

**Государственное бюджетное нетиповое образовательное учреждение  
«Академия цифровых технологий»  
Санкт-Петербурга**

ПРИНЯТО  
на педагогическом совете  
Протокол  
от « 31 » августа 2021 г. №8

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ГБНОУ  
«Академия цифровых технологий»

\_\_\_\_\_ Д.С. Ковалев

Приказ от « 31 » августа 2021 г. №334-о

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
**«Дронрейсинг»**  
Возраст обучающихся: 14-17 лет  
Срок реализации: 2 года

Разработчик:  
Баталин Ф.А.,  
педагог дополнительного образования  
Вознесенский Е.А.,  
педагог дополнительного образования

## **1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1. Основная характеристика программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа (далее ОП) «Дронрейсинг» разработана согласно требованиям следующих нормативных документов:

- Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
- Концепция развития дополнительного образования обучающихся.
- Санитарные правила СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи», СП 3.1/2.4.3598-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации работы образовательных организаций и других объектов социальной инфраструктуры для детей и молодежи в условиях распространения COVID-19».
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам (утвержден приказом Министерства просвещения РФ от 9 ноября 2018 г. N 196).
- Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года (утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 г. N 996-р).
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (Письмо Департамента государственной политики в сфере воспитания обучающихся и молодежи Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 № 09-3242).
- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ в государственных образовательных организациях Санкт-Петербурга, находящихся в ведении Комитета по образованию (Приложение к распоряжению Комитета по образованию № 617-р от 1.03.2017 г. «Об утверждении Методических рекомендаций по проектированию дополнительных общеразвивающих программ в государственных образовательных организациях Санкт-Петербурга, находящихся в ведении Комитета по образованию»).
- Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. N 298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых»).
- Письмо Министерства просвещения Российской Федерации от 19.03.2020 №1Д-39/04 «О направлении методических рекомендаций по реализации образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования, образовательных программ среднего профессионального образования и дополнительных общеобразовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий».
- Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017г. №816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ».

Реализация образовательной программы или ее частей возможна как очно, так и с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

### **1.2. Направленность программы**

Данная программа технической направленности

### **1.3. Уровень освоения программы.**

Уровень освоения программы - базовый.

### **1.4. Актуальность программы**

Данная дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа соотносится с тенденциями развития дополнительного образования и согласно Концепции развития дополнительного образования способствует:

- созданию необходимых условий для личностного развития учащихся, позитивной социализации и профессионального самоопределения;
- удовлетворению индивидуальных потребностей учащихся в интеллектуальном, развитии;
- формирование и развитие творческих и исследовательских способностей учащихся, выявление, развитие и поддержку талантливых учащихся.

Программа направлена на развитие и поддержку детей, проявивших интерес и определённые способности к эксплуатации беспилотных авиационных систем, пилотированию беспилотных воздушных судов, созданию и проектированию составных узлов беспилотных летательных аппаратов, на формирование у учащихся ряда компетенций: информационных, общекультурных, учебно-познавательных, коммуникативных и других, необходимых для дальнейшего формирования и развития компетентности в выбранной сфере беспилотных технологий и их пилотированию.

При реализации программы осуществляется взаимодействие педагога с обучающимся в сотрудничестве, используются доступные для обучающихся понятия и термины. Программа следует принципу декомпозиции поставленных задач. Системность, последовательность и доступность излагаемого материала, изучение нового материала опирается на ранее приобретенные знания с преобладающим приоритетом практической деятельности. Развитие в обучающихся самостоятельности, ответственности, творчества и изобретательности является одним из основных приоритетов данной программы.

Актуальностью программы является то, что она ориентирована на получение знаний и закреплению навыков по работе с беспилотными авиационными системами – стремительно развивающаяся отрасль как в промышленности, так и в гражданской сфере.

### **1.5. Отличительные особенности**

Настоящая образовательная программа позволяет не только обучить ребенка Управлять, пилотировать и конструировать БПЛА (беспилотный летательный аппарат), но и подготовить обучающихся к планированию и организации работы над разноуровневыми техническими проектами и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Информация в программе подается в доступном для понимания указанной категории учащихся виде, реализованная в интерактивных групповых занятиях с применением информационных технологий.

Образовательная программа составлена в соответствии с текущими конкурсными требованиями чемпионата WorldSkills Russia и Национальной технологической Олимпиады.

## **1.6. Адресат программы**

Возраст обучающихся, участвующих в реализации программы 12-16 лет. Учащиеся данного возраста способны на хорошем уровне выполнять предлагаемые задания по эксплуатации беспилотных авиационных систем вместе с сопутствующим оборудованием. Выбор данной возрастной категории для освоения программы обуславливается психологическими особенностями обучающихся старшего школьного возраста в восприятии материала, мотивации к учебной деятельности, коммуникативной и аналитической деятельности.

## **1.7. Объем и срок реализации программы.**

Изучение программного материала рассчитано на 2 года, всего 288 часа.

Продолжительность занятий в группах 1 года обучения – 4 часа: 2 раза в неделю по 2 академических часа.

Продолжительность занятий в группах 2 года обучения – 4 часа: 2 раза в неделю по 2 академических часа.

## **1.8. Цель дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы**

Цель общеобразовательной общеразвивающей программы дополнительного образования детей предполагает формирование и развитие профессиональной ориентации обучающихся; развитие интеллектуальных способностей и познавательного интереса учащихся к беспилотным авиационным системам.

## **1.9. Задачи дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы.**

### **1.9.1. Обучающие:**

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области сборки и конструирования БАС;
- развить у обучающихся навыки пилотирования БПЛА;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

### **1.9.2. Развивающие:**

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;

### **1.9.3. Воспитательные:**

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

## **1.10. Условия реализации программы.**

### **1.10.1. Условия набора и формирования групп.**

Занятия проводятся в разновозрастной группе. Группа комплектуется из учащихся

12-16 лет. Основное требование к предварительному уровню подготовки – проявление интереса к направлению подготовки.

#### **1.10.2. Количество учащихся в группе.**

Для первого года обучения – 15 человек в группе.

Для второго года обучения – 12 человек в группе.

#### **1.10.3. Особенности организации образовательного процесса.**

При обучении используются основные методы организации и осуществления учебно-познавательной работы, такие как словесные, наглядные, практические, индуктивные и проблемно-поисковые. Выбор методов (способов) обучения зависит от психофизиологических, возрастных особенностей учащихся, темы и формы занятий. При этом в процессе обучения все методы реализуются в теснейшей взаимосвязи.

Методика проведения занятий предполагает постоянное создание ситуаций успешности, радости от преодоления трудностей в освоении изучаемого материала и при выполнении самостоятельной работы. Этому способствуют совместные обсуждения технологии выполнения заданий, а также поощрение, создание положительной мотивации, актуализация интереса, олимпиады и конкурсы.

Важными условиями творческого самовыражения учащихся выступают реализуемые в педагогических технологиях идеи свободы выбора.

Для профилактики утомляемости на каждом занятии применяются элементы здоровьесберегающих технологий (Комплексы упражнений физкультурных минуток, Комплексы упражнений физкультурных пауз – СанПиН 2.4.3648-20, СанПиН СП 3.1/2.4.3598-20).

Учебные занятия по программе организуются очно, а также в виде онлайн-курсов, обеспечивающих для обучающихся независимо от их места нахождения достижение и оценку результатов обучения путем организации образовательной деятельности в электронной информационно-образовательной среде, к которой предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

#### **1.10.4. Формы проведения занятий.**

Формы занятий по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе определяются содержанием программы. Очными формами проведения занятий являются: инструктаж, лекции, практические и семинарские занятия, лабораторные работы, мастер-классы, выездные тематические занятия, выполнение самостоятельной работы, творческие отчеты, другие виды учебных занятий и учебных работ.

Кроме того, учебные занятия по программе или ее части могут быть проведены удаленно в форме онлайн-уроков, видеоконференций, вебинаров, онлайн-тестирования.

#### **1.10.5. Формы организационной деятельности.**

Формами организации занятий являются групповая (теоретическая часть) и индивидуально-групповая (практическая часть).

Кроме выполнения работ под руководством педагога обучающимся предлагаются творческие проекты (метод проектов), а также проблемные задания для самостоятельного выполнения.

На занятиях создается атмосфера, когда учащиеся свободно советуются, комментируют, помогают друг другу.

Удачные авторские находки учащихся при выполнении практических работ выносятся на коллективный сравнительный анализ для мотивации творческой составляющей в процессе обучения.

Тематическое и поурочное планирование осуществляется по принципу от простого к сложному. Для снижения учебных нагрузок для школьников выполнение домашних заданий не является обязательным.

Освоение программы или ее части может быть реализовано удаленно, путем организации образовательной деятельности в электронной информационно-образовательной среде, к которой предоставляется открытый доступ через информационно-телекоммуникационную сеть Интернет.

Режим занятий:

2 раза в неделю по 2 академических часа.

#### **1.10.6. Воспитательная деятельность**

Одной из основных трудовых функций педагога дополнительного образования является организация досуговой деятельности обучающихся в процессе реализации дополнительной общеобразовательной программы<sup>1</sup>, направленной на создание при подготовке и проведении досуговых мероприятий условий для обучения, воспитания и (или) развития обучающихся, формирования благоприятного психологического климата в группе.

Воспитательный процесс в рамках реализации дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы обеспечивается на каждом занятии в течение всего учебного года в ненавязчивой и доброжелательной форме: в виде бесед на темы общечеловеческих ценностей, этики межличностных отношений, профилактике асоциальных явлений в обществе, отношений старшего и младшего поколений, политической обстановки в мире и роли России в мировом сообществе. Проводятся профилактические беседы по предупреждению коррупционных составляющих в действиях обучающихся, беседы по профилактике террористических проявлений. При этом особое значение уделяется доброжелательной атмосфере в коллективе, формированию позитивного взаимоотношения не только внутри коллектива группы, но и в обществе.

В календарно-тематическом плане и содержании образовательной программы выделены часы не менее 3% от всего учебного плана на подготовку и проведение конференций, конкурсов, акций и других мероприятиях, на уровне объединения, образовательной организации, города. Учебно-воспитательные мероприятия проводятся согласно планам, составляемым ежегодно.

Участие в районных, городских и всероссийских выставках, конкурсах, встречи и общение с яркими людьми, возможность показать свою работу обеспечивает развитие личности с активной жизненной позицией.

Для организации и проведения воспитательных мероприятий, привлекаются специалисты ГБНОУ «Академия цифровых технологий»: методист, тьютор, педагог-организатор, педагог-психолог

#### **1.10.7. Материально-техническое обеспечение.**

**Для проведения учебного процесса необходимы (в количестве 10 шт.):**

- компьютерный класс с персональными компьютерами,
- полетная зона (1 шт.),
- сетевое оборудование,

---

<sup>1</sup> Приказ Минтруда России от 05.05.2018 N 298н "Об утверждении профессионального стандарта "Педагог дополнительного образования детей и взрослых" (Зарегистрировано в Минюсте России 28.08.2018 N 52016)

- выход в Интернет,
- учебное оборудование,
- интерактивная доска,
- паяльный стол, инструменты,
- многофункциональное устройство (принтер, копировальный аппарат, сканер)
- Квадрокоптер Eachine TRASHCAN 75mm с приемником FlySky
- Квадрокоптер Coex Race mini
- Запасная рама для дрона Eachine TRASHCAN 75mm
- Аккумулятор для дрона Eachine TRASHCAN 75m
- Параллельная зарядная плата XT30
- Параллельная зарядная плата XT60
- Рама AlfaRC Razer 140 мм (3 дюйма)
- Стек DIATONE MAMBA STACK F405 MINI MK3 /35A 3-6S/400MW VTX (Полетный контроллер + Регулятор оборотов 4 в 1 + Видеопередатчик)
- Моторы iFlight XING-E 1408 3600KV 4-6S (4 шт.)
- Пропеллеры HQProp DP3X4X3
- Аккумулятор LiPo Tattu 850mah 4S 75C
- FPV камера Caddx Ratel 2
- FPV камера Foxeer Nano Predator 5"
- Приемник Flysky Fli14+
- Зажим для моторов
- Винтовой ключ M5 для пропеллеров
- Набор нейлоновых стоек и крепежа M2 180шт.
- XT60H Amass
- XT30U Amass
- MR30 Amass
- PLA пластик REC 1.75мм натуральный
- PLA пластик REC 1.75мм чёрный
- Клей для 3D печати Picaso 250 мл
- Запасная антенна приемника 2,4Ghz
- Запасная антенна 5.8GHz

#### **Программное обеспечение:**

- Microsoft Office
- VMware Workstation
- Gazebo
- Putty
- WinSCP
- Color Mania
- LiftOff
- Autodesk Inventor / Fusion 360
- Python
- Arduino IDE
- Blender
- QGroundControl

- Betaflight Configurator
- Cura
- Notepad ++
- Etcher

#### **Расходные материалы:**

- картридж,
- карта памяти,
- бумага формата А4,
- канцелярские принадлежности
- припой/флюс/средство для очистки плат
- хомуты/изолента/скотч/двусторонний скотч
- Li-ро аккумуляторы
- Пропеллеры
- Комплектующие квадрокоптера
- Батарейки типа “АА”

#### **1.10.8. Кадровое обеспечение.**

Согласно Профессиональному стандарту «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Дронрейсинг» может работать педагог дополнительного образования с уровнем образования и квалификации, соответствующим обозначениям таблицы пункта 2 Профессионального стандарта (Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт), а именно: коды А и В с уровнями квалификации 6

#### **1.11. Планируемые результаты.**

В результате освоения программы у учащихся развиваются информационно-коммуникативные, творческие компетентности.

##### **1.11.1. Личностные.**

#### **У учащихся будут развиты (сформированы):**

- личностные качества: любознательность, инициативность, самостоятельность, ответственность;
- умения обосновывать свою позицию, высказывать свое мнение, работать в команде, сотрудничать;
- навыки анализа и критичной оценки получаемой информации;
- культура общения;
- активный словарный запас, коммуникативные навыки.

##### **1.11.2. Метапредметные**

#### **У учащихся будут развиты (сформированы):**

- познавательные способности к выполнению логических операций (анализ, синтез, сравнение);
- коммуникативные компетенции (умение правильно передавать свои мысли, чувства, эмоции).

##### **1.10.3. Предметные.**

#### **Учащиеся будут знать:**

- правила эксплуатации БАС
- устройство различных видов БПЛА
- основы пилотирования БПЛА



- алгоритмы реализации машинного зрения

**Учащиеся будут уметь:**

- самостоятельно собирать мультироторные БПЛА;
- настраивать и устранять неисправности БПЛА;
- пилотировать по трассе БПЛА в различных режимах;

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

### Первый год обучения 144 часа

№ п/п	Название темы	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Введение	4	2	2	Тестирование
2	Теория, устройство и принципы работы беспилотных летательных аппаратов. Полеты на симуляторе	24	14	10	проверка знаний
3	Конструирование, сборка и настройка БПЛА (Clever 4 code и Race-mini).	22	12	10	практическая работа
4	Визуальное пилотирование по трассам полетного полигона	18	4	14	практическая работа
5	Теория работы FPV-технологии. Настройка, установка FPV – оборудования на БПЛА	26	8	18	практическая работа
6	Полеты в симуляторе в режиме Stabilize и Acro	20	2	18	Опрос, Защита проекта
7	FPV-полеты по трассе полетного полигона на скорость и время	30	4	26	практическая работа
	<b>Итого</b>	144	46	98	

### Второй год обучения 144 часа

№	Название темы	Количество часов			Формы аттестации/контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Введение	10	10	0	Тестирование
2	Повторение теории беспилотных летательных аппаратов. Полеты на симуляторе в Acro-режиме.	8	6	2	Проверка остаточных знаний

3	Конструирование, сборка и настройка БПЛА. Визуальное пилотирование.	16	2	14	Теория, практическая работа
4	Настройка, установка FPV – оборудования и захвата груза. Пилотирование по усложненной трассе на скорость и качество.	26	2	24	Теория, практическая работа
5	Радиоэлектроника и программирование	40	10	30	Теория, практическая работа
6	Автономные беспилотные системы	28	8	20	Практическая работа
7	Проектная деятельность	12	0	12	Творческая работа
8	Заключительное занятие. Защита проекта	4	0	4	Опрос, Защита проекта
	<b>Итого</b>	144	38	106	

### **3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

#### **3.1. Рабочая программа первого года обучения**

##### **3.1.1. Особенности первого года обучения**

Образовательный процесс имеет развивающий характер, т. е. направлен на развитие природных задатков учащихся, на реализацию их интересов и способностей. Широко применяются личностно-ориентированные технологии обучения, в центре внимания которых неповторимая личность, стремящаяся к реализации своих возможностей. Выбор методов (способов) обучения зависит от психофизиологических, возрастных особенностей учащихся, темы и формы занятий. При этом в процессе обучения все методы реализуются в теснейшей взаимосвязи.

Методика проведения занятий предполагает постоянное создание ситуаций успешности, радости от преодоления трудностей в освоении изучаемого материала и при выполнении самостоятельной работы. Этому способствуют совместные обсуждения технологии выполнения заданий, а также поощрение, создание положительной мотивации, актуализация интереса, олимпиады и конкурсы.

##### **3.1.2. Задачи первого года обучения:**

###### **1. Обучающие:**

- сформировать у обучающихся устойчивые знания в области моделирования и конструирования БАС;
- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;

###### **2. Развивающие:**

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;

###### **3. Воспитательные:**

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить

Инструктаж по технике безопасности. Правила техники безопасности. Цели и задачи программы

Практика: Обсуждение перспектив занятий, брифинг по содержанию курса, анкетирование, практическая работа.

##### **3.1.3. Содержание программы первого года обучения:**

###### **Тема1. Введение**

Теория: беспилотных авиационных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами. Аппаратура радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.

Практика: Практическая работа по зарядке литий-полимерного аккумулятора. Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе

## **Тема2. Теория беспилотных летательных аппаратов. Основы управления.**

### **Полёты на симуляторе**

Теория: Устройство политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;

Практика: сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

## **Тема3. Конструирование, сборка и настройка БПЛА. Визуальное пилотирование**

Теория: Техника безопасности при сборке и настройке БПЛА, при подготовке к вылету. ТБ и технология пайки. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования. Платы разводки питания: общее устройство и характеристики. Инструктаж перед полётами.

Практика: Сборка и монтаж рамы и основных элементов БПЛА. Пайка двигателей, регуляторов хода, платы питания и силовых проводов. Настройка контроллера с помощью компьютера Проведение учебных полётов в зале, выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Разбор аварийных ситуаций.

## **Тема4. Настройка, установка FPV – оборудования и захвата груза.**

### **Пилотирование по усложненной трассе на скорость и качество.**

Теория: Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. Принципы установки захватывающего устройства для переноса груза на БПЛА.

Практика: Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование по маршрутам с использованием FPV- оборудования. Установка, настройка и калибровка захвата грузов. Пилотирование по маршруту с захватом, переносом и сбросом грузов в заданных точках.

## **Тема 5. Основы автономного полета БПЛА**

Теория: История автономных полётов. Развитие автопилотов в авиации. Техника безопасности при электромонтаже. Основы программирования на языке Python. Системы автоматического управления с контуром обратной связи. ПИД регуляторы. Способы предотвращения столкновений БПЛА с препятствиями. Методы определения расстояния до препятствий. Принцип функционирования ультразвукового сонара и работа с ним. Основы компьютерного зрения. Использование дронов для фотограмметрии. Принципы настройки параметров БПЛА, записи образа ОС. Работа с командной строкой одноплатного компьютера Raspberry PI и ssh клиентом. Способы навигации. Системы координат. Aguco метки. Задание карты меток.

Практика: Сборка и монтаж квадрокоптера, одноплатного компьютера Raspberry PI и камеры для компьютерного зрения. Настройка оборудования. Программирование и отладка на полигоне: переход в Position, автономный взлёт и посадка, пролёт трассы и выполнение миссий в автономном режиме с использованием бортовой индикации.

## **Тема 6. Проектная деятельность. Подведение итогов года.**

Теория: Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.

Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение.

Подведение итогов обучения в ГБНОУ «Академия цифровых технологий» Санкт-Петербурга по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Дронрейсинг».

Практика: Моделирование квадрокоптера. Проектирование полета над трассой с препятствиями.

Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера. Видео нарезка полетов по трассе. Организация гонки квадрокоптеров. Применение квадрокоптеров в закрытом пространстве. Проектирование квадрокоптера-транспортровщика. Автономный полет по заданной траектории. Создание беспилотного летательного аппарата самолетного типа. Проект-хакатон по летательной робототехнике.

Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.

Проект применения БПЛА в городской среде, с точки зрения проблем урбанистики. Защита проекта после каждого его выполнения. Брифинг и обсуждения в процессе реализации проектной деятельности.

### **3.1.4. Планируемые результаты первого года обучения**

#### **3.1.4.1 Предметные:**

Обучающиеся будут знать  
моделирование и конструирование БПЛА;  
обучающиеся будут уметь:  
конструировать БАС.

#### **3.1.4.2. Метапредметные:**

У обучающихся будут развиты (сформированы):

- самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- техническое мышление и творческий подход к работе;
- навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности.

#### **3.1.4.3. Личностные:**

У обучающихся будут развиты (сформированы):

- коммуникативная культура, внимание, уважение к людям;
- трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

### **3. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

#### **3.2. Рабочая программа второго года обучения**

##### **3.2.1. Особенности второго года обучения**

Образовательный процесс имеет развивающий характер, т. е. направлен на развитие природных задатков учащихся, на реализацию их интересов и способностей. Широко применяются личностно-ориентированные технологии обучения, в центре внимания которых неповторимая личность, стремящаяся к реализации своих возможностей. Выбор методов (способов) обучения зависит от психофизиологических, возрастных особенностей учащихся, темы и формы занятий. При этом в процессе обучения все методы реализуются в теснейшей взаимосвязи.

Методика проведения занятий предполагает постоянное создание ситуаций успешности, радости от преодоления трудностей в освоении изучаемого материала и при выполнении самостоятельной работы. Этому способствуют совместные обсуждения технологии выполнения заданий, а также поощрение, создание положительной мотивации, актуализация интереса, олимпиады и конкурсы.

##### **3.2.2. Задачи второго года обучения:**

###### **Обучающие:**

- развить у обучающихся технологические навыки конструирования;
- сформировать у обучающихся навыки современного организационно-экономического мышления, обеспечивающих социальную адаптацию в условиях рыночных отношений.

###### **Развивающие:**

- поддержать самостоятельность в учебно-познавательной деятельности;
- сформировать техническое мышление и творческий подход к работе;
- развить навыки научно-исследовательской, инженерно-конструкторской и проектной деятельности;

###### **Воспитательные:**

- сформировать коммуникативную культуру, внимание, уважение к людям;
- воспитать трудолюбие, развить трудовые умения и навыки, расширить политехнический кругозор и умение планировать работу по реализации замысла, предвидение результата и его достижение;
- сформировать способности к продуктивному общению и сотрудничеству со сверстниками и взрослыми в процессе творческой деятельности.

##### **3.2.3. Содержание программы второго года обучения**

###### **Тема1. Введение**

Теория: Инструктаж по технике безопасности. Правила техники безопасности. Цели и задачи программы второго года обучения

Практика: Обсуждение перспектив занятий, брифинг по содержанию курса, анкетирование, практическая работа.

###### **Тема2. Повторение теории беспилотных летательных аппаратов. Полеты на симуляторе в Асго-режиме**

Теория: Устройство беспилотных авиационных систем. Основы конструкции мультироторных систем. Принципы управления мультироторными системами. Аппаратура

радиоуправления: принцип действия, общее устройство. Техника безопасности при работе с мультироторными системами. Электронные компоненты мультироторных систем: принципы работы, общее устройство. Литий-полимерные аккумуляторы и их зарядные устройства: устройство, принцип действия, методы зарядки/разрядки/хранения/балансировки аккумуляторов, безопасная работа с оборудованием.

Практика: Практическая работа по зарядке, разрядке и балансировки литий-полимерного аккумулятора. Полёты на симуляторе: обучение полётам на компьютере, проведение учебных полётов на симуляторе в Асго-режиме.

### **Тема3. Конструирование, сборка и настройка БПЛА. Визуальное пилотирование по усложненным трассам.**

Теория: Техника безопасности при сборке и настройке БПЛА, при подготовке к вылету. ТБ и технология пайки. Полётный контроллер: устройство полётного контроллера, принципы его функционирования, знакомство с программным обеспечением для настройки контроллера. Бесколлекторные двигатели и их регуляторы хода: устройство, принципы их функционирования. Платы разводки питания: общее устройство и характеристики. Инструктаж перед первыми учебными полётами.

Практика: Сборка и монтаж рамы и основных элементов БПЛА. Пайка двигателей, регуляторов хода, платы питания и силовых проводов. Настройка контроллера с помощью компьютера Проведение учебных полётов в зале, повторное выполнение заданий: «взлёт/посадка», «удержание на заданной высоте», «вперед-назад», «влево-вправо», «точная посадка на удаленную точку», «коробочка», «челнок», «восьмерка», «змейка», «облет по кругу». Выполнение полета по усложненной трассе на скорость и качество. Разбор аварийных ситуаций. Отработка навыков дефектовки и устранение неисправностей.

### **Тема4. Настройка, установка FPV – оборудования и захвата груза. Пилотирование по трассе.**

Теория: Основы видеотрансляции: принципы передачи видеосигнала, устройство и характеристики применяемого оборудования. Принципы установки захватывающего устройства для переноса груза на БПЛА. Использование магнитного захвата.

Практика: Установка, подключение и настройка видеооборудования на мультироторные системы. Пилотирование по маршрутам с использованием FPV-оборудования. Прохождение трассы в режиме FPV (оценивается точность\ скорость\ расчет траектории и проработка тактики, целостность БПЛА по завершении полёта). Демонтаж видеокамеры и видеопередатчика, сборка коптера в стандартный вид. Установка, настройка и калибровка захвата грузов. Внесение изменения в конструкцию коптера (установка полезной нагрузки (захвата) на коптер и оборудование системы полезной нагрузки световой индикацией). Настройка оборудования. Пилотирование по маршруту с захватом, переносом и сбросом грузов в заданных точках. Выполнение полетного задания с системой полезной нагрузки / захватывающим устройством

### **Тема 5 Радиоэлектроника и программирование**

Теория: Основы радиоэлектроники, схемотехники и макетирования электронных схем. Аналоговые и цифровые сигналы. Принципы работы с лабораторным измерительным оборудованием. Основы микроэлектроники и программирования микроконтроллеров. Коммуникация между полётным контроллером ЛА и дополнительным бортовым микроконтроллером. Передача телеметрии и управляющих команд



Практика: Практикум «Основы радио электроники, схемотехники и макетирования электронных схем». Практикум «Исследование электрических сигналов с помощью лабораторного оборудования». Практикум «Введение в программирование микроконтроллеров».

#### **Тема 6. Автономные беспилотные системы**

Теория: История автономных полётов. Развитие автопилотов в авиации. Техника безопасности при электромонтаже. Основы программирования на языке Python. Системы автоматического управления с контуром обратной связи. ПИД регуляторы. Способы предотвращения столкновений БПЛА с препятствиями. Методы определения расстояния до препятствий. Принцип функционирования ультразвукового сонара и работа с ним. Основы компьютерного зрения. Использование дронов для фотограмметрии. Принципы настройки параметров БПЛА, записи образа ОС. Работа с командной строкой одноплатного компьютера Raspberry PI и ssh клиентом. Способы навигации. Системы координат. Aguco метки. Задание карты меток. Полеты по Optical Flow и с использованием лазерного дальномера.

Практика: Сборка и монтаж квадрокоптера, одноплатного компьютера Raspberry PI и камеры для компьютерного зрения. Программирование и отладка на полигоне: переход в Position, автономный взлёт и посадка, пролёт трассы и выполнение миссий в автономном режиме с использованием бортовой индикации. Выполнение автономных программ полета со светодиодной индикацией. Программирование автономного полета по круговой траектории, автономный флип, посадка на движущуюся платформу, распознавание цвета, полет с лазерным дальномером, индикация высоты. Создание топиков и подписка на топики. Облет препятствия при помощи датчиков. Полет с магнитным захватом.

#### **Тема 7. Проектная деятельность**

Теория: Работа над инженерным проектом: основы планирования проектной работы, работа над проектом в составе команды.

Технологии лазерной резки и обработки материалов. Основы 3D-печати и 3D-моделирования: применяемое оборудование и программное обеспечение. Практическая работа в группах над инженерным проектом по теме «Беспилотная авиационная система». Подготовка и проведение презентации по проекту.

Подведение итогов обучения в ГБНОУ «Академия цифровых технологий» Санкт-Петербурга по дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программе «Дронрейсинг».

Практика: Моделирование квадрокоптера. Проектирование полета над трассой с препятствиями.

Программирование автономного взлета и посадки квадрокоптера. Видео нарезка полетов по трассе. Организация гонки квадрокоптеров. Применение квадрокоптеров в закрытом пространстве. Проектирование квадрокоптера-транспортника. Автономный полет по заданной траектории. Создание беспилотного летательного аппарата самолетного типа. Проект-хакатон по летательной робототехнике. Хакатон по беспилотным авиационным системам. Технологии Аэросъемки. Проект применения БПЛА в городской среде, с точки зрения проблем урбанистики. Защита проекта после каждого его выполнения. Брифинг и обсуждения в процессе реализации проектной деятельности.

#### **Тема 8. Заключительное занятие. Защита проекта**

Подведение итогов обучения в ГБНОУ «Академия цифровых технологий» Санкт-Петербурга по дополнительной общеобразовательной



1. <b>Вводное занятие.</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, инструктаж	Объяснительно-иллюстративный	Карточки с текстом по технике безопасности, инструкции по работе с оборудованием	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Опрос	On-line тестирование
2 <b>Теория . беспилотных летательных аппаратов. Полеты на симуляторе</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, репродуктивный, самообучение.	Карточки с заданиями. Примеры в электронном виде, презентации	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа полет на симуляторе без ошибок пилотирования, опрос	On-line тестирование
3 <b>Конструирование, сборка и настройка БПЛА. Визуальное пилотирование</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая.	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, самообучение.	Примеры в электронном виде. Презентации	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа: Тестовые полёты, опрос, форма фиксации результатов.	On-line тестирование
4 <b>Настройка, установка FPV оборудования и захвата груза. Пилотирование</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая.	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, взаимобучение. Самообучение.	Примеры проектов в электронном виде.	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа: Выполнение полётов с FPV-оборудованием и с захватом груза по	On-line тестирование

							трассе, форма фиксации и результативности.	
<b>5 Основы автономного полета БПЛА</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальное - групповая.	Объяснительно - иллюстративный, деятельностный, самообучение.	Примеры в электронном виде. Презентации	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа: переход в Position, автономный взлёт и посадка, опрос, форма фиксации и результативности.	On-line тестирование	
<b>6 Проектная деятельность</b>	Мини-диспут, защита проектов, контрольное занятие	Объяснительный, проектная деятельность.	Примеры в электронном виде	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Защита и анализ проекта, фиксации и результативности. Выступления на соревнованиях	Видеоконференция .Защита проекта	

для второго года обучения

№ п/п	Раздел или тема / программы	Формы проведения занятий	Приемы и методы, используемые педагогом	Дидактические материалы	При реализации		Формы подведения итогов	
					ДООП применением ЭО и/или ДОТ	Платформы /ресурсы и т.д	Средств коммуникации	очно
1	<b>Вводное занятие</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, инструктаж	Объяснительно-иллюстративный	Карточки с текстом по технике безопасности, инструкции по работе с оборудованием	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	опрос	On-line тестирование
2	<b>Повторение теории беспилотных летательных аппаратов. Полеты на симуляторе</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, репродуктивный, самообучение.	Карточки с заданиями. Примеры в электронном виде, презентации	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа полет на симуляторе без ошибок пилотирования, опрос	On-line тестирование
3	<b>Конструирование, сборка и настройка БПЛА. Визуальное пилотирование по усложненным трассам.</b>	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая.	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, самообучение.	Примеры в электронном виде. Презентации	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа: полёты по усложненной трассе, опрос, форма фиксации результатов.	On-line тестирование

4	Настройка, установка FPV оборудования и захвата груза. Пилотирование по усложненной трассе на скорость и качество.	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая.	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, взаимобучение. Самообучение.	Примеры проектов в электронном виде.	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа: Выполнение полётов с FPV-оборудованием и с захватом груза по трассе на скорость и качество, форма фиксации результативности.	On-line тестирование
5	Радиоэлектроника и программирование	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, репродуктивный, самообучение.	Карточки с заданиями. Примеры в электронном виде, презентации	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа, опрос, тесты, форма фиксации результативности.	On-line тестирование
6	Автономные беспилотные системы	Лекция, беседа, практическое занятие, индивидуальная групповая.	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, самообучение.	Примеры в электронном виде. Презентации	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Практическая работа: переход в Position, автономный взлёт и посадка, опрос, форма фиксации результативности.	On-line тестирование

7	<b>Проектная деятельность</b>	Мини-лекция, беседа, практическое занятие, индивидуально-групповая.	Объяснительно-иллюстративный, деятельностный, взаимобучение, творческий поиск. самообучение.	Примеры проектов в электронном виде.	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Анализ и самоанализ из выполненных проектов, фиксации результатов. Участие в конкурсах и соревнованиях	On-line тестирование
8	<b>Заключительное занятие. Защита проекта</b>	Мини-диспут, защита проектов, контрольное занятие	Объяснительный, проектная деятельность.	Примеры в электронном виде	Moodle Discord	Moodle Discord Google Form	Защита и анализ проекта, фиксации результатов	Видеоконференция. Защита проектов

## **4.2 Оценочные, диагностические материалы, формы фиксации результатов.**

В процессе реализации программы предусмотрены следующие формы контроля:

**Текущий контроль успеваемости.** Оценка качества усвоения обучающимися содержания дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы в период от начала обучения до промежуточной (итоговой) аттестации осуществляется по темам, разделам.

В случае, если обучающийся приступил к занятиям не с начала учебного года, с ним проводится собеседование с целью определения уровня его способностей и личностных качеств для освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы «Дронрейсинг».

**Промежуточная аттестация.** Предусматривает выполнение заданий по отдельным разделам образовательной программы. Результаты заданий, а также наблюдений педагога заносятся в специальную форму фиксации результатов освоения образовательной программы.

Текущий контроль и промежуточная аттестация предназначены для:

- для проверки качества усвоения учебного материала,
- для управления образовательным процессом,
- для оперативного внесения изменений в практические задания, способствующих лучшему раскрытию конкретного вопроса темы.

Теоретические знания контролируются опросом обучающихся по пройденной теме.

Практические навыки и умения контролируются при решении практических задач на занятиях.

### **Итоговая аттестация.**

Итоговая аттестация предназначена для определения степени достижения учебных целей и полноты содержания программы.

Результаты освоения дополнительной общеобразовательной общеразвивающей программы за год обучения фиксируются в документе «Диагностическая карта оценки уровня образовательных возможностей учащихся» (Приложение 1), утвержденным на педагогическом совете учреждения в соответствии с Положением о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся ГБНОУ «Академии цифровых технологий» Санкт-Петербурга.

Определить результативность освоения программы позволяет ряд диагностических методик: устные опросы учащихся, проверка алгоритма решения задачи и программной реализация алгоритма, групповой анализ решения и сравнительный анализ эффективности вариантов, контроль по тестовым данным, временной контроль быстродействия, результаты участия в городских, всероссийских олимпиадах по информатике. Параметры и критерии оценивания по программе представлены в таблице (Приложение 2).

При обучении используются основные методы организации и осуществления учебно-познавательной работы, такие как словесные, наглядные, практические, индуктивные и проблемно-поисковые. Выбор методов (способов) обучения зависит от психофизиологических, возрастных особенностей учащихся, темы и формы занятий. При этом в процессе обучения все методы реализуются в теснейшей взаимосвязи.

Методика проведения занятий предполагает постоянное создание ситуаций успешности, радости от преодоления трудностей в освоении изучаемого материала и при выполнении самостоятельной работы. Этому способствуют совместные обсуждения технологии выполнения заданий, а также поощрение, создание положительной мотивации,



актуализация интереса, олимпиады и конкурсы.

Важными условиями творческого самовыражения учащихся выступают реализуемые в педагогических технологиях идеи свободы выбора.

## 5. ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

На занятиях ДООП «Дронрейсинг» применяются технологии:

- информационно – коммуникационные технологии, совокупность методов, производственных процессов и программно-технических средств, которые интегрированы с целью сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и последующего использования информации в интересах пользователей;
- проектная технология способствует развитию таких личностных качеств учащихся, как самостоятельность, инициативность, способность к творчеству, позволяет распознать их насущные интересы и потребности и представляет собой технологию, рассчитанную на последовательное выполнение учебных проектов. При реализации проектной технологии создается конкретный продукт, являющийся результатом совместного труда и размышлений учащихся, который приносит им удовлетворение, в связи с тем, что учащиеся в результате работы над проектом пережили ситуацию успеха, самореализации. Проектная технология создает условия для ценностного переосмысления, диалога, при освоении содержания образования, применения и приобретения новых знаний и способов действия;
- здоровьесберегающие образовательные технологии – это совокупность приемов, методов организации учебно-воспитательного процесса, не наносящего вреда здоровью учащимся;
- игровая технология – это группа методов и приемов организации педагогического процесса в форме различных педагогических игр, которая стимулирует познавательную активность учащихся, «провоцирует» их самостоятельно искать ответы на возникающие вопросы, позволяет использовать жизненный опыт учащихся;
- традиционные технологии обучения:
  - а) объяснительно-иллюстративный метод обучения, т. е. педагог объясняет, наглядно иллюстрируя учебный материал. Данный метод осуществляется с использованием лекций, рассказов, бесед, демонстрационных операций. При данном методе деятельность учащегося направлена на получение информации и указаний, в результате данного метода формируются «знания-знакомства»;
  - б) репродуктивный метод осуществляется в случае, когда педагог составляет задания для учащихся, которые направлены на воспроизведение ими знаний, способов деятельности, решение задач, таким образом, учащийся сам активно использует имеющиеся у него знания, при этом отвечая на вопросы, решая задачи и т. д. В результате использования данного метода у учащихся формируются «знания-копии», репродуктивный метод направлен на процесс передачи учащимся готовых известных знаний с использованием различных методов;
  - в) технология проблемного обучения - организация учебных занятий, которая предполагает создание под руководством педагога проблемных ситуаций и активную самостоятельную деятельность учащихся по их разрешению, в результате чего и происходит творческое овладение знаниями, навыками, умениями и развитие мыслительных способностей;
  - г) групповые технологии - ведущая форма познавательной деятельности относится к групповой. Такая форма предусматривает деление обучаемых на несколько групп, где учащиеся получают специальные задания, для решения поставленных задач.

## 6. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ИСТОЧНИКИ.

- Сайт документации платформы «Клевер»
- Программирование на  
Python: <https://pythonworld.ru/>, <https://stepik.org/course/67/promo>
- Введение в ROS  
(<https://stepik.org/course/3222/promo>, <https://clover.coex.tech/ru/ros.html>)
- Техническое зрение
- Использование OpenCV  
(<https://docs.opencv.org/3.4/>, <http://robocraft.ru/blog/computervision/264.html>, [https://github.com/sfalexrog/coex\\_kb/blob/master/kb014\\_opencv\\_python.md](https://github.com/sfalexrog/coex_kb/blob/master/kb014_opencv_python.md))
- Видеоуроки
- Программирование нейронных сетей на Python
- Программирование автономного полёта
- Работа в симуляционной среде Gazebo





Приложение 2

Таблица параметров и критериев оценивания по программе:

« \_\_\_\_\_ », ФИО педагога

Параметры		Уровни	Степень выраженности качества	Оценка параметров
Личностные	Мотивация (выраженность интереса занятиям)	Высокий	Проявляет интерес и творческое отношение к изучаемым темам, стремится получить дополнительную информацию	3
		Средний	Интерес возникает к новому материалу, но не к способам его применения на практике	2
		Низкий	Интерес практически не обнаруживается	1
	Самооценка деятельности на занятиях	Высокий	Может самостоятельно оценить свои возможности в выполнении задания, учитывая изменения известных способов действия	3
		Средний	Может с помощью педагога оценить свои возможности в решении задания, учитывая изменения известных ему способов действий	2
		Низкий	Учащийся не умеет, не пытается и не испытывает потребности в оценке своих действий – ни самостоятельной, ни по просьбе педагога	1
	Ответственность и организованность	Высокий	Проявляет самостоятельность, пунктуальность и ответственность в подготовке к занятиям.	3
		Средний	Проявляет самостоятельность, но при подготовке к занятиям требуется внешняя стимуляция.	2
		Низкий	Уровень самостоятельности учащихся низкий, при подготовке к занятиям требуется постоянная внешняя стимуляция.	1
Метапредметные	Координационные способности	Высокий	Обладает двигательными способностями, определяющими быстроту освоения новых движений, а также умением адекватно перестраивать двигательную деятельность при неожиданных ситуациях.	3
		Средний	Обладает двигательными способностями, но не всегда быстро реагирует при неожиданных ситуациях, необходимо дополнительное повторение материала.	2
		Низкий	Уровень двигательных способностей учащихся низкий, при выполнении заданий требуется постоянная внешняя помощь.	1
	Умение работать в группе	Высокий	Способен к сотрудничеству, умеет слушать педагога и партнера, легко приходит к согласию.	3
Средний		Способен к сотрудничеству, но не всегда умеет аргументировать свою позицию и слушать партнера	2	

Коммуникативная компетенция	Низкий	В совместной деятельности не пытается договориться, не может прийти к согласию, настаивает на своем, конфликтует или игнорирует других	1
	Высокий	Проявляет умение передавать правильно свои мысли, чувства, эмоции.	3
	Средний	Обладает способностью передавать свои мысли и чувства, но иногда требуется внешняя стимуляция.	2
	Низкий	Обладает слабой способностью передавать свои мысли и чувства, постоянно требуется внешняя стимуляция.	1
Знания в области (по содержанию программы объединения)	Высокий	Знания в области терминологии (по содержанию программы) достаточно обширны и точны. Имеются лишь незначительные ошибочные неточности.	3
	Средний	Знания в области терминологии (по содержанию программы) не систематизированы, хаотичны, частично ошибочные.	2
	Низкий	Знания в области терминологии (по содержанию программы) отсутствуют. Имеющиеся представления часто ошибочны.	1
Знания элементов (по содержанию программы)	Высокий	Обладает знаниями элементов (по содержанию программы).	3
	Средний	Знание основных элементов (по содержанию программы) имеются.	2
	Низкий	Отсутствие системного понимания элементов (по содержанию программы).	1
Навыки (по содержанию программы)	Высокий	Навыки (по содержанию программы) освоены хорошо, многие отлично. Требуется только итоговый контроль при окончании работ. Дополнительные подсказки редки и незначительны.	3
	Средний	Основные навыки (по содержанию программы) освоены достаточно хорошо, но для успешного завершения работ требуется дополнительный контроль и подсказки. Дополнительная помощь незначительна.	2
	Низкий	Даже самые несложные действия (по содержанию программы) самостоятельно выполняются с ошибками и с низким качеством. Для завершения работ часто требуется помощь.	1

Предметные