

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета



_____ В.А. Небольсин
« 16 » _декабря_ 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Навигационные системы беспилотных летательных аппаратов»
наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки (специальность) 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

код и наименование направления подготовки/специальности

Профиль (специализация) "Автоматизированное проектирование радиоэлектронных модулей беспилотных авиационных систем"

название профиля/программы

Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 год

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2023 г.

Автор(ы) программы _____
подпись

И.С.Бобылкин

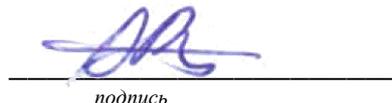
Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____
наименование кафедры, реализующей дисциплину



подпись

А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП _____



подпись

А.В. Башкиров

Воронеж 2022

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Цель освоения дисциплины «Навигационные системы беспилотных летательных аппаратов» – формирование компетенций для успешной профессиональной деятельности выпускника по разработке и эксплуатации систем навигации беспилотных летательных аппаратов.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Задачами освоения дисциплины являются:

- изучение классификации беспилотных летательных аппаратов;
- изучение элементов и подсистем беспилотных летательных аппаратов;
- изучения навигационных систем зарубежных и отечественного производства для беспилотных летательных аппаратов;
- применение полученных теоретических и практических знаний к решению профессиональных задач, связанных с эксплуатацией БПЛА.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Навигационные системы беспилотных летательных аппаратов» относится к дисциплинам обязательной части формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.В.02 учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Навигационные системы беспилотных летательных аппаратов» направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-2 Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования радиоэлектронных модулей беспилотных авиационных систем.
- ПК-3 Способен проектировать функциональные блоки, модули, устройства и комплексы электронных средств беспилотных авиационных систем с учетом заданных требований.

(приводится перечень компетенций, закрепленных за дисциплиной(модулем) в строгом соответствии с учебным планом)

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	знать программный аппаратный комплекс и разновидность навигационных систем летательных беспилотных аппаратов
	уметь проводить диагностику программных и

	аппаратных средств автоматизированных систем управления и передачи информации, используемых в летательных беспилотных аппаратах
	владеть системами ориентации и наведения в пространстве летательных беспилотных аппаратов
ПК-3	Знать иерархическую структуру построения функциональных блоков, модулей, комплексов электронных средств беспилотных летательных аппаратов
	Уметь пользоваться конструкторской документацией при разработке модулей, блоков, комплексов беспилотных летательных аппаратов
	Владеть навыками по работе с программной аппаратной средой при проектировании беспилотных летательных аппаратов.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Навигационные системы беспилотных летательных аппаратов» составляет 3 зачетных(е) единиц(ы).

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3			
Аудиторные занятия (всего)	108	108			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ), в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>) ¹	18	18			
Лабораторные работы (ЛР), в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	36	36			
Самостоятельная работа	36	36			
Курсовой проект (работа) (есть, нет)					
Контрольная работа (есть, нет)					
Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен)	зачет	зачет			
Общая трудоемкость	час	108	108		
	зач. ед.	3	3		

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Классификация беспилотных летательных аппаратов	Класс назначения БПЛА: 1. Гражданское и коммерческое 2. Военное 3. Двойное 4. Научно-исследовательское 5. Опытное	4	2	4	4	14
2	Навигационные системы	Типы навигационных систем и принципы работы: 1. ГНСС ГЛОНАСС (Россия) 2. GPS (США) 3. ГНСС Beidou (Китай и ЕС) 4. Galileo (Китай и ЕС) 5. QZSS (Индия) 6. IRNSS (Индия)	4	6	12	10	32
3	Управление летательными аппаратами	Методы навигации: Использования внешних ориентиров или сигналов.	4	4	8	8	24

4	Аппаратная часть летательных беспилотных аппаратов	АКСЕЛЕРОМЕТРЫ (Датчики линейных ускорений) ГИРОСКОП (Датчики угловых скоростей) МАГНИТОМЕТРЫ (Датчики магнитного поля)	4	4	6	8	22
5	Программная часть	Драйвера датчиков Модуля определения положения	2	2	6	6	16
Итого			18	18	36	36	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторная работа 1

Лабораторная работа 2

Лабораторная работа 3

Лабораторная работа 4

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-2	знать программный аппаратный комплекс и разновидность навигационных систем летательных беспилотных аппаратов	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить диагностику программных и аппаратных средств автоматизированных систем управления и передачи информации,	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	используемых в летательных беспилотных аппаратах			
	владеть системами ориентации и наведения в пространстве летательных беспилотных аппаратов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-3	Знать иерархическую структуру построения функциональных блоков, модулей, комплексов электронных средств беспилотных летательных аппаратов	Тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь пользоваться конструкторской документацией при разработке модулей, блоков, комплексов беспилотных летательных аппаратов	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками по работе с программной аппаратной средой при проектировании беспилотных летательных аппаратов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-2	знать программный аппаратный комплекс и разновидность навигационных систем летательных беспилотных аппаратов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить	Тест	Выполнение теста на 90-	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-	В тесте менее 70%

	диагностику программных и аппаратных средств автоматизированных систем управления и передачи информации, используемых в летательных беспилотных аппаратах		100%		80%	правильных ответов
	владеть системами ориентации и наведения в пространстве летательных беспилотных аппаратов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ПК-3	Знать иерархическую структуру построения функциональных блоков, модулей, комплексов электронных средств беспилотных летательных аппаратов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь пользоваться конструкторской документацией при разработке модулей, блоков, комплексов беспилотных летательных аппаратов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть навыками по работе с программной аппаратной средой при проектировании беспилотных летательных аппаратов.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Беспилотные летательные аппараты.

2. Применения беспилотных летательных аппаратов для получения пространственных данных.
3. Классификация беспилотных летательных аппаратов.
4. Принципы навигации БПЛА. Точность навигационных параметров БПЛА
5. Планирование полетов БПЛА.
6. Полезная нагрузка БПЛА.
7. Особенности применения БПЛА для решения инженерных задач.
8. Какие основные мировые спутниковые системы навигации используются?
9. Какие новые спутниковые системы навигации развиваются?
10. Принципы работы спутниковой системы навигации.
11. Точность вычисления расстояния используя спутниковую систему навигации ЭроГланас.
12. Дайте определение БЛА.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. дрон – это?
 - а) пассажирский самолет?
 - б) беспилотный летательный аппарат?**
 - в) наземный транспортный аппарат?

2. квадрокоптер – это
 - а) один из разновидностей БПЛА?**
 - б) радио станция?
 - в) система навигации?

3. для чего нужен гироскоп ?
 - а) для стабилизации полета БПЛА?**
 - б) для получения координат?
 - в) для управления БПЛА?

4. Комплекс управления БПЛА?
 - а) системой спутниковой навигации?
 - б) наземными и бортовыми комплексами управления?**
 - в) только наземные комплексы управления?
 - г) только бортовые комплексы управления?

5. Для чего нужен акселерометр?
 - а) для стабилизации ускорения полета в трех плоскостях (X;Y;Z.)**
 - б) для получение данных дальности и времени полета?

6. Для чего нужен приемник-передатчик на БПЛА?

- а) для получение/передачи сигнала управления и передачи видео сигнала?
 - б) для связи оператора с дроном?
 - в) для приема системы координат?
7. Для чего нужен GPS трекер?
- а) **электронное устройство, которое определяет координаты БПЛА?**
 - б) для передачи видео сигнала?
 - в) для управлением палёным контроллером?
8. Что такое полетный контроллер?
- а) **это устройство с электронной микросхемой, которое управляет процессом полета летательного аппарата.**
 - б) это устройство с электронной микросхемой, которое определяет координаты со спутников.
 - в) это устройство с электронной микросхемой, которое передает только видео сигнал.
9. Что такое “тангаж”?
- а) **Наклон коптера вперед-назад.**
 - б) Наклон коптера вправо-влево.
 - в) Вращение коптера вокруг своей оси.
 - г) Набор скорости.
10. Что является “мозгом” коптера?
- а) Регулятор оборотов (ESC).
 - б) Плата распределения питания
 - в) **Полетный контроллер**
 - г) Радиоприемник
11. Куда передаются сигналы с радиоприемника в квадрокоптера?
- а) На регуляторы оборотов
 - б) На моторы
 - в) **На полетный контроллер**

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Расчет уровня сигнала GPS трекера, от воздействия внешней среды.
2. Обеспечение надежности уровня сигнала GPS .
3. Элементы сложных устройств, вероятность их безотказной работы.
4. Типовые отказы системы ориентирования.
5. Определения координат с течением времени автономной работы.
6. Конструктивные мероприятия по повышению надежности БПЛА.
7. Счисление пройденного пути на основе анализа потока видеоданных.

8. Определение координат БПЛА по пеленгационным измерениям на наблюдаемый объект с известными координатами.
9. Определение координат БПЛА по объектам на местности.
10. Расчет траектории полета БПЛА?

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету**

1. Какая существует наземная аппаратура управления.
2. какую бортовую аппаратуру используют для навигации беспилотных летательных аппаратов?
3. Системы координат и пространственное движение БЛА.
4. Продольное движение.
5. Пространственное ориентирование беспилотных летательных аппаратов.
6. Ориентация по траекториям полета беспилотных летательных аппаратов.
7. Классификация систем наведения.
8. Автономные программные гироскопические системы наведения.
9. Радионавигационные системы.
10. Какие беспилотные летательные аппараты вы знаете?

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Классификация беспилотных летательных аппаратов	ПК-2,ПК-3.	Тест, зачет, устный опрос.
2	Навигационные системы	ПК-2,ПК-3.	Тест, зачет, устный опрос.
3	Управление летательными аппаратами	ПК-2,ПК-3.	Тест, зачет, устный опрос.
4	Аппаратная часть летательных беспилотных аппаратов	ПК-2,ПК-3.	Тест, зачет, устный опрос.
5	Программная часть	ПК-2,ПК-3.	Тест, зачет, устный опрос.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном

носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Рэндал, У.Б. Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика [Электронный ресурс] / У.Б. Рэндал, У.М. Тимоти. – Электрон. дан. – Москва: Техносфера, 2015. – 312 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76159>, свободный (дата обращения: 15.08.2017).

2. Шалыгин, А.С. Методы моделирования ситуационного управления движением беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А.С. Шалыгин, Л.Н. Лысенко, О.А. Толпегин. – Электрон. дан. – Москва: Машиностроение, 2012. – 584 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5807>, свободный (дата обращения: 15.08.2017).

3. Красильников, М.Н. Современные информационные технологии. В задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Н. Красильников, Г.Г. Серебряков. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2009. – 557 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2688>, свободный (дата обращения: 15.08.2017).

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1.а) полнотекстовые базы данных <http://www.elibrary.ru/>, <http://www.book.ru> <http://znanium.com>.

б) интернет-ресурсы

2. Центр поддержки DATA+. Библиотека по ГИС - <http://www.dataplus.ru/support/library/index.htm>

3. Геоинформационный портал ГИС-Ассоциации - <http://www.gisa.ru>

4. Самардак А.С. Геоинформационные системы: электронный учебник - <http://window.edu.ru/resource/012/41012/files/dvgu133.pdf>

Геоинформационные системы - <http://www.dataplus.ru>

5. «GIS-Lab — неформальное сообщество специалистов в области ГИС и ДЗЗ <http://gis-lab.info/> -

6. Шалыгин, А.С. Параметрические методы оптимизации в динамике полёта беспилотных летательных аппаратов [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.С. Шалыгин, И.Л. Петрова, В.А. Санников. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2010. – 126 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64107>.

7. Егупов, Н.Д. Алгоритмическая теория систем управления, основанная на спектральных методах. В двух томах. Том 1. Аппарат обобщения математической базы частотного метода [Электронный ресурс] / Н.Д. Егупов. – Электрон. дан. – Москва: 2014. – 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/106262>.

8. Буканова, Т.С. Моделирование систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т.С. Буканова, М.Т. Алиев. – Электрон. дан. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2017. – 144 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102702>.

9. Циркуляр 328 ИКАО. Беспилотные авиационные системы. ИКАО, 2011 г. CIR328. ISBN 978-92-9231-780-5. – Режим доступа: http://www.aviadocs.net/icaodocs/Cir/328_ru.pdf.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети (интернет):

10. Многоцелевые беспилотные комплексы. – Режим доступа: <http://aerombk.com/ru> свободный (дата обращения: 15.08.2017).

11. ZUAV GCS – Программное обеспечение для управления БЛА. – Режим доступа: <http://zala.aero/produkcija/sistemy-upravleniya/programmnoe-obespechenie/>

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

12. Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/> свободный

13. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 7422, 7434.

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Навигационные системы беспилотных летательных аппаратов» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета инженерных систем теплогазоснабжения, подбора основного и вспомогательного оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой выполнения лабораторных работ. Освоение дисциплины оценивается на зачете.

Вид учебных занятий	Деятельность студента <i>(особенности деятельности студента инвалида и лица с ОВЗ, при наличии таких обучающихся)</i>
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практические занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к дифференцированному зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-------------------------------	--