

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

Навигационные системы

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

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

С.В. Шидловский

Председатель УМК

О.В. Вусович

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-6 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в области информационных систем и технологий.

ПК-1 Способен разрабатывать ПО для интеллектуального управления БАС.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ООПК-6.2 Умеет разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения в задачах профессиональной деятельности

РОПК-1.1 Знает принципы разработки ПО для интеллектуального управления БАС

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, выполнения тестов, выполнения лабораторных работ и письменных отчетов по их итогам, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### **2.1. Примеры тестовых заданий**

#### **Тест № 1.**

1. Решение кватерниона позволяет избежать проблемы сингулярности, которая может возникнуть при использовании углов Эйлера.

- Да.

- Нет

2. Матрица поворота от тела к локальной системе координат  $R_{bl}$  - это матрица транспонирования матрицы  $R_{lb}$ ?

- Да.

- Нет.

3. Мы обновляем матрицу усиления фильтра Калмана  $K$  на этапе прогнозирования?

- Да

- Нет

4. Какие методы являются допустимыми для повышения точности съемки:

- ZUPT

- CUPT

- IUPT

- NUPT

5. Выберите систему/ы GNSS с частично действующим глобальным охватом

- GPS

- GLONASS

- BeiDou

- Galileo

- Starlink

Тестовые задания предусматривают закрепление теоретических знаний, полученных студентом во время занятий по данной дисциплине. Их назначение – углубить знания студентов по отдельным вопросам, систематизировать полученные знания, выявить умение проверять свои знания в работе с конкретными материалами. При подготовке к решению тестовых заданий рекомендуется повторить материалы по пройденным темам.

Выполнение тестового задания студентом проводится в системе «Электронный университет – iDo». Тестовое задание может содержать в себе от 5 до 20 вопросов с перечнем для выбора ответа, либо с открытым ответом. Для ответа на каждый вопрос тестового задания отводится не более 2 минут.

Критерии оценивания тестового задания (по пятибалльной шкале):

| Оценка                | Характеристика ответа |
|-----------------------|-----------------------|
| «Отлично»             | от 81 %               |
| «Хорошо»              | 56 – 80 %             |
| «Удовлетворительно»   | 31 – 55 %             |
| «Неудовлетворительно» | 0 – 30 %              |

## 2.2. Пример задания к лабораторному занятию.

Практическое задание: ROS: локальная система координат.

Используя шаблон скрипта "mavros\_controll\_test.py" и имитатор беспилотного летательного аппарата (БПЛА) в ROS создайте скрипт, который реализует алгоритм автономной навигации, используя `setpoint_position/local topic`, подписанный узлом `mavros`.

1. Создайте несколько путевых точек (от 5 до 10 путевых точек);
2. Результирующий путь должен представлять собой траекторию с замкнутым контуром (начальная точка и конечная точка имеют одинаковые координаты);
3. Все повороты должны быть на 90 градусов;
4. Расстояние между путевыми точками необходимо выдерживать  $N$  м, а значение высоты на  $H$  м, при этом в течение всего полета высота должна оставаться постоянной (величины  $N$  и  $H$  согласно своему варианту);
5. Выберите `rospy.sleep(time)`, чтобы БПЛА, выполнив предыдущую команду, достиг путевой точки.
6. Представить отчет с полученными результатами и пояснениями по каждому пункту работы.

Оценка выполнения лабораторной работы студентом производится в виде защиты выполненной работы, при устном опросе преподавателя и проверке им отчета. Во время устного опроса преподаватель задает студенту уточняющие вопросы о ходе выполнения лабораторной работы.

Критерии оценивания лабораторной работы (по пятибалльной шкале):

| Оценка                | Характеристика ответа                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Отлично»             | Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, способен детально описать ход выполнения работы. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями.                                 |
| «Хорошо»              | Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, может объяснить ход работы, допуская незначительные ошибки в теоретической части. Отчет выполнен полностью в соответствии с предъявляемыми требованиями |
| «Удовлетворительно»   | Работа выполнена с незначительными ошибками. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки при пояснении хода работы. Отчет выполнен с нарушением предъявляемых требований.                        |
| «Неудовлетворительно» | Работа не выполнена.                                                                                                                                                                                                          |

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

При выставлении итоговой оценки учитываются оценки, полученные студентом во время текущего контроля, а также оценка при сдаче зачета.

Во время проведения зачета студенту выдается 1-2 вопроса по изучаемой дисциплине. На подготовку к ответу отводится не более 20 минут. После чего студент в устной форме отвечает преподавателю на поставленные вопросы. В случае предоставления неполных ответов, преподаватель может задать студенту до 2 уточняющих вопросов.

### 3.1. Примеры вопросов к зачету.

1. Основные навигационные математические методы.
2. Системы координат.
3. Преобразования систем координат.
4. Геометрия Земли.
5. Типы координат в геоцентрической системе.
6. Гравитация.
7. ГНСС GPS.
8. ГНСС ГЛОНАСС.
9. ГНСС COMPASS.
10. Снижение точности.
11. IMU.
12. Работа акселерометра и источники ошибок.
13. Работа гироскопа и источники ошибок.
14. Обновление ориентации, скорости и положения.
15. Визуальная одометрия.
16. Наблюдение движения (2D, 3D).
17. Решатель PNP.

### 3.2. Критерии оценивания зачета с оценкой

| Оценка                | Характеристика ответа                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «Отлично»             | обучающийся глубоко и всесторонне усвоил дисциплину: излагает материал уверенно, логично и грамотно; умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; делает выводы и обобщения, правильно выполняет практические задания, поясняя ход выполнения                      |
| «Хорошо»              | обучающийся в основном усвоил дисциплину: излагает материал, опираясь на знания основной литературы; не допускает существенных неточностей; делает выводы и обобщения, выполняет практические задания с незначительными ошибками, поясняя ход выполнения.                     |
| «Удовлетворительно»   | обучающийся изучил дисциплину недостаточно четко и полно: допускает несущественные ошибки и неточности; слабо аргументирует научные положения; затрудняется в формулировании выводов и обобщений, выполняет практические задания с ошибками, частично поясняя ход выполнения. |
| «Неудовлетворительно» | обучающийся демонстрирует слабое знание терминологии, затрудняется привести примеры, дать объяснения, не выполняет практические задания.                                                                                                                                      |

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

Тестовые задания:

1. Что такое навигационная система?
  - а) Система для определения местоположения объектов

- б) Система для определения времени
- в) Система для передачи данных
- г) Система для связи между объектами

2. Какие основные типы навигационных систем существуют?

- а) Глобальные и локальные
- б) Только глобальные
- в) Только локальные
- г) Только спутниковые

3. Что такое ГЛОНАСС?

- а) Российская глобальная навигационная спутниковая система
- б) Американская навигационная система
- в) Европейская навигационная система
- г) Китайская навигационная система

4. Какой основной параметр определяет точность навигационной системы?

- а) Количество видимых спутников
- б) Частота обновления данных
- в) Погрешность определения координат
- г) Скорость передачи данных

5. Что такое дифференциальное позиционирование?

- а) Метод повышения точности определения координат
- б) Метод определения скорости движения
- в) Метод определения высоты
- г) Метод определения направления движения

6. Какие факторы влияют на точность определения координат?

- а) Погодные условия
- б) Препятствия в зоне видимости
- в) Состояние спутниковой группировки
- г) Все перечисленные факторы

7. Какие типы приемников GPS существуют?

- а) Только одночастотные
- б) Только двухчастотные
- в) Одночастотные и двухчастотные
- г) Только трехосные

8. Что такое WAAS?

- а) Система дифференциальной коррекции для Северной Америки
- б) Система дифференциальной коррекции для Европы
- в) Система дифференциальной коррекции для Азии
- г) Система дифференциальной коррекции для Антарктиды

9. Какие частоты используются в системе GPS?

- а) L1 и L2
- б) L3 и L4
- в) L5 и L6
- г) L7 и L8

10. Что такое эфемериды?

- а) Данные о положении спутников
- б) Данные о времени
- в) Данные о скорости движения
- г) Данные о высоте

## **5. Информация о разработчиках**

Шидловский Станислав Викторович, д-р техн. наук, декан Факультета инновационных технологий ТГУ.