

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:
Декан
С. В. Шидловский

Оценочные материалы по дисциплине

Введение в технологии и эксплуатацию БАС

по направлению подготовки / специальности

27.03.05 Инноватика

Направленность (профиль) подготовки:
Технологии проектирования и управления беспилотными авиационными системами

Форма обучения
Очная

Квалификация
Инженер/инженер-аналитик

Год приема
2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
С.В. Шидловский

Председатель УМК
О.В. Вусович

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПК-4.1 Знает нормы, правила и технические особенности для эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

ПК-4.2 Умеет подготавливать к полетам беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной массой 30 килограммов и менее.

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– практические задания

Примеры практических заданий:

Практическое задание №1. Подбор комплектующих БВС

Подбор необходимого оборудования для создания мультикоптера.

Необходимо подобрать оборудование для мультикоптера, который сможет выполнять одну из следующих задач. Выбор задачи для выполнения осуществляется в соответствии с вариантом:

1. Доставка груза весом до 3 кг;
2. Любительская видеосъемка на камеру типа GoPro;
3. Исследование протяженных маршрутов с помощью дополнительных сенсоров;
4. Орошение урожая;
5. Для полетов внутри помещений;
6. Мониторинг протяженных трубопроводов;
7. Беспилотник для образовательных целей в учебные учреждения;
8. Мультикоптер для тренировок по гоночным соревнованиям

Необходимо заполнить таблицу, где нужно указать компоненты для мультиротора, которые являются наиболее подходящими для выполнения задачи

Порядок проведения работы:

1. Оценить примерную массу беспилотника для выполнения данной задачи;
2. Определить схему мультиротора (квадрокоптер, гексакоптер и т.д.);
3. Подобрать необходимые моторы:
 - a. С помощью таблицы (см прикрепленный файл «Выбор моторов») определить подходящую модель мотора;
 - b. В данной таблице указана поднимаемая нагрузка **одним** мотором, выраженная в граммах, при уровне газа 50%. Чтобы получить итоговую поднимаемую нагрузку, необходимо умножить это значение на число моторов;
 - c. перейти на страницу сайта, указанную в таблице и подробнее изучить выбранный мотор. Найти максимальный потребляемый ток (потребляемую мощность) мотора
4. Подобрать регуляторы скорости, относительно выбранных моторов: использовать значение максимального потребляемого тока для выбора регулятора скорости. Варианты регуляторов скорости представлены по следующим ссылкам:

- a. Alpha Серия: <https://store.tmotor.com/category.php?id=59>
- b. Flame Серия: <https://store.tmotor.com/category.php?id=20>
- c. Air Серия: <https://store.tmotor.com/category.php?id=21>
5. Подобрать необходимый размер пропеллера. Перейдя по ссылке на выбранный мотор, в разделе “Спецификация” можно найти тестирование моторов с различными пропеллерами и подобрать необходимый. Варианты пропеллеров представлены по следующим ссылкам:
 - a. Glossy <https://store.tmotor.com/category.php?id=67>
 - b. Folding <https://store.tmotor.com/category.php?id=69>
 - c. Polish <https://store.tmotor.com/category.php?id=68>
 - d. Полимерные <https://store.tmotor.com/category.php?id=71>
6. Подобрать аккумулятор, соответствующий по напряжению с выбранными моторами:
 - a. Аккумуляторы Tattu 3S: https://genstattu.com/lipo-battery.html?_bc_fsnf=1&brand=2&Voltage%28V%29=11.1
 - b. Аккумуляторы Tattu 4S: https://genstattu.com/lipo-battery.html?_bc_fsnf=1&brand=2&Voltage%28V%29=14.8
 - c. Аккумуляторы Tattu 6S: https://genstattu.com/lipo-battery.html?_bc_fsnf=1&brand=2&Voltage%28V%29=22.2
7. Оценить необходимость дополнительного оборудования и заполнить таблицу (см файл Состав БПЛА) с указанием выбора;
8. Заполнить таблицу «Состав БПЛА» полностью, также в отдельном поле документа оставить комментарий, обосновывающий выбор оборудования.

Практическое задание №2. Построение полетных заданий

Необходимо с помощью программного обеспечения QGroundControl построить 2 полетных задания, которые будут различны по характеру облета территории.

Порядок выполнения работы:

1. Запустить ПО QGroundControl;
2. На карте со спутника найти местоположение Вашего населенного пункта, где Вы проживаете (город, село, поселок городского типа и т.д.);
3. На карте найти 2 объекта интереса: первый - протяженный объект (например, дорога), второй - площадной (например, здание и территория прилегающая к нему, поле с посевом и т.д.);
4. Найти подходящее место, с которого можно осуществлять полет и/или посадку БПЛА;
5. Составить полетное задание движения БПЛА по точкам:
 - 1) предпочтительно аппарат должен взлетать и осуществлять посадку в одной и той же окрестности;
 - 2) маршрут должен содержать не менее 15 точек;
 - 3) 7 и более точек должны быть с редактированием настроек, например, изменение высоты на данной точке, изменение скорости полета, удержание позиции по времени, формирование управляющего сигнала, который работает с дополнительным оборудованием, смена ориентации подвеса и т.д.;

4) при построении миссии стоит учитывать высоту объектов, над которыми осуществляется полет (можно использовать Google Maps или другие дополнительные источники информации для определения высоты объектов);

5) итоговое расстояние должно быть не менее 5 км, примерное время выполнения полетного задания - не более 35-40 минут.

6) также можете использовать дополнительный функционал точек, например, переназначать на Land, Return to Launch и т.д.

7) сохранить полетное задание.

6. Составить полетное задание движения по исследованию площади

1) предпочтительно аппарат должен взлетать и осуществлять посадку в одной и той же окрестности;

2) при построении миссии стоит учитывать высоту объектов, над которыми осуществляется полет (можно использовать Google Maps или другие дополнительные источники информации для определения высоты объектов);

3) итоговое расстояние должно быть не менее 5 км, примерное время выполнения полетного задания - не более 35-40 минут.

4) также можете использовать дополнительный функционал точек, например, переназначать на Land, Return to Launch, удержание позиции на точке и т.д;

5) сохранить полетное задание.

После выполнения практического задания необходимо прикрепить сохраненные полетные миссии (2 файла, полученные по результату работы) в электронную систему.

Практическое задание №3. Модификация полетных заданий в зависимости от метеоусловий.

Необходимо отредактировать полетные задания в соответствии с погодными обстоятельствами и подготовить пошаговый алгоритм действий по подготовке БВС к полету.

1. Составить новое полетное задание в соответствии с условиями по высоте или отредактировать миссию, спроектированную к практическому заданию №2;

2. Учесть погодные условия, указанные в таблице, по вашему варианту;

3. Составить алгоритм действий, следующего плана (пример):

1) составить полетное задание по выполнению полетной задачи;

2) посмотреть прогноз погоды к необходимой дате и времени полета;

3) проверка БПЛА по составу;

4) выезд на точку старта;

5) оценка обстановки: нахождение удобной позиции старта, проверка наличия осадков, температуры окружающей среды и т.д.;

6) расположение наземной станции в окрестности точки старта;

7) разворачивание БПЛА и подготовка к выполнению задачи;

8) включение наземной станции;

9) включение радиоаппаратуры;

10) подача питания на БПЛА;

11) ожидание получения бортовых данных на наземной станции;

12) предпроверка аппаратных средств БПЛА;

13) монтаж пропеллеров на валы двигателей;

- 14) визуальная оценка БПЛА: ничего не должно мешать вращению моторов и поднятию БПЛА в воздух;
 - 15) загрузка полетного задания в контроллер;
 - 16) сообщение о готовности проводить полет;
 - 17) расположение оператора возле наземной станции для оценки параметров во время полета.
4. Принять решение по проведению полета

Практические задания оцениваются по следующей шкале:

- 0 баллов – задание не принято: задание не выполнено или выполнено не полностью;
- 1 балл – задание принято: присутствуют небольшие недочеты, некритичные для данной работы;
- 2 балла – задание принято: работа выполнена полностью в соответствии с заданием.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет в первом семестре проводится в виде тестового задания. Задание состоит из 20 вопросов: 16 вопросов закрытого типа (выбор одного или нескольких вариантов ответа) и 4 вопроса открытого типа (краткий ответ на вопрос, 1-2 предложений). Успешным считается результат 70% и более правильных ответов (т.е. минимум 14 правильных ответов). Таким образом, максимально возможное количество баллов за прохождение тестирования составляет 24 балла, минимально допустимое – 14 баллов. Продолжительность зачета 1 час.

Примеры вопросов тестирования:

1. Какие компоненты обязательно должны быть в каждом БВС мультироторного типа? Укажите несколько вариантов ответа.

- 1) Электродвигатели
- 2) Регуляторы скорости
- 3) Видеосистема
- 4) Полетный контроллер
- 5) Пропеллеры
- 6) Радиоаппаратура
- 7) Телеметрические модули
- 8) Рама
- 9) Аккумулятор

2. Соотнесите значение для определения особенностей правового режима и максимальную взлетную массу квадрокоптера или иного беспилотного воздушного судна

- 1) До 149 г.
- 2) От 150 г до 30 кг
- 3) От 30 кг и более

- не подлежат государственной регистрации или учету
- подлежат государственному учету
- подлежат государственной регистрации с занесением в специальный реестр воздушных судов

3. Какие погодные условия оказывают влияние на успешный полет БВС? Опишите как минимум 3 условия.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

1. Расшифруйте численное обозначение пропеллера размером 11x4,5^
 - а) Первое число в маркировке обозначает шаг винта в дюймах, а второе - диаметр винта
 - б) Первое число в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а второе - шаг винта
 - в) Первое число в маркировке обозначает диаметр винта в дюймах, а второе - диаметр отверстия под ось мотора
2. Полетный контроллер – это
 - а) электронное устройство, управляющее полетом летательного аппарата
 - б) электронное устройство, управляющее положением камеры для записи видео
 - в) электронное устройство, необходимое для связи через спутник
3. Что НЕЛЬЗЯ делать во время автоматического полета?
 - а) принудительно останавливать выполнение полетного задания
 - б) корректировать движение БПЛА с помощью пульта управления
 - в) отходить от наземной станции управления
 - г) собирать данные по текущему полету
4. Что НЕОБХОДИМО делать сразу после приземления?
 - а) Подойти к коптеру и отключить его аккумулятор
 - б) Перевести БПЛА в режим Disarm
 - в) Выключить пульт
 - г) Отключить полезную нагрузку БПЛА
5. Как расшифровывается аббревиатура FPV?
 - а) носимая камера
 - б) полеты без управления
 - в) вид от первого лица
6. Для каких целей предназначены телеметрические модули?
 - а) для измерения угловых положений БПЛА;
 - б) для получения координат со спутников;
 - в) для ручного управления БПЛА;
 - г) для установки беспроводной связи с БПЛА.
7. Акселерометр – это
 - а) датчик, измеряющий высоту объекта
 - б) устройство, анализирующее угловые положения объекта так, чтобы БПЛА удерживал горизонтальное положение
 - в) датчик, измеряющий мнимое ускорение объекта относительно одной из осей
 - г) устройство, анализирующее ускорение объекта относительно одной из осей
 - д) датчик, измеряющий угловые положения относительно одной из осей вращения
8. Трехосевой гироскоп – это
 - а) устройство, анализирующее угловые положения объекта
 - б) датчик, измеряющий угловые положения объекта, относительно трех осей вращения
 - в) датчик, измеряющий мнимое ускорение объекта относительно трех осей вращения

г) датчик, измеряющий угловые положения объекта, относительно одной из осей вращения

9. Какая основная функция датчиков, используемых в БВС:

- а) измерение физического параметра и передача данных
- б) измерение физических параметров и анализ данных
- в) формирование управляющих сигналов на моторы
- г) реализация программных алгоритмов полетного контроллера

10. Какое максимальное напряжение выдает литий-полимерный 4S аккумулятор?

- а) 12.2 В
- б) 14.8 В
- в) 16.8 В

10. В Российском законодательстве установлена максимальная масса квадрокоптера не требующего специального разрешения на полеты:

- а) до 249 грамм
- б) до 500 грамм
- в) до 149 грамм
- г) до 1000 грамм

11. При калибровке датчиков происходит ...

- а) приведение текущих измерений к эталонным
- б) приведение эталонных измерений к текущим
- в) формирование управляющих сигналов на исполнительные механизмы
- г) подача электропитания на системы БВС

12. Расшифруйте численные обозначения, представленные в маркировке мотора: T-Motor MN4006-23 KV:380

- а) это двигатель с высотой 40 мм, диаметром статора 6 мм и KV 380
- б) это двигатель с диаметром статора 40 мм, высотой 6 мм и KV 380
- в) это двигатель с диаметром ротора 40 мм, высотой 6 мм и KV 380

13. Загрузка и выполнение команд по автоматической полетной миссии происходит..

- а) с внутренней памяти полетного контроллера
- б) по радиоканалу с памяти наземной станции управления

14. Расшифруйте численные обозначения, представленные в маркировке мотора: T-Motor MN4112 KV:320

- а) это двигатель с диаметром ротора 41 мм, высотой 12 мм и KV320
- б) это двигатель с высотой 41 мм, диаметром статора 12 мм и KV320
- в) это двигатель с диаметром статора 41мм, высотой 12 мм и KV320

15. Для корректного функционирования БАС под управлением полетного стека px4 необходимо как минимум ...

- а) 4 канала радиоуправления
- б) 5 каналов радиоуправления
- в) 6 каналов радиоуправления

Ключи к тесту:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

б	а	в	б	в	г	в	б	а	в	а	в	а	а	б

5. Информация о разработчиках

Окунский Михаил Викторович, ассистент кафедры информационного обеспечения инновационной деятельности ФИТ ТГУ, заведующий учебной лабораторией интеллектуальных систем управления.