

**Министерство образования и науки Хабаровского края
Краевое государственное автономное
нетиповое образовательное учреждение
«Краевой центр образования»**

РАССМОТРЕНО
на заседании Педагогического совета
КГАНОУ «Краевой центр образования»
Протокол № 1
«29» августа 2023 г.



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор КГАНОУ
«Краевой центр образования»
П.С. Черемухин
«29» августа 2023 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ДРОНОВ»**

Направленность: техническая
Уровень освоения: базовый
Возраст учащихся: 11-16 лет
Общий объем программы в часах: 144 часа

Составитель:
Токарь Сергей Александрович, ПДО.

Хабаровск
2023 г.

Используемые термины и сокращения

АКБ	-	аккумуляторная батарея;
АФС	-	аэрофотосъемка;
АРМ	-	автоматизированное рабочее место;
БАС	-	беспилотная авиационная система;
БЛА	-	беспилотный летательный аппарат;
БРЭО	-	бортовое радиоэлектронное оборудование;
ДПН	-	дополнительная полезная нагрузка;
ИВП	-	использование воздушного пространства РФ;
НПУ	-	наземный пункт управления;
КСО	-	комплект стартового оборудования;
КТР	-	командно-телеметрическая радиолиния;
ОрВД	-	органы организации воздушного движения;
РЛЭ	-	руководство по лётной эксплуатации;
САУ	-	система автоматического управления;
СНС	-	спутниковая навигационная система;
СПП	-	стартово- посадочная площадка;
ТВС	-	тепловизорная съемка;
НГО	-	нижняя граница облачности;
ПК	-	персональный компьютер;
ТО	-	техническое обслуживание

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Беспилотные Авиационные Системы- назначение, конструкция, эксплуатация. Квадрокоптер «Клевер». Использование коммерческих дронов в различных отраслях деятельности общества.» (далее - Программа) имеет техническую направленность, и связана с моделированием, конструированием и пилотированием беспилотных летательных аппаратов, использованием их полезной нагрузки. Программа разработана с учетом следующих нормативно-правовых документов:

- Федеральный Закон от 29.12.2012г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (далее – ФЗ);
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27.07.2022 № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28 Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи»;
- Распоряжение Правительства РФ от 31.03.2022 г. № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 г.»;
- Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 03.09.2019 № 467 «Об утверждении Целевой модели развития региональных систем дополнительного образования детей»;
- Приказ министерства просвещения РФ от 2 февраля 2021 г. № 38 «О внесении изменений в Целевую модель развития региональных систем дополнительного образования детей, утвержденную приказом Министерства просвещения РФ от 3 сентября 2019 года № 467».
- Приказ КГАОУ ДО РМЦ от 26.09.2019 № 383П «Об утверждении Положения о дополнительной общеобразовательной программе в Хабаровском крае»;
- Устав КГАНОУ «Краевой центр образования».

Актуальность

Современные беспилотные авиационные системы представляют собой наукоемкую, высокотехнологичную область и являются одним из наиболее перспективных направлений развития авиации, поэтому данный курс является весьма актуальным. Современные тенденции развития автоматизированных комплексов в авиации получили реализацию также в виде беспилотных авиационных систем (БАС).

В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к беспилотной авиации как инновационному направлению развития современной техники, хотя история развития этого направления началась уже более 100 лет тому назад.

Развитие современных и перспективных технологий позволяет сегодня беспилотным летательным аппаратам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были им недоступны или выполнялись другими силами и средствами.

Благодаря росту возможностей и повышению доступности дронов, потенциал использования их в разных сферах экономики стремительно растёт. Это создало необходимость в новой профессии: оператор БАС. Стратегическая задача курса состоит в подготовке специалистов по конструированию, программированию и эксплуатации БАС.

Описываемая образовательная программа интересна тем, что совмещает в себе несколько важных направлений, одновременно необходимых для проектирования летательных аппаратов и подготовку обучающихся к планированию и проектированию разноуровневых технических проектов и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве

ЦЕЛЬ: развитие инженерно-технических способностей через конструирование, пилотирование беспилотных летательных аппаратов.

ЗАДАЧИ:

- сформировать навыки в области сборки, моделирования, конструирования, программирования БАС (на моделях: квадрокоптер «Клевер», DJI: Mini, Phantom 4 Pro+, Mavic 2 Pro, Eachine самолётного типа);
- расширить знания современных конструкционных материалов;
- сформировать знания в области аэродинамики коптеров и дронов самолётного типа;
- научить поиску и применению программ для промышленных дронов;

- научить основам проектной деятельности;
- продолжать развивать навыки сотрудничества: работа в коллективе, в команде, малой группе (в паре).

Отличительные особенности программы.

Программа направлена на развитие у обучающихся системного подхода к проектированию и изготовлению компонентов беспилотных авиационных систем и их интеграции в готовые конструкторские схемы, планирование этой работы в соответствии с техническим заданием.

Изучение технических характеристик, систем управления, эксплуатации полезной нагрузки промышленных дронов.

Учащимся предлагается в составе микрогрупп (2-6 чел.) разработать проект беспилотной авиационной системы для решения конкретных задач, а затем воплотить эти схемы в модели, используя действующий учебный квадрокоптер «Клевер 4»; DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, Mavic 2 Pro; самолётного типа Eachine и дополнительное оборудование. Программа предполагает, после ознакомления с теоретической базой современной беспилотной авиации и ее техническими средствами, обязательный выбор собственного уникального проекта для каждой микрогруппы и полноценную его реализацию под руководством куратора-педагога. При этом всю работу, от постановки технического задания на разработку до выпуска продукта учащиеся выполняют самостоятельно.

Адресат программы: обучающиеся 11-16 лет.

Наполняемость группы: 8-12 человек.

Форма реализации программы: очная, с возможностью применения дистанционной формы на платформе программы Discord, Zoom, Telegram, Yandex.

Формы организации деятельности обучающихся.

При изучении тем программа предусматривает использование фронтальной, индивидуальной и групповой формы учебной работы обучающихся.

Объем, режим и сроки реализации программы.

Период	Продолжительность занятия	Кол-во занятий в неделю	Кол-во часов за неделю	Кол-во недель	Кол-во часов всего

10 месяцев	2 ч.	2	4 ч.	36	144 ч.
---------------	------	---	------	----	--------

Формы занятий: беседы, практикумы, занятия по решению кейсов, семинары, работа на симуляторах BBS LiftOff, изучение видеоматериалов, инструкций по эксплуатации, дополнительного оборудования, варианты использования полезной нагрузки и обсуждение, выполнение тестовых заданий, конкурсы и соревнования.

Учебный план

Раздел	Наименование темы	Объем часов		
		Всего	Теория	Практика
1	Введение.	2	2	
2	Аэродинамика коптеров и дронов самолётного типа.	8	4	4
3	Радиоэлектронное оборудования БВС и полезной нагрузки.	12	4	8
4	Метеорология и РТО полетов, основы радиосвязи. Взаимодействие с органами ОрВД.	8	4	4
5	Беспилотная авиационная система. Компоненты для различных задач.	14	8	6
6	Работа с конструктором БАС. Совместимость узлов и агрегатов в одной беспилотной системе.	24	6	18
7	Отработка навыков полета в симуляторе.	24	2	22
8	Тестовые полёты на доработанных БПЛА. Пилотирование коммерческих дронов.	24	4	20
9	Подготовка и разработка личных проектов.	24	4	20
10	Итоговое занятие. Демонстрационный экзамен.	4		4
	ИТОГО	144	38	106

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Изучение тематики дисциплин организовано с таким расчетом, чтобы к началу практических управлений полетами БЛА была пройдена программа теоретической подготовки и осуществлён контроль освоения программы по следующим дисциплинам:

- аэродинамический расчёт БВС;
- проектирование конструкции БЛА;

- Квадрокоптер «Клевер», DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, самолётного типа Eachine
- программирование авиационного и радиоэлектронного оборудования БАС;
- эксплуатация коммерческих БАС;
- дистанционная и автономная навигация;
- авиационная метеорология;

1. Введение.

Приветствие группы, дружеская беседа и знакомство членов группы. Определение уровня развития и компетенции, личного опыта и роста за время каникул.

Содержание программы.

Общие правила безопасности в образовательном учреждении. Основы техники безопасности при работе с электрическими приборами. Техника безопасности при работе в лаборатории. Общие положения техники безопасности при работе в цехе. Техника безопасности при работе с лабораторными установками.

Меры безопасности при эксплуатации беспилотных авиационных систем.

2. АЭРОДИНАМИКА ДРОНОВ САМОЛЁТНОГО И ВЕРТОЛЁТНОГО ТИПА

Методические указания

Изучение курса проводить с использованием моделей, макетов, схем, учебных видео роликов, применительно к изучаемому типу БЛА.

При изучении тематики особое внимание уделять раскрытию физической сущности явлений происходящих при полете ЛА. Вопросы техники управления и поведения БЛА тесно увязывать с вопросами эксплуатации самолета, двигателя и оборудования БЛА.

Особое внимание уделить расчетам параметров полета (R разворота, угол набора и снижения, тяговооружённость, и т.п.)

Содержание тем

Тема № 1. Основные свойства воздуха

Атмосфера земли. Физические характеристики атмосферы и их влияние на полет. Температура воздуха. Атмосферное давление. Плотность воздуха.

Международная стандартная атмосфера. Инертность, вязкость и сжимаемость воздуха. Скорость звука и скачки уплотнения

Тема 2. Силовая установка

Назначение и виды силовых установок. Воздушный винт. Основные геометрические характеристики воздушного винта. Аэродинамические характеристики винта. График потребной и располагаемой тяги и влияние на них высоты полета.

Тема 3. Аэродинамика БВС самолётного типа. Центровка и фокус самолёта. Аэродинамическое качество самолёта. Компоновка БВС самолётного типа. Хвостовое оперение и бесхвостая аэродинамическая схема. Элероны и элевоны. Аэродинамическая схема «утка».

3. РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Методические указания

Изучение курса проводить с использованием моделей, макетов, схем, учебных видео роликов, применительно к изучаемому типу БЛА.

При изучении тематики особое внимание уделять раскрытию физической сущности явлений происходящих при полете ЛА. Вопросы штурманской подготовки и поведения БЛА на маршруте, тесно увязывать с вопросами применения наземного и бортового программного обеспечения.

Особое внимание уделить анализу и расчету параметров полета выполняемых в холмистой и горной местности с использованием возможностей ПО «Google Earth» или ему подобного.

Содержание тем.

Тема № 1. Краткий курс радиотехнических устройств.

Начальные элементы радиотехнических средств. Разбор технических элементов использующиеся на беспилотном летательном аппарате.

Устройство и конструкция БАС. Расчет элементов которые могут использоваться на БВС. Стабилизаторы напряжения. Полетные контроллеры и их программное обеспечение.

Инженерные решения и варианты исполнения электрической части беспилотного летательного аппарата.

Тема № 2. Практическое применение навыков.

Краткие сведения о земном магнетизме. Назначение, принцип действия и устройство авиационных магнитных компасов.

Высота полета. Барометрический метод измерения высоты. Назначение и устройство барометрических высотомеров. Используемые на БВС высотомеры

Скорость полета. Аэродинамический метод измерения воздушной скорости. Приемники воздушных давлений. Устройство указателей воздушной скорости.

Измерение высоты и скорости полёта по GPS.

Курс по основам пайки. Пайка простых схем и проверка их на работоспособность.

4. МЕТЕОРОЛОГИЯ И РТО ПОЛЕТОВ

Методические указания

В процессе изложения тем, преподаватель должен акцентировать внимание слушателей на влиянии различных метеоусловий на полет ЛА, методике анализа поведения самолета в воздухе и необходимости обязательного изучения прогноза погоды выдаваемого различными метеоцентрами.

Тема № 1. Основные термины и определения.

Атмосферное давление понятие и определение. Единицы его измерения и их соотношения. Изменение давления с высотой.

Температура воздуха, ее определение и единицы измерения. Видимость. Определение полетной видимости и ее деление на горизонтальную, вертикальную и наклонную видимости.

Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Точка росы. Облака и осадки. Определение и классификация облаков по внешнему виду и по расположению нижней границы (основания) облаков над земной поверхностью. Осадки и условия их образования.

Опасные явления погоды, действия при попадании в ОЯП.

Тема № 2. Правила ведения радиообмена

Радиоданные, их назначение и порядок использования. Порядок вхождения в связь. Порядок вызова, ответа на вызов, радиообмена, заявки на полёт.

Радиодисциплина. Случаи, в которых разрешается ведение радиообмена открытым текстом.

5. Беспилотная авиационная система

Методические указания

Изучение состава и конструкции проводить с использованием наглядных пособий, схем, графиков, учебных фильмов и тренажерного оборудования. Особое внимание обращать на различия в конструкции и составе БАС одного типа, но различных модификаций, соблюдение мер безопасности при эксплуатации БАС.

Содержание тем

Тема №1. Состав, устройство, назначение БАС

Состав БЛА, состав наземного пункта управления (НПУ), состав комплекта стартового оборудования.

Общее устройство, технические характеристики эксплуатационные ограничения и описание работы комплекса. Устройство БЛА, силовая установка и топливная система, бортовое радиоэлектронное, пилотажно-навигационное, авиационное оборудование. Системы управления ПН. Устанавливаемые на БЛА нагрузки. Аварийно-спасательное, посадочное устройство. Устройство и работа НПУ. Устройство и работа комплекта стартового оборудования.

Назначение и области применения. Особенности эксплуатации. Меры безопасности при работе.

6. РАБОТА С КОНСТРУКТОРОМ БАС

Методические указания

Изучение состава и конструкции проводить с использованием наглядных пособий, схем, графиков, учебных фильмов и тренажерного оборудования. Особое внимание обращать на различия в конструкции и составе БАС одного

типа, но различных модификаций, соблюдение мер безопасности при эксплуатации БАС.

Содержание тем.

Тема №1. Состав, устройство, назначение БАС

Состав БЛА, состав наземного пункта управления (НПУ), состав комплекта стартового оборудования.

Общее устройство, технические характеристики эксплуатационные ограничения и описание работы комплекса. Устройство БЛА, силовая установка и топливная система, бортовое радиоэлектронное, пилотажно-навигационное, авиационное оборудование. Системы управления ПН. Устанавливаемые на БЛА нагрузки. Аварийно-спасательное, посадочное устройство. Устройство и работа НПУ. Устройство и работа комплекта стартового оборудования.

Назначение и области применения. Особенности эксплуатации. Меры безопасности при работе.

Тема №2. Рама БЛА

Назначение, состав и общее устройство ЛА. Аэродинамическая схема. Технические характеристики и эксплуатационные ограничения.

Консервация и расконсервация. Правила хранения и транспортирования. Текущий ремонт. ЗИП и расходные материалы, используемые при обслуживании. Особенности эксплуатации.

Тема №3. Силовая установка БЛА

Назначение силовой установки и её систем. Характеристики двигателей. Принцип функционирования. Особенности эксплуатации.

Монтаж и демонтаж двигателя. Монтаж и демонтаж воздушного винта.

Тема № 4. Работа с конструктором БАС

Сборка и программирования конструктора COEX Clover 4. Пайка и сборка основных частей

Теория: основы устройства, применения и управления мультироторными системами, основы программирование в Python, программирование на дроне, аэрофотосъёмка, основы 3D моделирования, ознакомление с беспилотником самолетного типа.

Практика: сборка коптера, пайка узлов коптера, настройка полетного

контроллера, диагностика и ремонт коптера, визуальное пилотирование коптера, пилотирование в FPV и пилотирование с полезной нагрузкой, программирование на дроне и в симуляторе GAZEBO, моделирование узла квадрокоптера, изготовление и его монтаж.

Разработка проекта для улучшения и расширения функциональных возможностей коптера.

7. ОТРАБОТКА НАВЫКОВ ПОЛЕТА В СИМУЛЯТОРЕ

Тема №1. Принципы работы с программами.

Основные органы управления пульта управления. Принцип полета и основы прохождения специальной трассы.

Тема №2. Полет на симуляторе.

Практический полет на симуляторе полета с использованием пульта управления. Отработка навыков пилотирования воздушного судна. Прохождение трассы на время.

8. ПРОБНЫЕ ПОЛЕТЫ НА БВС

Содержание тем

Тема №1. Изучение инструкции по эксплуатации », DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, Mavic 2 Pro, самолётного типа Eachine. Меры безопасности при эксплуатации БАС.

Тема №2. Подготовка БПЛА к полету. Отработка основных элементов в специально оборудованной сетке для полетов. Отработка внештатных ситуаций при полете.

Тема №3. Полет на специальном поле. Квадрокоптер «Клевер», DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, Mavic 2 Pro, самолётного типа Eachine

9. РАЗРАБОТКА ЛИЧНЫХ ПРОЕКТОВ

Тема №1. Изучение возможностей расширения функциональных возможностей коммерческих дронов.

Тема №2. Выбор темы собственных проектов, деление на группы.

Тема № 3. Реализация личных проектов.

10. ИТОГОВЫЙ ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ЭКЗАМЕН.

Ученики должны определить неисправности в квадрокоптере «Клевер», устранить их, настроить систему управления и выполнить демонстрационный полёт по заданному маршруту с преодолением 4-х «ворот», 4-х «колец» в 2-х уровнях, с контролем времени и ошибок в виде касания препятствий, падений и несоблюдения правил безопасности. Демонстрация личного проекта.

Ожидаемые результаты и способы их проверки.

Предметные:

Обучающийся будет знать:

- особенности систем управления различных типов промышленных БВС, их функциональные возможности;
- характеристики и особенности различных конструкционных материалов, применяемых в изготовлении БВС;
- алгоритм выбора и реализации приемов и технологий для изготовления узлов БВС и систем крепления полезной нагрузки.

Обучающийся будет уметь:

- находить источники информации для решения различных задач;
- выполнить расчеты узлов модели при проектировании беспилотного летательного аппарата;
- самостоятельно определять состав полезной нагрузки БВС в БАС для выполнения определённых задач, рассчитывать параметры её применения;
- сможет выполнить полёт по замкнутой трассе в 2-х уровнях с четырьмя воротами, посадкой в заданной точке;
- уверенное владение высокотехнологичным оборудованием (коптеры, БПЛА);
- может выполнить регистрацию БВС в соответствии с законодательством;
- может взаимодействовать с ОрВД для законного ИВП.

Метапредметные и личностные:

- может организовать рабочее место, построить алгоритм подготовки и выполнения полёта, взаимодействие при групповой работе с оборудованием и выполнении одиночных гонок и групповых полётов;

- проявляет навыки кооперации при работе в группе: распределяет и принимает обязанности, берет ответственность за результат, выстраивает продуктивные коммуникации, поддерживает продуктивный климат в коллективе.

- может анализировать условия задачи, искать нужную информацию, ставить и задавать вопросы, организовывать личную творческую работу.

Опыт:

- коммуникации и самоорганизации, научиться придерживаться иерархии ролей, оказывать взаимопомощь и контроль за сотрудниками, поддерживать чувство ответственности каждого за коллективный результат.

- Научится анализировать возможности коммерческих дронов для расширения их функциональных возможностей.

- сможет использовать ПО QGround Control, LiftOff, Microsoft Power Point для разработки и презентации проекта.

Формы представления и оценки результатов.

Текущий контроль усвоения программы проводится во время занятий при помощи производится методом устного опроса, письменных тестов и с использованием обучающих игровых программ, соревнований различного уровня в группе и с другими профильными коллективами, итоговой аттестации.

Оценка уровня компетенции проводится преподавателем в процессе выполнения обучающимся собственного итогового проекта и его защиты.

Промежуточный контроль осуществляется каждую неделю в форме демонстрации приобретённых навыков.

Итоговый контроль проходит по окончании программы в форме демонстрационного экзамена по настройке и пилотированию БЛА. Результаты соревнований фиксируются в протоколе, который заполняется на каждого участника. Каждый критерий оценивается от 1 до 10 баллов. (Приложение 1)

Организационно-педагогические условия.

п/п	Название
Информационно-методическое обеспечение	
1.	Канатников А.Н Допустимые пространственные траектории беспилотного летательного аппарата в вертикальной плоскости. / Канатников А.Н., Крищенко А.П., Ткачев С.Б. Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. №3- 178с.
2.	Институт транспорта и связи. Основы аэродинамики и динамики полета. Учеб.пособие / С.И.Самыгин [и др.]; под ред. С.И.Самыгина. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2019. – 511 с.
3.	Моделирование управления квадрокоптером. Инженерный вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014 №8- 48 с.
4.	Федеральные авиационные правила. Постановление правительства РФ от 11 марта 2010г. №138- .pdf- 108 с.
5.	Официальный сайт компании «Коптер Экспресс» https://clover.coex.tech/ru/lessons.html
Материально-техническое оснащение	
	Основной набор для сборки квадрокоптера «Клевер»-10 шт.
	Комплект для FPV- полетов «Клевер FPV»- 5 шт.
	Комплект для изучение основ радиоэлектроники и программирования квадрокоптеров «КлеверSense»- 5 шт.
	Квадрокоптер «Клевер», DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+,самолётного типа Eachine.
	Квадрокоптер тренировочный Blade Industrix FPV 5 шт.
	Квадрокоптер с фотокамерой для обучения ортофотосъемки «КК-12»-2 шт.
	Учебный октокоптер для доставки грузов «КП-04»- 1 шт.
	Квадрокоптер DJI Phantom 4 3 доп. Аккумуляторами, 1 доп. Зарядкой и защитой винтов- 1 шт.
	Ремонтный набор квадрокоптера «Клевер 4»- 5 шт.
	Ноутбук с ПО LiftOff, QGround Control, Betafly- 10 шт.
	Проектор- 1 шт.
	Интерактивный экран-1 шт.

Итоговая аттестация.

Проводится в форме демозэкзамена, оцениваются следующие навыки и умения (в полном объёме, не в полном объёме, не освоил):

№п/п	Критерий	Оценка
1	Описание воздушного пространства в районе полётов, анализ запретных зон, соблюдение законодательства РФ в области беспилотных воздушных судов.	
2	Сборка квадрокоптера «Клевер», демонстрация собственного проекта по модернизации БАС.	
3	Настройка параметров управления и эксплуатация Квадрокоптера «Клевер», DJI: Mini 2, Phantom 4 Pro+, самолётного типа Eachine	
4	Выполнение демонстрационных полётов по заданному маршруту с 4-мя воротами в 2-х уровнях и посадкой в заданной точке с контролем времени	
5	Поиск и устранение неисправностей. Обслуживание БВС.	
6	Настройка параметров полёта DJI: Mini 2, Mavic 2 Pro, Phantom 4 Pro+, самолётного типа Eachine.	
7	Настройка параметров полезной нагрузки DJI: Mini 2, Mavic 2 Pro, Phantom 4 Pro+.	
8	Использование интеллектуальных режимов полёта DJI: Mini 2, Mavic 2 Pro, Phantom 4 Pro+.	
9	Выполнение демонстрационных полётов по заданному маршруту с 4-мя воротами в 2-х уровнях и посадкой в заданной точке с контролем времени	
10	Поиск и устранение неисправностей. Обслуживание БВС.	

Итоговая оценка:

Наставник:

Дата: