

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

Факультет инновационных технологий

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан  
С. В. Шидловский

Рабочая программа дисциплины

**Практические навыки пилотирования 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. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

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-3.3 Умеет осуществлять управление (контроль) полетом беспилотного воздушного судна с максимальной взлетной массой 30 килограммов и менее

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить практические навыки пилотирования БВС мультироторного типа в ручном и автоматическом режимах;

– Научиться принимать решение о проведении полета на БВС мультироторного типа с соблюдением техники безопасности при эксплуатации

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Рабочая профессия «Оператор БАС».

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Первый семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-практические занятия: 32 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины, структурированное по темам**

Раздел 1. Ручное пилотирование БВС с помощью 3D-симулятора

Тема 1. Ознакомление с 3D-симулятором

Тема посвящена использованию 3D-симулятора для пилотирования БВС мультироторного типа: разбор его интерфейса, правила подключения радиоаппаратуры, калибровка радиоаппаратуры для корректной работы с ПО. Изучение способов взаимодействия с ПО предоставляемым 3D-симулятором

Тема 2. Базовые маневры пилотирования БВС

Тема посвящена разбору ручного пилотирования БВС с помощью радиоаппаратуры: осуществление запуска моторов, перемещение БВС в разных режимах управления, работа с углом обзора курсовой камеры, приобретение практического навыка удержания БВС в воздушной среде.

### Тема 3. Тренировка пилотирования БВС

Тема посвящена формированию навыков ручного пилотирования с помощью 3D-симулятора: осуществление полета внутри выбранной трассы, прохождение заранее построенной трассы на время.

#### Раздел 2. Управление БВС в Полигоне.

##### Тема 1. Ознакомление с Полигоном пилотирования БВС

Тема посвящена обзору возможностей Полигона, внутри которого осуществляется тренировка пилотирования БВС в различных режимах: изучение техники безопасности при взаимодействии с БАС, обзор объекта управления.

##### Тема 2. Предполетная подготовка БВС

Тема посвящена рассмотрению правил подготовки БАС к осуществлению полета: проверка БВС с помощью специализированного ПО, выбор взлетно-посадочной площадки, подготовка полезной нагрузки, проверка исправности дополнительного оборудования.

##### Тема 3. Полет по автоматическим полетным заданиям

Тема посвящена автоматическому режиму управления БВС мультироторного типа: созданию полетных заданий, загрузке полетного задания в полетный контроллер, осуществлению запуска моторов, полету в автоматическом режиме с периодическим мониторингом показателей БВС.

## 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения двух практических работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Задания оцениваются по шкале 0–1–2 балла, где 0 – «не зачтено», 1 – «доработать», 2 – «зачтено». Для получения зачета необходимо набрать не менее 2 баллов за выполнение практических работ.

#### Примеры заданий:

Практическое задание №1 «Полет в ручном режиме в 3D-симуляторе». Полет по заранее построенной трассе на БВС мультироторного типа за определенное время в 3D-симуляторе.

##### Инструкция:

1. Запустить симулятор на своем рабочем месте;
2. Подключить радиоаппаратуру к ПК и, при необходимости, откалибровать его в симуляторе;
3. Запустить трассу, указанную по варианту задания;
4. Пролететь указанную трассу, избегая столкновений с препятствиями и падений;
5. Подготовиться осуществлять полет на время;
6. Осуществить контрольный полет с фиксацией с фиксацией действий в виде скринкаста;
7. Прислать скринкаст преподавателю на проверку.

Практическое задание №2 «Автоматический полет в Полигоне». Осуществление полета БВС мультироторного типа внутри территории Полигона в автоматическом режиме.

##### Инструкция:

1. Создать полетное задание с помощью специализированного ПО в условиях территории Полигона с указанием варианта задания;
2. Осуществить подключение к наземной станции управления БВС;
3. Осуществить процедуру загрузки полетного задания в полетный контроллер БВС и убедиться в исправности;
4. Запустить выполнение полетного задания по команде;

5. В процессе выполнения полета осуществлять мониторинг и вмешиваться в случае риска аварийной ситуации;

6. Осуществить посадку БВС в установленном месте и доклад о завершении полета.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в первом семестре проводится в формате практического задания внутри Полигона пилотирования. Продолжительность зачета 1 час.

Практическое задание предполагает проведение предполетной подготовки БВС мультироторного типа и осуществление полета на территории Полигона. В процессе выполнения задания слушатель должен указать место взлета и посадки аппарата, провести предполетную проверку БВС, загрузить полетное задание и принять решение о проведении полета. В течение полета слушатель непрерывно осуществляет мониторинг за параметрами БВС и вмешивается в полет при необходимости.

Распределение баллов осуществляется следующим образом:

– проведение процедуры подготовки аппарата к полету (2 балла);

– выбор взлётно-посадочной площадки (2 балла);

– подготовка полетного задания на указанной территории и с указанными ограничениями (3 балла);

– загрузка полетного задания в БВС (2 балла);

– успешное осуществление взлета и посадки аппарата (3 балла);

– успешное проведение полета по заданному маршруту (4 балла).

Таким образом, максимально возможное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации составляет 16 баллов.

Система оценивания задания промежуточной аттестации:

0–8 баллов – оценка «не зачтено»; 9–16 баллов – оценка «зачтено». На выполнение практического задания дается две попытки. В случае, если слушатель не справился с выполнением практического задания, допускается его пересдача в резервный день аттестации.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «iDO» - <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=879>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

– Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика. Москва: ТЕХНОСФЕРА, 2015. – 312 с.

– Основы авиации. Часть I. Основы аэродинамики и динамики полета летательных аппаратов : учебное пособие / В.В Ефимов – М.: МГТУ ГА, 2003. – 64 с.

– Твой первый квадрокоптер: теория и практика. – СПб.: БХВ-Петербург, 2016. – 256 с.: ил. – (Электроника)

б) дополнительная литература:

– Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп. Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.

– Киселев С.В., Оператор ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2014

– Сидоров В.Д., Струмпа Н.В., Аппаратное обеспечение ЭВМ. – ОИЦ «Академия», 2013.

в) ресурсы сети Интернет:

– Дрон своими руками [Электронный ресурс] // [dronomania.ru](http://dronomania.ru) //: Дрономания: Онлайн журнал о дронах, URL: <https://dronomania.ru/tip/handmade> (дата обращения: 01.11.2024)

– Электронная документация для учебного конструктора «Клевер» - <https://clover.coex.tech/ru/>

– Документация по использованию программного обеспечения для наземной станции управления - <https://ardupilot.org/planner/>

– Документация по использованию программного обеспечения для наземной станции управления - <https://docs.qgroundcontrol.com/master/en/qgc-user-guide/index.html>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Xing Ying – ПО для работы с Motion Capture системой в Полигоне

– QGroundControl – свободно распространяемое ПО

– Mission Planner – свободно распространяемое ПО для наземной станции управления

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Для проведения практических занятий требуются специализированные рабочие места с установленным дополнительным ПО: Учебный центр пилотирования БАС, Полигон пилотирования БАС.

Требования к рабочему месту	ПК со следующими минимальными характеристиками: 1. Операционная система Windows 7 и новее; 2. Процессор: Intel Core 2 Duo 2 ГГц и новее или AMD 2 ГГц и новее 3. Оперативная память: 2 Гб 4. Видеокарта: GeForce GTX 960M / Radeon HD 7750 и новее, 1Гб 5. DirectX: Версии 9.0 6. Место на диске: 1 GB <b>Обязательно:</b> наличие пульта управления с поддержкой соединения с ПК. Список рекомендуемых пультов управления прилагается ниже.
Учебный центр пилотирования БАС	15 рабочих станций с установленными симуляторами СИТ-Небо и подключенными FPV-шлемами
Полигон	Полигон с системой Motion Capture для точного позиционирования БАС в помещении.

	Куб 3x3x3 для отработки взлета и посадки БАС. БАС коптерного типа на базе контроллера Pixhawk. БАС коптерного типа Геоскан «Пионер». Радиоаппаратура для управления БАС в ручном режиме. FPV-система для управления БАС в ручном режиме.
--	--

### **15. Информация о разработчиках**

Окунский Михаил Викторович, ассистент кафедры интеллектуальных технических систем ФИТ ТГУ, заведующий учебной лабораторией интеллектуальных систем управления.

Список рекомендуемых пультов управления БВС:

<p>Jumper T-Lite V2</p>	 A black Jumper T-Lite V2 radio controller with a central LCD screen displaying 'MODEL01', two joysticks, and a prominent antenna.
<p>Flysky RC FS I6B + Flysky FS-SM100 (набор кабелей)</p>	 A collection of Flysky RC FS I6B radio controller components, including the main controller unit, a battery pack labeled 'FS-16B', and a package of cables labeled 'FS-SM100'.
<p>Radiomaster Zorro Radio Controller</p>	 A black Radiomaster Zorro radio controller with a large central LCD screen, two joysticks, and a blue power button.

<p>RadioMaster TX12 Mark</p>	 <p>A black RadioMaster TX12 Mark transmitter. It features a central antenna, two large joysticks with triggers, and a central LCD screen. The top panel has several buttons labeled A, B, C, and D. The bottom panel has a power button and a volume knob. The text 'RADIOMASTER TX12' and 'EdgeTX - ELRS' is visible on the device.</p>
<p>RadioMaster TX16S</p>	 <p>A black RadioMaster TX16S transmitter. It has a more complex layout with multiple buttons and switches around the joysticks. The top panel has buttons labeled SA, SB, SC, and SD. The bottom panel has buttons labeled T1, T2, T3, and T4. The text 'RADIOMASTER TX16S' is visible on the device.</p>
<p>BetaFPV Lite Radio 2</p>	 <p>A white BetaFPV Lite Radio 2 transmitter. It has a simple, ergonomic design with two joysticks and a central power button. The text 'BETA FPV' is visible on the top panel.</p>

### 15. Информация о разработчиках

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