



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике

направление подготовки/специальность 15.04.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Мехатронные и  
робототехнические системы

Форма обучения очная

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью дисциплины является освоение обучающимися принципов построения информационных систем мехатронных и робототехнических устройств, приобретение навыков сопряжения датчиков с системами компьютерного управления, организация систем обработки информации, решение задач по оучувствлению и навигации роботов, проектирование информационных систем.

Задачи:

- изучить принципы построения информационных систем мехатронных модулей и роботов;
- изучить наиболее широко применяемые датчики, способы их подключения и методики обработки получаемых от них данных;
- изучить типы и виды систем оучувствления и ориентации в пространстве мехатронных систем.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП   |
|---|--|--|
| ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем | ПК-1.1 Демонстрирует понимание актуальной нормативной документации, методов, средств и практики планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области профессиональной деятельности | <b>знает</b><br>- математические методы и модели анализа данных, способствующие выбору технологии осуществления научного исследования;<br><b>умеет</b><br>- ориентироваться в актуальной документации, методах, средствах и практике планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области профессиональной деятельности;<br><b>владеет</b><br>- знаниями методов, средств и практике планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области профессиональной деятельности. |
| ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем | ПК-1.2 Осуществляет обоснование перспектив проведения исследований в соответствующей области знаний  | <b>знает</b><br>- закономерности перспектив проведения исследований;<br><b>умеет</b><br>- анализировать новые направления исследований в области мехатроники и робототехники;<br><b>владеет</b><br>- основными методы математического аппарата при построении математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов, модулей.  |

|  |  |   |
|--|--|---|
| ПК-1 Способен организовывать актуальные направления исследований в области мехатронных и робототехнических систем          | ПК-1.3 Определяет перечень задач исследований в соответствии с новой научной проблематикой в профессиональной области знаний             | <p><b>знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отечественную и международную нормативную базу в области научных знаний; научную проблематику; организацию и проведение научных исследований;</li> </ul> <p><b>умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать новую научную проблематику научной области знаний; применять методы, средства и практику планирования научных исследований;</li> </ul> <p><b>владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения научных исследований в новых направлениях и навыками обоснования научных исследований в новых направлениях;</li> </ul> |
| ПК-2 Способен применять результаты научно-исследовательских работ в профессиональной деятельности                          | ПК-2.1 Осуществляет обоснование возможных областей применения результатов научно-исследовательских работ в профессиональной деятельности | <p><b>знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы организации и состав программного обеспечения для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах;</li> </ul> <p><b>умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать статические и динамические характеристики и моделировать системы управления мехатронных и робототехнических систем с учетом реальных условий эксплуатации;</li> </ul> <p><b>владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа возможных областей применения результатов научно-исследовательских работ;</li> </ul>             |
| ПК-3 Способен организовывать и выполнять работы по проектированию и конструированию мехатронных и робототехнических систем | ПК-3.1 Собирает и систематизирует информацию об опыте решений научно-технических (ой) задач(и) в сфере профессиональной деятельности     | <p><b>знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы сбора и систематизации информации об опыте решений научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности;</li> </ul> <p><b>умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить анализ и оценку полученной информации для выявления особенностей решения задач;</li> </ul> <p><b>владеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками организации и структурирования собранной информации для последующего использования в профессиональной деятельности.</li> </ul>  |

### 3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.03 основной профессиональной образовательной программы 15.04.06 Мехатроника и робототехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

| № п/п | Предшествующие дисциплины                                   | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|---|--|
| 1     | Математические методы и модели в инновационной деятельности | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-1.4, ПК-1.5, ПК-1.6       |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 2 | Прикладное программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4, ОПК-11.1, ОПК-11.2, ОПК-11.3, ОПК-11.4, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3 |
|---|---|---|

Математические методы и модели в инновационной деятельности

Знать:

- методы математического моделирования организации и управления инновационной деятельностью

Уметь:

- проводить анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в сфере математического моделирования организации и управления инновационной деятельностью

Владеть:

- методами компьютерной реализации математического моделирования организации и управления инновационной деятельностью

Прикладное программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем

Знать:

- область применения специализированных информационных технологий и прикладного программного обеспечения;

- функциональные возможности специализированного программного обеспечения.

Уметь:

- анализировать требования профессиональной деятельности и подбирать соответствующие информационные технологии и программное обеспечение;

- применять специализированное программное обеспечение для выполнения задач согласно предоставленному заданию.

Владеть:

- специализированными информационными технологиями и программным обеспечением для решения задач в профессиональной сфере.

| № п/п | Последующие дисциплины  | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|-------|---|--|
| 1     | Нейронные сети и нейроконтроллеры                                     | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1               |
| 2     | Практические основы анализа больших данных и визуализации результатов | ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ОПК-4.4                   |

**4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

| Вид учебной работы  | Всего часов | Из них часы на практическую подготовку | Семестр |
|---|-------------|--|---------|
|   |             |  | 2       |
| <b>Контактная работа</b>  | 64          |  | 64      |
| Лекционные занятия (Лек)  | 32          | 0                                      | 32      |
| Практические занятия (Пр)   | 32          | 0                                      | 32      |
| <b>Иная контактная работа, в том числе:</b>   | 1,5         |  | 1,5     |
| консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)  | 1           |  | 1       |
| контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР)) | 0,25        |  | 0,25    |
| контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача  | 0,25        |  | 0,25    |
| <b>Часы на контроль</b>   | 26,75       |  | 26,75   |
| <b>Самостоятельная работа (СР)</b>  | 87,75       |  | 87,75   |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>   |             |  |         |
| <b>часы:</b>  | 180         |  | 180     |
| <b>зачетные единицы:</b>  | 5           |  | 5       |



|      |         |   |  |  |  |  |  |  |  |    |  |
|------|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|----|--|
| 6.1. | Экзамен | 2 |  |  |  |  |  |  |  | 27 | ПК-1.1,<br>ПК-1.2,<br>ПК-1.3,<br>ПК-2.1,<br>ПК-3.1 |
|------|---------|---|--|--|--|--|--|--|--|----|--|

### 5.1. Лекции

| № разд | Наименование раздела и темы лекций                                 | Наименование и краткое содержание лекций   |
|--------|--|--|
| 1      | Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия. | Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия.<br>Типовая структурная схема информационно-измерительных систем. Основные задачи, решаемые сенсорной системой на исполнительном, тактическом и стратегическом уровнях управления. Бионические основы информационных устройств и систем. |
| 2      | Основы теории информации.  | Основы теории информации.<br>Информационные основы построения сенсорных систем. Задачи преобразования и обработки информации. Понятия сообщения и сигнала. Преобразование Фурье. Спектры сигналов. Частотный спектр случайных сигналов. Количественная оценка информации в сигнале.                        |
| 3      | Датчики информации.  | Датчики информации.<br>Понятия «Первичный преобразователь» и «Датчик информации». Классификация датчиков. Основные требования к робототехническим датчикам. Основные характеристики датчиков. Частотные характеристики датчиков. Временные характеристики датчиков.  |
| 4      | Процесс измерений.   | Процесс измерений.<br>Информационная модель процесса измерений. Погрешности датчиков. Способы компенсации систематической погрешности. Способы компенсации и учёта случайной погрешности.  |

### 5.2. Практические занятия

| № разд | Наименование раздела и темы практических занятий                   | Наименование и содержание практических занятий  |
|--------|--|---|
| 1      | Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия. | Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия.<br>Ошибки измерений. Доверительный интервал измеряемой величины. |
| 2      | Основы теории информации.  | Основы теории информации.<br>Выбор числа измерений. Обнаружение грубых ошибок.  |
| 3      | Датчики информации.  | Датчики информации.<br>Изучение работы ультразвукового дальномера.  |
| 4      | Процесс измерений.   | Процесс измерений.<br>Изучение работы ИК датчика расстояния.  |

### 5.3. Самостоятельная работа обучающихся

| № разд | Наименование раздела дисциплины и темы           | Содержание самостоятельной работы  |
|--------|--|--|
| 1      | Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. | Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия.<br>Изучение способов построения измерительных систем. |

|   |                           |  |
|---|---------------------------|--|
|   | Основные понятия.         | Изучение способов применения информационных устройств.<br>Изучение способов представления и передачи информации в информационных системах.   |
| 2 | Основы теории информации. | Основы теории информации.<br>Изучение датчиков внешней среды роботов.<br>Изучение датчиков внутреннего состояния роботов.<br>Изучение системы технического зрения роботов (СТЗ).<br>Изучение систем обнаружения препятствий при движении робота.<br>Исследование режимов захвата и автосопровождения навигационных систем мобильных роботов. |
| 3 | Датчики информации.       | Датчики информации.<br>Исследование режимов измерения вдоль определенного вектора.<br>Определение геометрии препятствия.<br>Исследование триангуляционного метода с применением световой полосы.<br>Определение параметров движения по текстуре поверхности препятствия.   |
| 4 | Процесс измерений.        | Процесс измерений.<br>Проектирование траектории движения по ориентирам.<br>Организация движения по карте в локальном пространстве.   |



## 6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям. При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовить доклад или сообщение, предусмотренные РПД;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

## 7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

| № п/п | Контролируемые разделы дисциплины (модуля)                         | Код и наименование индикатора контролируемой компетенции | Вид оценочного средства |
|-------|--|--|-------------------------|
| 1     | Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике. Основные понятия. | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1                   | Устный опрос            |
| 2     | Основы теории информации.  | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1                   | Устный опрос            |
| 3     | Датчики информации.  | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1                   | Устный опрос            |
| 4     | Процесс измерений.   | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1                   | Устный опрос            |
| 5     | Иная контактная работа   | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1                   |                         |
| 6     | Экзамен  | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-3.1                   |                         |

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

1. Структурно-функциональная схема робота.
2. Информационно-измерительная система робота.
3. Классификация измерительных систем.
4. Цель активной робототехнической системы.
5. Состав информационной системы.
6. Основные определения элементов ИУС.
7. Первичные преобразователи и чувствительные элементы.
8. Определение датчика.
9. Примеры использования информационных устройств и систем в роботах.
10. Дайте определение системам связи.
11. Какие главные характеристики определяют системы хранения информации?
12. Дайте классификацию информационным системам, используемым в мехатронике.
13. Назовите три класса ИС, различаемых по степени автоматизации.
14. Что такое сигнал?
15. Назовите два основных класса сигналов.
16. Какие сигналы относятся к типу прямых?
17. Назовите основные свойства информации.
18. Дайте определение квантования сигнала по уровню / времени.

19. В чём заключается суть кодирования?
20. Какие виды фильтров вы знаете?
21. Расскажите о методах и средствах передачи информации.
22. Какие пункты включает в себя внутренняя подсистема в промышленных роботах?
23. Из чего состоит внешняя подсистема промышленных роботов?
24. Дайте определение манипулятору.
25. Назовите элементарные сочленения.
26. С помощью чего информационная система собирает данные о состоянии внешней среды?
27. Как нумеруются звенья и сочленения манипулятора?
28. Назовите основные способы первичного кодирования изображения.
29. Назовите основные виды обработки видеоинформации.
30. Назовите известные вам датчики очувствления роботов в ближней и сверхближней зонах.
31. Представьте схемы индуктивного датчика.
32. Изложите принципы действия датчика Холла, емкостного датчика и порогового датчика.
33. Как функционирует ультразвуковой датчик?
34. Поясните назначение СТЗ, приведите структурную схему СТЗ промышленного робота.
35. Каковы основные классификации СТЗ, каковы особенности применения СТЗ?
36. Обоснуйте требования, предъявляемые к СТЗ.
37. Приведите обобщенный алгоритм обработки зрительной информации.
38. Изложите алгоритм формирования изображений.
39. Обоснуйте применение алгоритмов предварительной обработки изображений. Какие алгоритмы более быстродействующие?
40. Что представляет собой сегментация изображений?
41. Как происходит кодирование изображений? Как выделяются контуры изображений?
42. Приведите алгоритмы анализа черно-белых и цветных изображений.
43. Поясните алгоритмы анализа объемных изображений.
44. В чем суть корреляционного сравнения изображений?
45. Изложите применение структурно-перестраиваемых сред в процессе обработки информации.
46. Поясните цель и принципы действия интегрированных систем.
47. Обоснуйте применение различных датчиков в системах.
48. Какие языки программирования информационных систем вам известны?
49. Перечислите основные блоки программного обеспечения СТЗ.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

|                                       |   |
|---------------------------------------|---|
| <p>Оценка<br/>«отлично» (зачтено)</p> | <p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы;</li> <li>- точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы;</li> <li>- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации;</li> <li>- применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий;</li> <li>- грамотно обосновывает ход решения задач;</li> <li>- безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач;</li> <li>- творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий</li> </ul> |
| <p>Оценка<br/>«хорошо» (зачтено)</p>  | <p>знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине;</li> <li>- усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю)</li> </ul> <p>умения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку;</li> <li>- использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы;</li> <li>- владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач</li> </ul> <p>навыки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий;</li> <li>- средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;</li> <li>- без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий;</li> <li>- обосновывает ход решения задач без затруднений</li> </ul>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>Оценка<br/>«удовлетворительно»<br/>(зачтено)</p>      | <p>знания:<br/>- достаточный минимальный объем знаний по дисциплине;<br/>- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой;<br/>- использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок<br/>умения:<br/>- умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;<br/>- владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;<br/>- умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи<br/>навыки:<br/>- работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий;<br/>- достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p> |
| <p>Оценка<br/>«неудовлетворительно»<br/>(не зачтено)</p> | <p>знания:<br/>- фрагментарные знания по дисциплине;<br/>- отказ от ответа (выполнения письменной работы);<br/>- знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине;<br/>умения:<br/>- не умеет использовать научную терминологию;<br/>- наличие грубых ошибок<br/>навыки:<br/>- низкий уровень культуры исполнения заданий;<br/>- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций;<br/>- отсутствие навыков самостоятельной работы;<br/>- не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>  |

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Примерный перечень теоретических вопросов:

1. Сенсорные системы в мехатронике и робототехнике: основные понятия и определения.
2. Первичный преобразователь. Датчик информации. Классификация датчиков по типу замещаемой функции, по способу преобразования физических величин, по функциональному назначению.
3. Основные требования к датчикам информации робототехнических систем.
4. Понятия «информация», «сообщение», «сигнал». Задачи преобразования и обработки информации. Передача и приём информации.
5. Частотный спектр детерминированного периодического сигнала. Спектр амплитуд и спектр фаз. Средняя за период мощность сигнала. Оценка эффективной ширины частотного спектра периодического импульсного сигнала.
6. Частотный спектр детерминированного непериодического сигнала. Амплитудный и фазовый частотные спектры. Энергия сигнала (равенство Парсеваля).
7. Частотные спектры периодического импульсного сигнала, конечной серии импульсов, одиночного прямоугольного импульса.
8. Частотный спектр случайных сигналов. Спектральная плотность сигнала и её связь с

корреляционной функцией (уравнение Винера-Хинчина). Дисперсия и среднее квадратическое отклонение стационарного случайного сигнала.

9. Измерение количества информации в сигнале. Комбинаторная оценка количества информации. Формула Р. Хартли. Статистическая оценка количества информации.

10. Энтропия сигнала. Свойства количества информации. Информационная пропускная способность канала связи. Информационный КПД.

11. Основные характеристики датчиков информации: функция преобразования, коэффициент преобразования, статическая и динамическая чувствительность, коэффициент влияния каналов. Градуировочная характеристика линейного датчика.

12. Частотные характеристики датчиков первого порядка. Амплитудно-частотная характеристика. Фазочастотная характеристика. Граничная частота. Полоса пропускания.

13. Частотные характеристики датчиков второго порядка. Амплитудно-частотная характеристика. Фазочастотная характеристика. Собственная частота датчика. Полоса пропускания датчика.

14. Временные характеристики датчиков: постоянная времени, параметры быстродействия, переходная функция, логарифмический декремент затухания, время релаксации.

15. Процесс измерения. Реальная и номинальная функции преобразования. Полоса погрешностей датчика.

16. Классификация погрешностей датчиков. Абсолютные, относительные, приведенные погрешности. Аддитивные и мультипликативные погрешности. Систематические, случайные и прогрессирующие погрешности. Основные и дополнительные погрешности. Инструментальные и методические погрешности.

17. Статистическая обработка результатов измерений. Систематические, случайные, грубые ошибки измерений. Доверительный интервал измеряемой величины и доверительная вероятность.

18. Критерий Стьюдента. Выбор необходимого числа измерений для обеспечения заданного доверительного интервала.

19. Способы обнаружения грубых ошибок измерений.

#### 7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

1. Принципы построения информационных систем в мехатронике.

2. Робототехника, мехатроника, информационные устройства.

3. Построение информационных устройств и систем.

4. Бионические основы информационных устройств и систем.

5. Рекомендации применения информационных устройств

6. Общие сведения об информационных системах.

7. Общие сведения.

8. Общие сведения из теории информации. типы информационных систем.

9. Классификация информационных систем.

10. Типовые устройства и информационные системы в робототехнике и мехатронике.

11. Датчики осязания.

12. Ультразвуковые датчики.

13. Датчики Холла.

14. Оптические датчики измерения в ближней зоне.

15. Тактильные датчики.

16. Внутренние датчики информации о состоянии рабочих органов робота.

17. Применение датчиков информации в роботах.

18. Системы технического зрения роботов как разновидность информационных систем мехатроники.

19. Общие сведения о системах технического зрения (СТЗ)

20.. Классификация СТЗ.

21. Требования, предъявляемые к СТЗ.

22. Алгоритмы обработки зрительной информации в СТЗ.

23.. Метрологические характеристики информационных систем.

24. Погрешности информационных устройств и систем.

25. Общие сведения о погрешностях измерений.

26. Метрология программного обеспечения информационных устройств и систем.

27. Основные требования и критерии качества программного обеспечения.
28. Контроль и диагностика информационных устройств и систем.
29. Отказы и надежность информационных систем.
30. Особенности контроля и диагностики информационных систем.

#### 7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Общая тема курсовой работы "Разработка цифровой микроконтроллерной системы управления мехатронного объекта".

Конкретная тема курсовой работы выбирается по будущему направлению тематики выпускной квалификационной работы магистра (магистерской диссертации).

Она должна включать создание макета микроконтроллерной системы управления мехатронным устройством по выбранной теме, либо его компьютерной симуляции.

В задании должны быть прописан перечень функций (не менее 3), которые должен реализовать мехатронный объект. Проектируемая цифровая система управления должна содержать:

- механическую (электро-, гидро-, пневмо-механическую и пр.) часть мехатронного устройства или системы;
- микроконтроллер для реализации цифрового управления;
- внешние приборы – датчики и исполнительные механизмы, не менее 3 различных типов;
- связь с интеллектуальным оборудованием верхнего уровня, например с персональным компьютером;
- интерфейс общения с пользователем (местная панель управления, например, в виде кнопок, семисегментных индикаторов, жидкокристаллического монитора и др.).

Содержание работы:

1. Анализ задания с целью обоснования необходимости разработки мехатронного устройства.
2. Разработка схемы внешних соединений с выбором внешних приборов, составлением спецификации, описанием связей.
3. Создание алгоритма работы устройства для пользователя.
4. Разработка внутренней структурной и функциональной схемы устройства.
5. Создание принципиальной схемы устройства и спецификации элементов.
6. Разработка алгоритма управляющего микроконтроллера с обоснованием вопросов устойчивости замкнутой системы управления, обеспечения заданной точности и пр.
7. Формирования программы, программирование микроконтроллера, отладочные работы.

#### 7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3.

Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. Экзамен проводится в форме собеседования.

#### 7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

| Критерии оценивания | Уровень освоения и оценка    |                            |                 |                  |
|---------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------|------------------|
|                     | Оценка «неудовлетворительно» | Оценка «удовлетворительно» | Оценка «хорошо» | Оценка «отлично» |
|                     | «не зачтено»                 | «зачтено»                  |                 |                  |

|        |   |  |   |   |
|--------|---|--|---|---|
|        | <p>Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы</p>   | <p>Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.</p>          | <p>Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.</p>   | <p>Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка</p>   |
| знания | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-существенные пробелы в знаниях учебного материала;<br/>-допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий;<br/>-непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-знания теоретического материала;<br/>-неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов;<br/>-неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала;<br/>- знания теоретического материала<br/>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития;<br/>-правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p> | <p>Обучающийся демонстрирует:<br/>-глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала;<br/>-полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий;<br/>-способность устанавливать и объяснять связь практики и теории,<br/>-логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p> |

|                          |  |   |   |  |
|--------------------------|--|---|---|--|
| <p>умения</p>            | <p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены. Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p> | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>   | <p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p> | <p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок. Ответил на все дополнительные вопросы.</p> |
| <p>владение навыками</p> | <p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>                               | <p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p> | <p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>         | <p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>   |

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.



## 8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

### 8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

| № п/п                            | Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы   | Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС  |
|----------------------------------|--|---|
| <b>Основная литература</b>       |  |   |
| 1                                | Колосов О. С., Есюткин А. А., Прокофьев Н. А., Вершинин Д. В., Баларев Д. А., Технические средства автоматизации и управления, Москва: Юрайт, 2022                           | <a href="https://urait.ru/bcode/489157">https://urait.ru/bcode/489157</a>   |
| 2                                | Шишов О. В., Современные средства АСУ ТП, Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2021   | <a href="https://www.iprbookshop.ru/115172.html">https://www.iprbookshop.ru/115172.html</a>                           |
| 3                                | Смирнов Ю. А., Технические средства автоматизации и управления, Санкт-Петербург: Лань, 2021  | <a href="https://e.lanbook.com/book/174286">https://e.lanbook.com/book/174286</a>                                     |
| 4                                | Сырымкин В. И., Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике, Санкт-Петербург: Лань, 2023   | <a href="https://e.lanbook.com/book/297683">https://e.lanbook.com/book/297683</a>                                     |
| 5                                | Домашевская Э. П., Рябцев С. В., Тутов Е. А., Ховив А. М., Шапошник А. В., Сенсорная электроника, датчики: твердотельные сенсорные структуры на кремнии, Москва: Юрайт, 2023 | <a href="https://urait.ru/bcode/518779">https://urait.ru/bcode/518779</a>   |
| 6                                | Латышенко К. П., Технические измерения и приборы в 2 т. Том 2 в 2 кн. Книга 1, Москва: Юрайт, 2023   | <a href="https://urait.ru/bcode/513974">https://urait.ru/bcode/513974</a>   |
| 7                                | Латышенко К. П., Технические измерения и приборы в 2 т. Том 1 в 2 кн. Книга 1, Москва: Юрайт, 2023   | <a href="https://urait.ru/bcode/513337">https://urait.ru/bcode/513337</a>   |
| <b>Дополнительная литература</b> |  |   |
| 1                                | Шарапов В. М., Полищук Е. С., Кошевой Н. Д., Ишанин Г. Г., Минаев И. Г., Совлуков А. С., Шарапов В. М., Полищук В. С., Датчики, Москва: Техносфера, 2012                     | <a href="https://www.iprbookshop.ru/16974.html">https://www.iprbookshop.ru/16974.html</a>                             |
| 2                                | Кашкаров А. П., Датчики в электронных схемах: от простого к сложному, Москва: ДМК Пресс, 2013  | <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50566">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50566</a> |
| 3                                | Страшун Ю. П., Технические средства автоматизации и управления на основе IoT/ИоТ, Санкт-Петербург: Лань, 2020  | <a href="https://e.lanbook.com/book/143701">https://e.lanbook.com/book/143701</a>                                     |
| 4                                | Калинкина М. Е., Пирожникова О. И., Ткалич В. Л., Комарова А. В., Микроэлектромеханические системы и датчики, Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2020                                | <a href="https://e.lanbook.com/book/190956">https://e.lanbook.com/book/190956</a>                                     |
| 5                                | Зудин В. Л., Жуков Ю. П., Маланов А. Г., Датчики: измерение перемещений, деформаций и усилий, Москва: Юрайт, 2022  | <a href="https://urait.ru/bcode/496137">https://urait.ru/bcode/496137</a>   |

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

| Наименование ресурса сети «Интернет»       | Электронный адрес ресурса                                       |
|--|---|
| Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU | <a href="https://www.elibrary.ru/">https://www.elibrary.ru/</a> |

### 8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

| Наименование  | Электронный адрес ресурса   |
|---|---|
| Образовательные интернет-ресурсы СПбГАСУ                | <a href="https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/">https://www.spbgasu.ru/university/obrazovatelnye-internet-resursy/</a> |
| Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart" | <a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>   |

|   |   |
|---|---|
| Электронная библиотека Ирбис 64                     | <a href="http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/">http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/</a> |
| Электронно-библиотечная система издательства "Лань" | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>                             |
| Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle      | <a href="https://moodle.spbgasu.ru/">https://moodle.spbgasu.ru/</a>                     |
| Информационно-правовая база данных Кодекс           | <a href="http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/">http://gasudata.lan.spbgasu.ru/docs/</a> |

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

| Наименование         | Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)                  |
|----------------------|--|
| Matlab версия R2019a | Договор №Д31908369487 от 01.11.2019 с ООО "Софтлайн Проекты". Лицензия до 31.12.2025 |
| LibreOffice          | Свободно распространяемое  |

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

| Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы   | Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения   |
|---|---|
| 32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 117-К и 118-К<br>Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин | Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин<br>1.1) оборудование (117-К):<br>а) 3D принтер Tiertime X5 на металлическом верстаке<br>б) 3D принтер Tiertime UP300 на металлическом верстаке<br>в) трехосевой робот-манипулятор с двухпальцевым схватом OmegaMan mini - 2шт.<br>д) четырехосевой робот OmegaBot с датчиками и модулями - 20шт.<br>г) робот на гусеничной платформе OmegaBot с датчиками и модулями - 10шт.<br>д) набор робототехнический ТРИК «стартовый» - 2 шт.<br>е) набор робототехнический ТРИК «учебная пара» - 4 шт.<br>ж) макетные столы для слесарно-сборочных работ по сборке мехатронных и робототехнических образцов<br>з) металлические шкафы и стеллажи для хранения робототехнических комплектов и наборов инструмента для механосборочных работ (МСП)<br>2.2) оборудование (118-К)<br>а) компьютерный класс моделирования на ПК<br>б) металлические шкафы и стеллаж для хранения |

|  |   |
|--|---|
| 32. Помещения для самостоятельной работы   | Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ. |
| 32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий  | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет           |
| 32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет   |
| 32. Компьютерный класс   | Рабочие места с ПК (стол компьютерный, системный блок, монитор, клавиатура, мышь), стол рабочий, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Internet.   |

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 № 1023).

Программу составил:  
доцент НТТМ, к.т.н. Зазыкин А.В.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой Куракина Елена Владимировна

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета  
06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент А.В. Зазыкин