

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

09.03.02 Информационные системы и технологии

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

Программное и аппаратное обеспечение беспилотных авиационных систем

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер - программист

Инженер - разработчик

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-3 Осуществляет эксплуатацию беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОПК-3.1 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

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– практические задания (РОПК-3.2)

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 интеллектуальных технических систем ФИТ ТГУ, заведующий учебной лабораторией интеллектуальных систем управления.