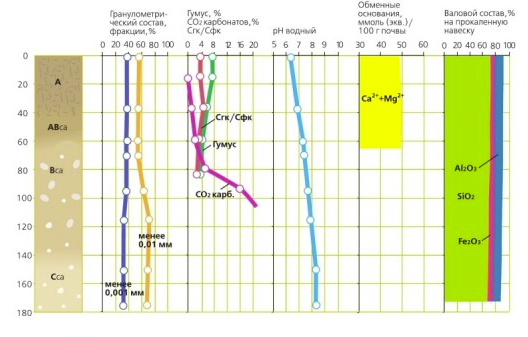
Данный тип почв имеет хорошо выраженный гумусовый горизонт темно-серого или черного цвета отчетливой зернистой или зернисто-комковатой структуры. Мощность прокрашенной гумусом толщи (А+АВса) обычно 40-80 см. Нижняя граница гумусового горизонта может иметь различный вид. В отличии от постепенного ослабления темной гумусовой окраски в почвах европейской части ареала, в Западной Сибири граница гумусового горизонта данных почв имеет языковатую или карманистую форму. Карбонатные выделения появляются несколько ниже линии вскипания в виде редкого псевдомицелия или неясных пропиточных пятен, их максимум в форме белоглазки сосредоточен в горизонте Вса.

Обыкновенные данные почвы близки по свойствам к типичным, но процесс гумусонакопления в них ослаблен, содержание гумуса быстро падает с глубиной. Гумусовый горизонт, с содержанием гумуса 5-8% при тяжелом гранулометрическом составе и 4-5% - при легком, характеризуется прекрасной макро- и микроструктурой. Распределение по профилю илистой фракции, полуторных оксидов и кремнезема равномерное. Хорошо выраженная водопрочная структура обусловливает благоприятный водно-воздушный режим.

Данные почвы характеризуются высоким естественным плодородием, их распаханность очень высокая (в отдельных регионах до 60 – 70%). Основное направление сельского хозяйства на этих почвах – зерновое (яровая и озимая пшеница, кукуруза). Значительные площади занимают технические культуры (сахарная свекла, табак, подсолнечник). В пахотных почвах широко распространены водная и ветровая эрозия, дегумификация, переуплотнение. Для получения высоких урожаев эффективно совместное внесение минеральных и органических удобрений.

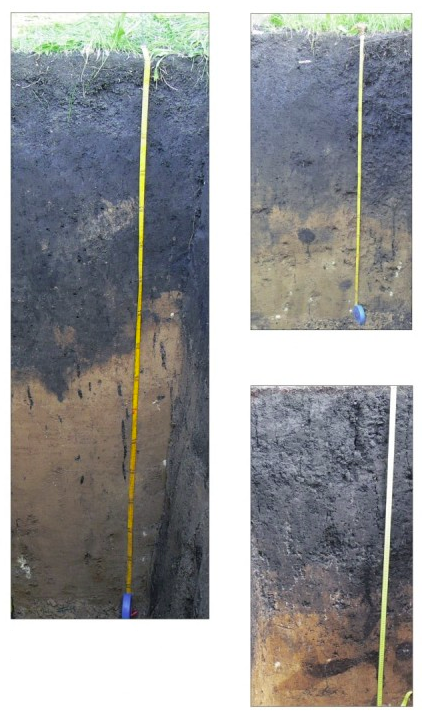
График 1 – Физико-химические свойства и запас гумуса в исследуемом поле



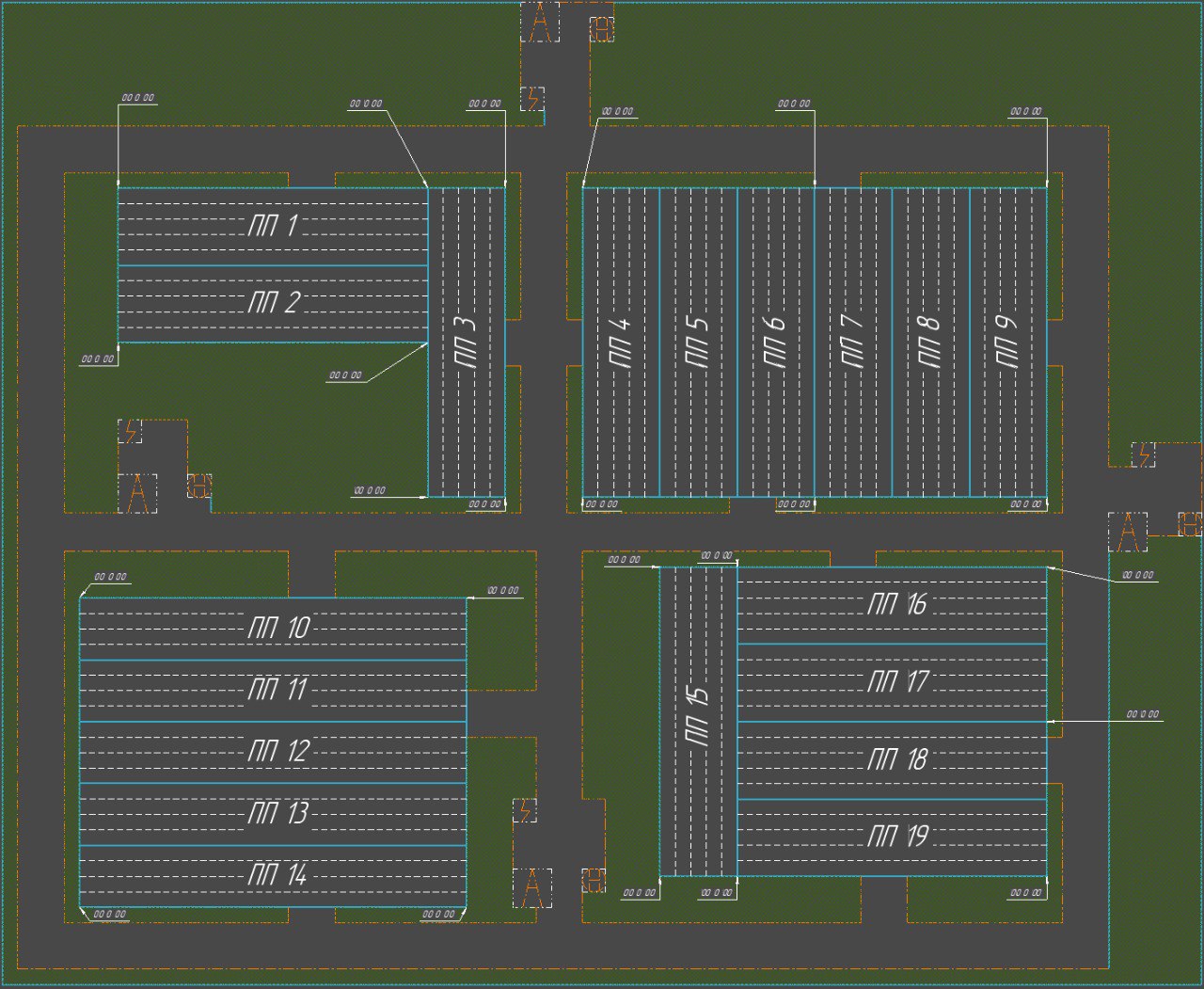


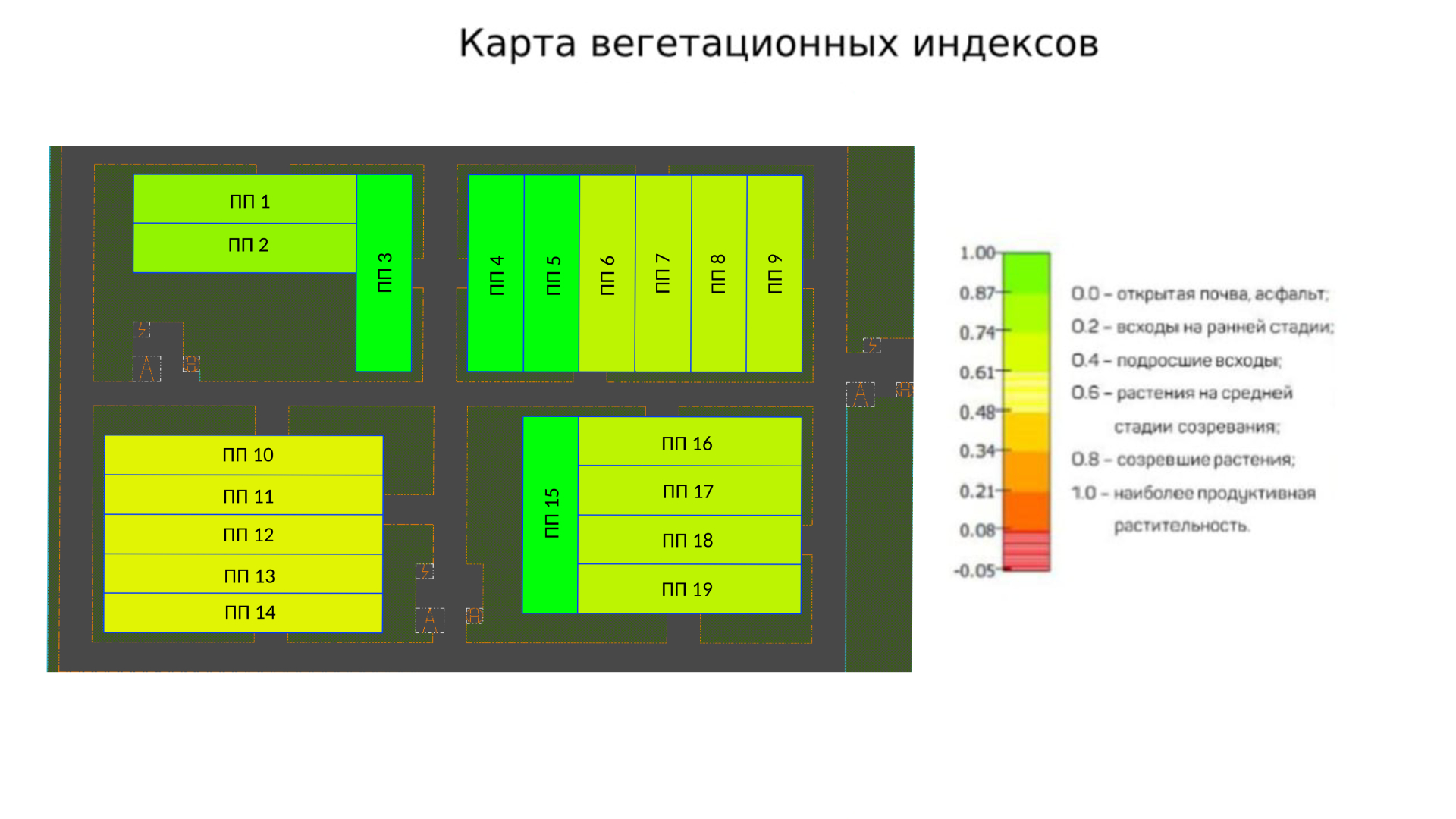
Приложение 1.1

*Фото почвенного разреза*



Приложение 2



Приложение 3

Приложение 4

1. Картофель, фаза вытягивания стеблей (развитие листьев, высота до 15 см) (наземная обработка): ПП 16 – ПП 19

2. Плодово-ягодные насаждения (яблони) в фазе образования завязи – «плод лещина» (авиационная обработка), ПП 10 – ПП 14

3. Сахарная свекла, фаза 8 настоящих листьев (наземная обработка), ПП 6 – ПП 9

4. Подсолнечник, фаза бутонизации (авиационная обработка), ПП 1, ПП 2

5. Химикат – фунгицид

6. Заболевания: картофель – фитофтороз *Phytophthora*, яблони – парша *Venturia inaequalis,* сахарная свекла – мучнистая роса *Blumeria graminis,* подсолнечник – серая гниль *Botrytis cinerea*

Таблица 1 – Перечень средств защиты и их дозировка

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Культура | Название средства защиты | Норма расхода препарата, л/га | Норма расхода рабочей жидкости, л/га\* |
| 1 | Картофель | Кагатник, ВРК | 0,5 – 0,8 | 10 |
| 2 | Ширма КС | 0,3 – 0,4 | 200-400 |
| 3 | Винтаж МЭ | 0,8 – 1,0 | 200-300 |
| 4 | Сера 400 КС | 6,0 - 10,0 | 800-1000 |
| 5 | Яблоня | Мистерия, МЭ | 0,4 – 0,6 | 600-900 |
| 6 | Зим 500 КС | 0,5 - 0,6 | 300 |
| 7 | Инсигния МД | 0,8 - 1,0 | 800-1000 |
| 8 | Ширма КС | 0,5 – 0,75 | 800-1000 |
| 9 | Сахарная свекла | Мистерия, МЭ | 1,0 – 1,25 | 300 |
| 10 | Кагатник, ВРК | 0,06 | 3 |
| 11 | Инсигния МД | 0,8 - 1,0 | 800-1000 |
| 12 | Цензор Макс, МКЭ | 0,6 – 0,7 | 200 - 300 |
| 13 | Подсолнечник | Кинфос, КЭ | 0,25 – 0,4 | 100 – 200 |
| 14 | Титул 390, ККР | 0,26 – 0,32 | 200-400 |
| 15 | Мистерия, МЭ | 1,0 – 1,25 | 300 |
| 16 | Титул Трио, ККР | 0,4 – 0,6 | 200 – 400 |

\*Для авиационного метода внесения норма составляет 50 л/га

Приложение 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Пункты отчета | Результат анализа |
| 1 | Тип почвы |  |
| 2 | Критерии описания почв |  |
| 3 | Номера полей, отводимых под обработку |  |
| … |  |  |

Техническое задание к выполнению модуля Б

**Моделирование проведения агротехнических мероприятий с применением наземных и воздушных роботизированных систем**

*Время выполнения модуля: 3 часа 30 минут*

C применением программы виртуального программирования, необходимо запрограммировать траекторию движения робототехнического устройства для внесения химических веществ на пробных площадях сельскохозяйственных культур (картофель, плодово-ягодные насаждения). Для внесения химических веществ на пробных площадях с картофелем и сахарной свеклой используется агробот, для внесения химических веществ на пробных площадях с плодово-ягодными насаждениями и подсолнечником используется воздушная роботизированная система – беспилотное воздушное судно (БВС) – (виртуальная симуляция), тактико-технические характеристики которых представлены в Приложении 1. Область работ представляет собой 9 пробных площадей по 1 га с прилегающей инфраструктурой. Схема участков с пробными площадями и прилегающей территории с координатами в формате xyz представлена в Приложении 2.

Химические вещества вносятся на пробные площади: ­­­­­­­­­­­­­­­­­­­­ПП2, ПП6, ПП8, ПП11, ПП14, ПП17, ПП18.

Изначально агробот и БВС находятся с заряженными АКБ на 100%. Резервуар агробота необходимо заправить, выполнив перемещение на установленную точку внутри ангара. БВС находится на точке взлета/посадки, резервуар изначально заправлен.

Агробот и БВС перемещаются по прилегающей территории с максимальной скоростью, в процессе внесения химикатов со стандартной скоростью при внесении химических веществ в соответствии с тактико-техническими характеристиками (ТТХ). В зонах обработки допускается исключительно движение агророботов (наземных и воздушных) для выполнения агротехнических мероприятий. Развороты выполняются вне данных зон. Исходя из времени автономной работы и показателя производительности необходимо рассчитать количество подзарядок агробота и выбрать зарядные станции с оптимальным местоположением с целью минимизации лишних передвижений. Процедура зарядки выполняется в соответствии с ТТХ агробота.

Агроробот должен перемещаться строго по линиям посадки, при необходимости с объездом препятствий и инженерных сооружений. Воздушная роботизированная система – беспилотное воздушное судно (БВС) – над участками с плодово-ягодными культурами осуществляет движение по галсам между рядами. Движение осуществляется с преодолением возможных препятствий. Пролет под линиями электропередачи (ЛЭП) – запрещен.

Процедуры подзарядки и дозаправки агробота и БВС выполняются в соответствии с ТТХ. Подзарядка агробота и БВС предшествует их дозаправке.

Результатом выполненного задания является построенный маршрут, сопровождающийся логичными действиями, минимизирующими лишние движения, поддерживающими корректный курс и позволяющими выполнить обработку культур в полном объеме. Цепочка(и) должны быть составлены корректно, без применения лишних блоков.

Агробот и воздушная роботизированная система – беспилотное воздушное судно (БВС) после окончания выполнения агротехнических мероприятий возвращаются в исходную точку. БВС перед возвратом на исходную позицию выполняет дополнительную зарядку, вне конечной точки. Для агробота при возврате в исходную точку заезды на линии посадки не допускаются, вне уточненной зоны движение осуществляется по дорогам.

Использование режима редактирования Varwin запрещено.  
Начальные координаты агробота (00 0 000)

Начальные координаты БВС (00 0 000)

Координаты точки в ангаре у зарядной станции для дозаправки агробота (00 0 000)

Координаты точки в ангаре у пробной площади №5 для дозаправки агробота (00 0 000)

Координаты станции зарядки для агробота (00 0 000)

Координаты станции зарядки и дозаправки БВС у пробной площади № 9 (00 0 000)

Координаты станции зарядки и дозаправки БВС у пробной площади № 1 (00 0 000)

Приложение 1

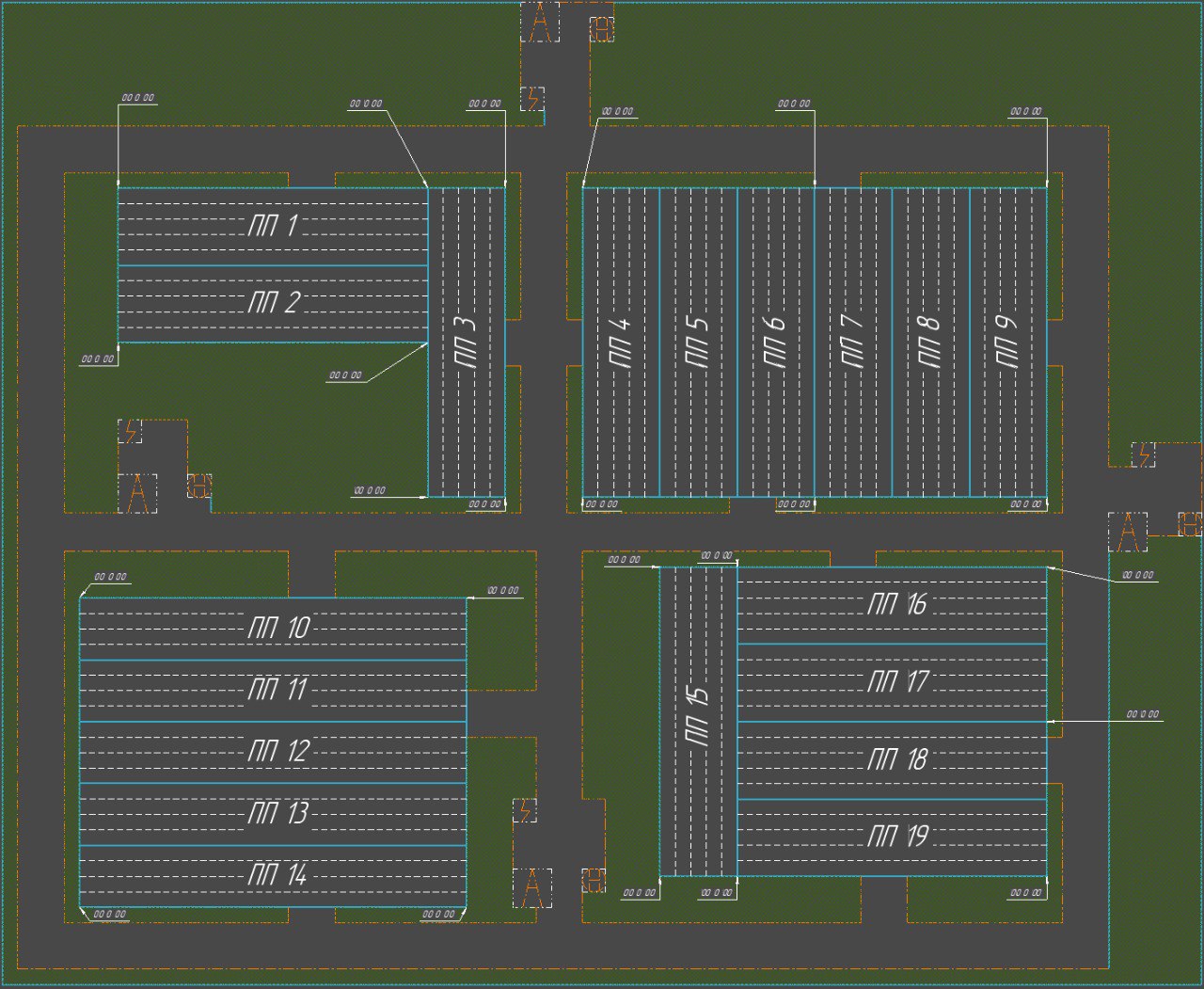
Агробот (агроробот)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Тактико-технические характеристики** | **Показатели** |
| 1 | Стандартная скорость при внесении веществ, м/с | 1,2 |
| 2 | Максимальная скорость, м/с | 2,2 |
| 3 | Время автономной работы, мин | 60 |
| 4 | Время зарядки, мин | 5 |
| 5 | Норма внесения химических веществ, л/га | 200 |
| 6 | Производительность, л/мин | 4,8 |
| 7 | Объем резервуара (максимальный объем рабочей жидкости), л | 100 |

Беспилотное воздушное судно

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Тактико-технические характеристики** | **Показатели** |
| 1 | Стандартная скорость при внесении химических веществ, м/с | 5 |
| 2 | Максимальная скорость, м/с | 10 |
| 3 | Производительность, л/мин | 8 |
| 4 | Время автономной работы, мин | 10 |
| 5 | Время зарядки, мин | 5 |
| 6 | Время дозаправки, мин | 2 |
| 7 | Норма внесения химических веществ, л/га | 48 |
| 8 | Объем резервуара (максимальный объем рабочей жидкости), л | 16 |
| 9 | Высота полета максимальная, м | 60 |
| 10 | Высота полета при внесении химикатов, м | 9 |

Приложение 2



Техническое задание к выполнению модуля В

**Техническая эксплуатация агродрона**

*Время выполнения модуля: 45 минут*

Проводится ряд работ, позволяющий подготовить беспилотное воздушное судно (агродрон) к выполнению задания. Соблюдать требования по охране труда и технике безопасности, а также организовать рабочее пространство при выполнении модуля. Конкурсанту необходимо огласить точки СТОП для экспертов.

По ОТиТБ все работы выполняются в перчатках (перчатки двух видов, в зависимости от вида выполняемой задачи), за исключением подключения проводов.

**Исходные данные**

Минимальный требуемый заряд АКБ – 70%

Объем распыляемой рабочей жидкости, л/мин – 1

Объем заправляемой жидкости – 5 л

Скорость подачи рабочей жидкости через сопла, RPM – 5000

Минимальный заряд АКБ возврата домой – 15%

**Задача №1:**

Зарядка аккумуляторной батареи (АКБ)

* Установка АКБ в ванну для зарядки;
* Заправка ванны с установленной АКБ водой для отвода тепла;
* Перевод крана генератора в положение подачи топлива;
* Подключение АКБ и осуществление имитации зарядки;
* Приведение зарядной установки в исходное положение;

Сборка системы спутникового позиционирования и беспилотного воздушного судна согласно техническому заданию.

* Установка штатива-трипода и его горизонтирование;
* Сборка RTK приемника и его установка на штатив-трипод;
* Запуск RTK приемника;
* Установка лучей беспилотного воздушного судна (агродрона);
* Раскладка полезной нагрузки (струйные распылители) беспилотного воздушного судна (агродрона);
* Раскладка пропеллеров беспилотного воздушного судна (агродрона);
* Заправка резервуара беспилотного воздушного судна (агродрона) рабочей жидкостью;
* Установка и подключение резервуара беспилотного воздушного судна (агродрона);

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_СТОП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* Проверка заряда аккумуляторной батареи беспилотного воздушного судна (агродрона) и ее установка в аккумуляторный отсек (необходимо вслух огласить о проведении проверки и проценте заряда).

**Задача №2:**

Построение маршрута (границы) и настройка параметров беспилотного воздушного судна (агродрона).

Подготовка маршрута (граница) полета беспилотного воздушного судна осуществляется в программном обеспечении для управления беспилотным воздушным судном. Для составления маршрута полета беспилотного воздушного судна используются данные, указанные в Приложении 1.

В программном обеспечении для управления беспилотным воздушным судном создается новое поле для работы (Field) с указанием следующих параметров:

Имя поля (Field name) – Фамилия конкурсанта на латинице (Ivanov)

Устанавливаются границы зоны работ беспилотной авиационной системой.

Устанавливается процент заряда аккумуляторной батареи для возврата домой.

Производится настройка параметров распыления – объем распыляемой рабочей жидкости (л/мин), скорость подачи рабочей жидкости через сопла (RPM).

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_СТОП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Необходимо оповестить экспертов о начале проверки систем. Произвести проверку систем беспилотного воздушного судна (проверка работоспособности правого и левого сопла, проверка работоспособности правого и левого двигателей). Этапы проверки должны быть озвучены.

**Задача №3**

Разборка беспилотного воздушного судна и системы спутникового позиционирования согласно техническому заданию.

* Извлечение АКБ;
* Демонтаж резервуара и отключение кабелей;
* Слив остатков жидкости из резервуара;
* Складывание пропеллеров;
* Складывание полезной нагрузки (струйные распылители) беспилотного воздушного судна (агродрона);
* Складывание лучей беспилотного воздушного судна (агродрона).
* Демонтаж базовой станции RTK в исходное положение

(ПРИМЕР)

Приложение 1

Изображение выглядит как Аэрофотосъемка, снимок экрана, карта, текст

Автоматически созданное описание

Техническое задание к выполнению модуля Г

**Техническая эксплуатация агробота**

*Время выполнения модуля: 35 минут*

Проводится ряд работ, позволяющий подготовить наземную роботизированную систему (агробот) к выполнению задания. Соблюдать требования по охране труда и технике безопасности, а также организовать рабочее пространство при выполнении модуля. Конкурсанту необходимо огласить точки СТОП для экспертов.

По ОТиТБ все работы выполняются в перчатки, за исключением подключения проводов, присоединения шлангов, стяжек

**Исходные данные**

Минимальный требуемый заряд АКБ – 70%

Объем заправляемой жидкости – 20 л.

Параметры регулировки передних колес наземной роботизированной системы (агробота) – в верхнем положении, дорожный просвет максимальный.

Параметры регулировки задних колес наземной роботизированной системы (агробота) – в верхнем положении, дорожный просвет максимальный.

Момент затяжки струйных распылителей – 8 n/m

**Задача №1:**

Сборка наземной роботизированной системы согласно инструкции завода-изготовителя.

* Установка и подключение полезной нагрузки (струйные распылители, подключение кабеля и его фиксация);
* Установка RTK-антенн;
* Регулировка передних и задних колес наземной роботизированной системы (агробота) – не требуется, если находятся в верхнем положении, дорожный просвет максимальный (в случае, если регулировка не требуется – озвучить для экспертов);
* Заправка резервуара наземной роботизированной системы (агробота) рабочей жидкостью;

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_СТОП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* Проверка заряда и установка аккумуляторной батареи в аккумуляторный отсек (необходимо вслух огласить о проведении проверки и проценте заряда).

**Задача №2**

Разборка наземной роботизированной системы (агробота) в изначальное (транспортировочное) положение согласно техническому заданию.

* Осуществление демонтажа АКБ;
* Слив остатков жидкости из резервуара;
* Демонтаж RTK-антенн;
* Отключение струйных распылителей и их демонтаж в изначальное (транспортировочное) положение

Техническое задание к выполнению модуля Д

**Построение и выполнение маршрутного задания агробота**

*Время выполнения модуля: 40 минут*

**Исходные данные**

Вертикальное качание левого струйного распылителей – 55°

Вертикальное качание правого струйного распылителя – 55°

Горизонтальный поворот левого струйного распылителя – 60°/215°

Горизонтальный поворот правого струйного распылителя – 60°/215°

Скорость поворота распылителей – 3

Дозировка рабочей жидкости – 700 ml/acre

Степень распыления (Atomization) – 3

Степень подачи рабочей жидкости – 1

Подготовка маршрута (границы) проезда наземной роботизированной системы (агробота) осуществляется в программном обеспечении управления агроботом. Для составления маршрута проезда наземной роботизированной системы используются данные, указанные в Приложении 1.

1. В программном обеспечении управления агроботом создается новое поле с указанием следующих параметров:

1.1 Имя поля (Field name) – Фамилия конкурсанта на латинице (Ivanov)

1.2 Устанавливаются границы зоны работ наземной роботизированной системы (агробота), границы зоны ограничения, отмечаются препятствия и их граничные зоны, находящие внутри зоны работ.

1.3 Отображаются площади полей и бесполетные зоны.

1.4 Произвести настройку параметров для управления горизонтальным поворотом и управления вертикальным качанием струйных распылителей.

Произвести настройку параметров распыления: скорость поворота распылителей, дозировка, степень распыления, степень подачи рабочей жидкости в соответствии с исходными данными.

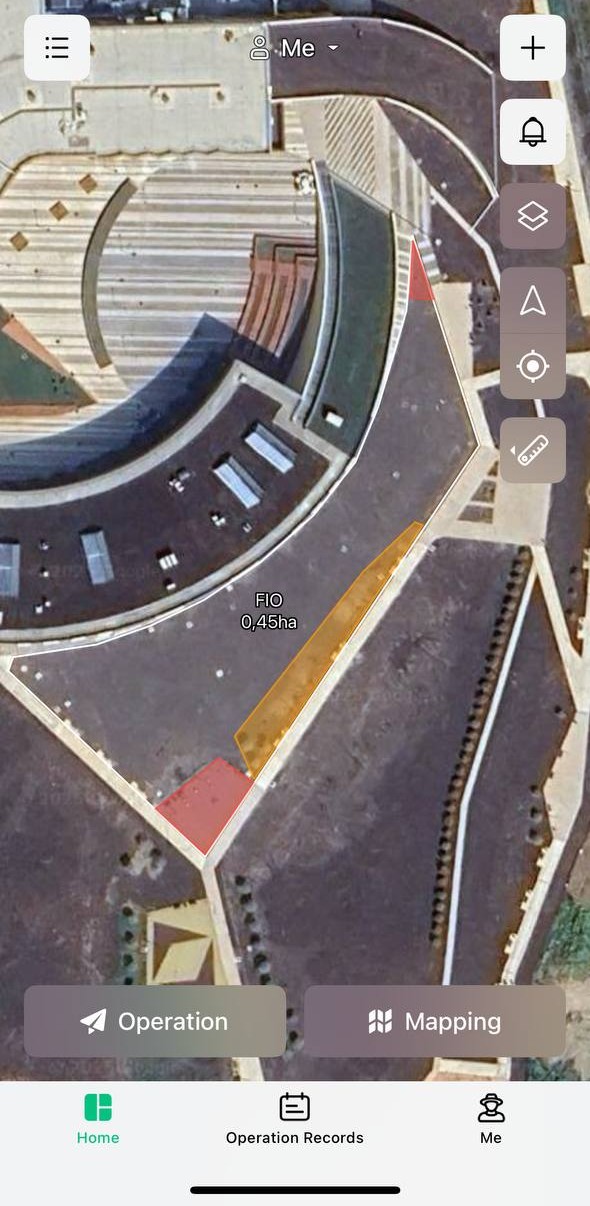
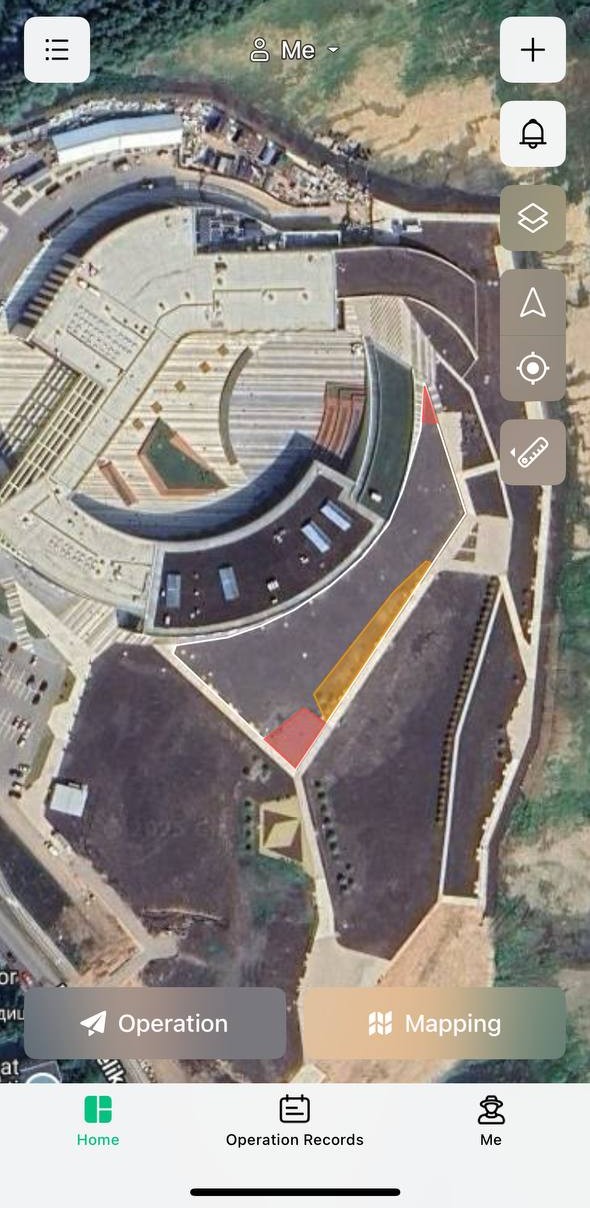
Оглашение точки стоп экспертам

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_СТОП\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

Конусы являются имитацией обрабатываемой культуры.

Выполнить проезд по маршруту в ручном режиме в соответствии со схемой проезда (Приложение 2). Проезд выполняется с объездом возможных препятствий. Выполняется обработка территории во время проезда в соответствии с настроенными параметрами распылителей. Необходимо настроить оптимальную скорость движения агробота для прохождения маршрута в ручном режиме.

Приложение 1



Приложение 2

Схема движения агробота

