

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**  
И.о. проректора по учебной работе

\_\_\_\_\_ Василенко В.Н.  
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«Идентификация объектов и систем управления»**  
(наименование в соответствии с РУП)

Направление подготовки (специальность)

**15.04.04 – Автоматизация технологических процессов и производств**  
(шифр и наименование направления подготовки/специальности)

\_\_\_\_\_ (код и наименование направления подготовки, специальности)

Направленность (профиль) подготовки  
**Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)**  
(наименование профиля/специализации)

Квалификация (степень) выпускника  
\_\_\_\_\_ магистр

Воронеж

## 1. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Идентификация объектов и систем управления» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

*40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере автоматизации и механизации производственных процессов)*

Дисциплина направлена на решение типов задач профессиональной деятельности:

- модернизация и автоматизация действующих и проектирование новых автоматизированных и автоматических производственных и технологических процессов с использованием автоматизированных систем технологической подготовки производства;
- разработка и практическая реализация средств и систем автоматизации контроля, диагностики и испытаний, автоматизированного управления жизненным циклом продукции и ее качеством;
- обеспечение необходимой живучести средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления при изменении действия внешних факторов, снижающих эффективность их функционирования и планирование мероприятий по постоянному улучшению качества продукции;
- анализ состояния и динамики функционирования средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления качеством продукции, метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и сертификации с применением надлежащих современных методов и средств анализа.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению 15.04.04 - Автоматизация технологических процессов и производств.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| № п/п | Код компетенции | Формулировка компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|-------|-----------------|--|--|
| 1     | ОПК-2           | Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности  | ИД-1 <sub>опк-2</sub> - Грамотно и аргументировано осуществляет экспертизу технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств    |
| 2     | ОПК-5           | Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов | ИД-1 <sub>опк-5</sub> – Знает аналитические и численные методы построения математических моделей различных объектов управления                                       |
| 3     | ПКв-1           | Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами   | ИД-1 <sub>пкв-1</sub> – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами              |
|       |                 |  | ИД-2 <sub>пкв-1</sub> – Разрабатывает частные технические задания на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения (показатели оценивания)   |
|---|---|
| ИД-1 <sub>опк-2</sub> - Грамотно и аргументировано осуществляет экспертизу технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств | Знать основы анализа технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств |

|  |  |
|--|--|
| ИД-1 <sub>ОПК-5</sub> – Знает аналитические и численные методы построения математических моделей различных объектов управления                                       | Знать аналитические и численные методы построения математических моделей объектов управления   |
|  | Уметь использовать современные методы и средства получения математических моделей объектов управления  |
|  | Владеет навыками моделирования и исследования с использованием современных технологий  |
| ИД-1 <sub>ПКВ-1</sub> – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами              | Знать современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами                      |
| ИД-2 <sub>ПКВ-1</sub> – Разрабатывает частные технические задания на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом | Знать основы разработки технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом |
|  | Уметь разрабатывать частные технические задания, включая построение модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации             |

### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

Дисциплина относится к *обязательной части* Блока 1 ООП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин

*Методы планирования эксперимента Системный анализ и моделирование*

Дисциплина является предшествующей для изучения: *Информационные системы управления качеством в автоматизированных автоматических производствах, Цифровые многосвязные системы управления*

### 4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

| Виды учебной работы                                  | Всего ак. ч | Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч |
|--|-------------|--|
|  |             | 2  |
| Общая трудоемкость дисциплины                        | 216         | 216  |
| <b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b> | 88,7        | 88,7   |
| Лекции   | 10          | 10   |
| Лабораторные работы (ЛР)                             | 38          | 38   |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>   |             |  |
| Практические работы (ПР)                             | 38          | 38   |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>   |             |  |
| Консультации текущие                                 | 0,5         | 0,5  |
| Консультация перед экзамен                           | 2           | 2  |
| <b>Виды аттестации (зачет, экзамен)</b>              | <b>0,2</b>  | <b>0,2</b>                                     |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                       | 93,5        | 93,5   |
| Проработка материалов по конспекту лекций            | 9           | 9  |
| Проработка материалов по учебникам                   | 24          | 24   |
| Разработка математических моделей                    | 8           | 8  |

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| Анализ и расчет по известным математическим моделям | 8           | 8           |
| Создание программ с графической оболочки            | 15          | 15          |
| Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ          | 4,5         | 4,5         |
| Оформление отчёта к лабораторным работам            | 12          | 12          |
| Подготовка к практическим занятиям                  | 13          | 13          |
| <b>Контроль (экзамен)</b>                           | <b>33,8</b> | <b>33,8</b> |

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)**

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Содержание раздела<br>(указываются темы и дидактические единицы)   | Трудоемкость раздела, акад. ч |
|-------|---|--|-------------------------------|
| 1.    | Введение. Основные понятия и определения  | Основные понятия о моделях объектов управления, их виды и классификация, общая характеристика методов идентификации. Особенности идентификации как оптимизационной задачи. Модели «вход-выход» и в пространстве состояний. Взаимосвязь различных видов моделей.  | 8,5                           |
| 2.    | Принципы построения математических моделей объектов и систем управления               | Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным. Методы построения статических и динамических моделей объектов управления. Описание моделей объектов управления при взаимодействии с внешней средой. Принципы описания сложных систем, декомпозиция и агрегирование сложных моделей.   | 11                            |
| 3.    | Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях. | Экспериментальные методы исследования объектов управления при периодических воздействиях, определение частотных характеристик объектов управления. Определение динамических характеристик линейных объектов при аperiodических воздействиях. Обработка результатов эксперимента. Определение частотных характеристик по переходным функциям. Структурная и параметрическая идентификация.        | 50                            |
| 4.    | Статистические методы идентификации   | Методы идентификации, основанные на использовании корреляционных функций. Взаимосвязь функций взаимной корреляции и импульсной переходной функции. Идентификация с помощью белого шума. Получение частотных характеристик на основе корреляционных функций. Вычислительные аспекты. Цифровое преобразование Фурье. Модели возмущений. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей. | 50                            |
| 5.    | Идентификация с использованием регрессионных методов.                                 | Статическая задача для системы с несколькими входами и одним выходом. Статическая задача для системы с несколькими входами и несколькими выходами. Регрессионная идентификация для линейных динамических процессов. Планирование экспериментов. Построение оптимальных планов. Оценивание адекватности моделей.  | 50                            |
| 6.    | Методы идентификации нелинейных объектов управления.                                  | Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.   | 46                            |
|       | Консультации текущие  |  | 0,5                           |
|       | Консультации перед экзаменом  |  | 2,2                           |
|       | Экзамен   |  | 33,8                          |

## 5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Лекции, ак. ч | Практические занятия, ак. ч | лабораторные занятия, ак. ч | СРО, ак. ч |
|-------|---|---------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| 1.    | Введение. Основные понятия и определения  | 1             | -                           | -                           | 7,5        |
| 2.    | Принципы построения математических моделей объектов и систем управления               | 1             | -                           | -                           | 10         |
| 3.    | Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях. | 2             | 10                          | 10                          | 19         |
| 4.    | Статистические методы идентификации   | 2             | 10                          | 10                          | 19         |
| 5.    | Идентификация с использованием регрессионных методов.                                 | 2             | 10                          | 10                          | 19         |
| 6.    | Методы идентификации нелинейных объектов управления.                                  | 2             | 8                           | 8                           | 19         |
|       | Консультации текущие  |               |                             | 0,5                         |            |
|       | Консультации перед экзаменом  |               |                             | 2,2                         |            |
|       | Экзамен   |               |                             | 33,8                        |            |

### 5.2.1 Лекции

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Тематика лекционных занятий  | Трудоемкость, ак. ч |
|-------|---|--|---------------------|
| 1.    | Введение. Основные понятия и определения  | Основные понятия о моделях объектов управления, их виды и классификация, общая характеристика методов идентификации. Особенности идентификации как оптимизационной задачи. Модели «вход-выход» и в пространстве состояний. Взаимосвязь различных видов моделей.  | 1                   |
| 2.    | Принципы построения математических моделей объектов и систем управления               | Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным. Методы построения статических и динамических моделей объектов управления. Описание моделей объектов управления при взаимодействии с внешней средой. Принципы описания сложных систем, декомпозиция и агрегирование сложных моделей.   | 1                   |
| 3.    | Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях. | Экспериментальные методы исследования объектов управления при периодических воздействиях, определение частотных характеристик объектов управления. Определение динамических характеристик линейных объектов при аperiodических воздействиях. Обработка результатов эксперимента. Определение частотных характеристик по переходным функциям. Структурная и параметрическая идентификация.        | 2                   |
| 4.    | Статистические методы идентификации   | Методы идентификации, основанные на использовании корреляционных функций. Взаимосвязь функций взаимной корреляции и импульсной переходной функции. Идентификация с помощью белого шума. Получение частотных характеристик на основе корреляционных функций. Вычислительные аспекты. Цифровое преобразование Фурье. Модели возмущений. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей. | 2                   |
| 5.    | Идентификация с использованием регрессионных методов.                                 | Статическая задача для системы с несколькими входами и одним выходом. Статическая задача для системы с несколькими входами и несколькими выходами. Регрессионная   | 2                   |

|    |  |  |      |
|----|--|--|------|
|    |  | идентификация для линейных динамических процессов. Планирование экспериментов. Построение оптимальных планов. Оценивание адекватности моделей.                 |      |
| 6. | Методы идентификации нелинейных объектов управления. | Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов. | 2    |
|    | Консультации текущие                                 |  | 0,5  |
|    | Консультации перед экзаменом                         |  | 2,2  |
|    | Экзамен  |  | 33,8 |

### 5.2.2 Практические занятия

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Тематика практических занятий   | Трудоемкость, ак. ч |
|-------|---|---|---------------------|
| 1.    | Введение. Основные понятия и определения  | -   | -                   |
| 2.    | Принципы построения математических моделей объектов и систем управления               | -   | -                   |
| 3.    | Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях. | Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии по переходным процессам, полученным на типовые входные воздействия.            | 10                  |
| 4.    | Статистические методы идентификации   | Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии на основе случайных входных воздействий. Модели случайных входных воздействий. | 10                  |
| 5.    | Идентификация с использованием регрессионных методов.                                 | Идентификация различных объектов химической и пищевой технологии на основе регрессионных методов.   | 10                  |
| 6.    | Методы идентификации нелинейных объектов управления.                                  | Линеаризация моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.  | 8                   |

### 5.2.3 Лабораторный практикум

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Наименование лабораторных работ   | Трудоемкость, ак. ч |
|-------|---|---|---------------------|
| 1.    | Введение. Основные понятия и определения  | -   | -                   |
| 2.    | Принципы построения математических моделей объектов и систем управления               | -   | -                   |
| 3.    | Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях. | Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации на основе детерминированных воздействий с использованием научно-исследовательской лабораторной установки. | 10                  |
| 4.    | Статистические методы идентификации   | Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации на основе случайных воздействий с использованием научно-исследовательской лабораторной установки.         | 10                  |

|    |   |   |    |
|----|---|---|----|
| 5. | Идентификация с использованием регрессионных методов. | Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации на основе регрессионных методов с использованием научно-исследовательской лабораторной установки. | 10 |
| 6. | Методы идентификации нелинейных объектов управления.  | Разработка математического, алгоритмического и программного обеспечения идентификации нелинейных объектов с использованием научно-исследовательской лабораторной установки.             | 8  |

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

| № п/п | Наименование раздела дисциплины   | Вид СРО                                  | Трудоемкость, ак. ч |
|-------|---|--|---------------------|
| 1.    | Введение. Основные понятия и определения  | Проработка материала по конспекту лекций | 3,5                 |
|       |   | Проработка материала по учебникам.       | 4                   |
| 2.    | Принципы построения математических моделей объектов и систем управления               | Проработка материала по конспекту лекций | 10                  |
|       |   | Проработка материала по учебникам.       |                     |
| 3.    | Методы идентификации объектов и систем управления при детерминированных воздействиях. | Проработка материала по конспекту лекций | 3                   |
|       |   | Проработка материала по учебникам.       | 4                   |
|       |   | Отчет по лабораторным работам            | 10                  |
|       |   | Тест                                     | 2                   |
| 4.    | Статистические методы идентификации   | Проработка материала по конспекту лекций | 3                   |
|       |   | Проработка материала по учебникам.       | 4                   |
|       |   | Отчет по лабораторным работам            | 10                  |
|       |   | Тест                                     | 2                   |
| 5.    | Идентификация с использованием регрессионных методов.                                 | Проработка материала по конспекту лекций | 3                   |
|       |   | Проработка материала по учебникам.       | 4                   |
|       |   | Отчет по лабораторным работам            | 10                  |
|       |   | Тест                                     | 2                   |
| 6.    | Методы идентификации нелинейных объектов управления.                                  | Проработка материала по конспекту лекций | 4                   |
|       |   | Проработка материала по учебникам.       | 4                   |
|       |   | Отчет по лабораторным работам            | 10                  |
|       |   | Тест                                     | 1                   |

### 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

#### 6.1 Основная литература

1 Чикильдин, Г. П. Идентификация динамических объектов : учебное пособие / Г. П. Чикильдин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-3275-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118199>

2 Чубич, В. М. Активная параметрическая идентификация линейных непрерывно-дискретных систем : учебное пособие / В. М. Чубич. — Новосибирск : НГТУ, 2021. — 70 с. — ISBN 978-5-7782-4446-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/216251>

#### 6.2 Дополнительная литература

Чикильдин, Г. П. Идентификация динамических объектов : учебное пособие / Г. П. Чикильдин. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 88 с. — ISBN 978-5-7782-3275-4. —

Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:  
<https://e.lanbook.com/book/118199>

Петько, В. И. Методы идентификации нелинейных динамических объектов / В. И. Петько. — Минск : Белорусская наука, 2016. — 139 с. — ISBN 978-985-08-1985-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:  
<https://e.lanbook.com/book/90455>

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. .Данылив, М. М. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплин (модулей) в ФГБОУ ВО ВГУИТ [Электронный ресурс]: методические указания для обучающихся на всех уровнях высшего образования / М. М. Данылив, Р. Н. Плотникова; ВГУИТ, Учебно-методическое управление. - Воронеж: ВГУИТ, 2016. – 32 с. Режим доступа в электронной среде: <http://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web/SearchResult/MarcFormat/100813>.

2. Освоение закрепленных за дисциплиной компетенций осуществляется посредством изучения теоретического материала на лекциях, выполнения практических работ. Учебно-методический комплекс дисциплины размещен в Электронной информационно-образовательной среде ВГУИТ <http://education.vsu.ru/>.

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

| Наименование ресурса сети «Интернет»                             | Электронный адрес ресурса   |
|--|---|
| Научная электронная библиотека                                   | <a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp</a> |
| Образовательная платформа «Юрайт»                                | <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>                                       |
| ЭБС «Лань»   | <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>                             |
| АИБС «МегаПро»   | <a href="https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web</a>       |
| Сайт Министерства науки и высшего образования РФ                 | <a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>                       |
| Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ» | <a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>                           |

### **6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ».

**При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение**

| Программы             | Лицензии, реквизиты подтверждающего документа   |
|-----------------------|---|
| Adobe Reader XI       | (бесплатное ПО)<br><a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>  |
| Альт Образование      | Лицензия № ААА.0217.00<br>с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»  |
| Microsoft Windows 8   | Microsoft Open License  |
| Microsoft Windows 8.1 | Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License<br>No Level#61280574 от 06.12.2012 г.<br><a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a> |

|   |   |
|---|---|
| Microsoft Office Professional Plus 2010 | Microsoft Open License<br>Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a> |
| Microsoft Office 2007 Standart          | Microsoft Open License<br>Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a> |
| Libre Office 6.1                        | Лицензия № AAA.0217.00<br>с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)   |
| КОМПАС 3D LT v 12                       | (бесплатное ПО)<br><a href="http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html">http://zoomexe.net/ofis/project/2767-kompas-3d.html</a>  |
| T-FLEX CAD 3D Университетская           | Договор № 74-В-ТСН-3-2018 с ЗАО «ТОП СИСТЕМЫ» от 07.05.2018 г.<br>Лицензионное соглашение № А00007197 от 22.05.2018 г.  |
| Компас 3D V21                           | Лицензионное соглашение с ЗАО «Аскон» № КАД-16-1380<br>Сублицензионный договор с ООО «АСКОН-Воронеж» от 09.02.2022 г.   |
| APM WinMachine                          | Лицензионное соглашение с ООО НТЦ «АПМ» № 105416 от 22.11.2016 г.   |

#### **Справочно-правовые системы**

| <b>Программы</b>                               | <b>Лицензии, реквизиты подтверждающего документа</b>   |
|--|--|
| Справочные правовая система «Консультант Плюс» | Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г. |

### **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, в том числе в формате практической подготовки, включают:

Учебная аудитория 324. Комплект мебели для учебного процесса. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.

Учебная аудитория № 319. Комплект мебели для учебного процесса. Компьютерный класс с персональными ЭВМ семейства IBM PC, установленные ОС семейства Microsoft Windows, пакет Microsoft Office, математические пакеты Mathcad и Matlab

Дополнительно для самостоятельной работы обучающихся используют:

Читальные залы библиотеки: Компьютеры (30 шт.) со свободным доступом в сеть Интернет и Электронным библиотечным и информационно-справочным системам

### **8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки

знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

-методические материалы, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных средствах».

**ПРИЛОЖЕНИЕ**  
к рабочей программе

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения**

**1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения**

**1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 зачетных единиц

| Виды учебной работы                                  | Всего ак. ч  | семестр      |
|--|--------------|--------------|
|  |              | 2            |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины</b>                 | <b>216</b>   | <b>216</b>   |
| <i>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</i> | 25,9         | 25,9         |
| Лекции   | 6            | 6            |
| Практические занятия (ПЗ)                            | 8            | 8            |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>   | 8            | 8            |
| Лабораторные работы (ЛБ)                             | 8            | 8            |
| <i>в том числе в форме практической подготовки</i>   | 8            | 8            |
| Консультации текущие                                 | 0,6          | 0,6          |
| Рецензирование контрольной работы                    | 0,8          | 0,8          |
| Консультация экзамен                                 | 2,5          | 2,5          |
| <b>Вид аттестации (экзамен)</b>                      | <b>0,2</b>   | <b>0,2</b>   |
| <b>Самостоятельная работа:</b>                       | <b>183,3</b> | <b>183,3</b> |
| Проработка материалов по конспекту лекций            | 3            | 3            |
| Проработка материалов по учебникам                   | 88           | 88           |
| Разработка математических моделей                    | 8            | 8            |
| Анализ и расчет по известным математическим моделям  | 20           | 20           |
| Создание программ с графической оболочки             | 15           | 15           |
| Расчеты в среде математических пакетов ЭВМ           | 4,2          | 4,2          |
| Оформление отчёта к лабораторным работам             | 20           | 20           |
| Подготовка к практическим занятиям                   | 15           | 15           |
| выполнение контрольной работы                        | 10           | 10           |
| <b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>              | <b>6,8</b>   | <b>6,8</b>   |

**ПРИЛОЖЕНИЕ В  
АННОТАЦИЯ  
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
«ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ И СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ»**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Код компетенции | Наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|-----------------|--|--|
| ОПК-2           | Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности  | ИД-1 <sub>опк-2</sub> - Грамотно и аргументировано осуществляет экспертизу технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств    |
| ОПК-5           | Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов | ИД-1 <sub>опк-5</sub> – Знает аналитические и численные методы построения математических моделей различных объектов управления                                       |
| ПКв-1           | Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами   | ИД-1 <sub>пкв-1</sub> – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами              |
|                 |  | ИД-2 <sub>пкв-1</sub> – Разрабатывает частные технические задания на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом |

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

***Знать***

- основы анализа технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств;
- аналитические и численные методы построения математических моделей объектов управления;
- современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами;
- основы разработки технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом;

***уметь***

- использовать современные методы и средства получения математических моделей объектов управления;
- разрабатывать частные технические задания, включая построение модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации;

***владеть***

- навыками моделирования и исследования с использованием современных технологий.

**Содержание разделов дисциплины.**

Основные понятия о моделях объектов управления, их виды и классификация, общая характеристика методов идентификации. Особенности идентификации как оптимизационной задачи. Модели «вход-выход» и в пространстве состояний. Взаимосвязь различных видов моделей. Построение математических моделей объектов и систем по экспериментальным данным. Методы построения статических и динамических моделей объектов управления. Описание моделей объектов управления при взаимодействии с внешней средой. Принципы описания сложных систем, декомпозиция и агрегирование сложных моделей. Экспериментальные методы исследования объектов управления при периодических воздействиях, определение частотных характеристик объектов управления. Определение динамических характеристик линейных объектов при апериодических воздействиях. Обработка результатов эксперимента. Определение частотных характеристик по переходным

функциям. Структурная и параметрическая идентификация. Методы идентификации, основанные на использовании корреляционных функций. Взаимосвязь функций взаимной корреляции и импульсной переходной функции. Идентификация с помощью белого шума. Получение частотных характеристик на основе корреляционных функций. Вычислительные аспекты. Цифровое преобразование Фурье. Модели возмущений. Генерация случайных и псевдослучайных последовательностей. Статическая задача для системы с несколькими входами и одним выходом. Статическая задача для системы с несколькими входами и несколькими выходами. Регрессионная идентификация для линейных динамических процессов. Планирование экспериментов. Построение оптимальных планов. Оценивание адекватности моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием линеаризованных моделей. Идентификация нелинейных объектов с использованием функциональных степенных рядов.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

«Идентификация объектов и систем управления»

### 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

| № п/п | Код компетенции | Формулировка компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|-------|-----------------|--|--|
| 1     | ОПК-2           | Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности  | ИД-1 <sub>опк-2</sub> - Грамотно и аргументировано осуществляет экспертизу технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств    |
| 2     | ОПК-5           | Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов | ИД-1 <sub>опк-5</sub> – Знает аналитические и численные методы построения математических моделей различных объектов управления                                       |
| 3     | ПКв-1           | Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами   | ИД-1 <sub>пкв-1</sub> – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами              |
|       |                 |  | ИД-2 <sub>пкв-1</sub> – Разрабатывает частные технические задания на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом |

| Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Результаты обучения (показатели оценивания)  |
|--|--|
| ИД-1 <sub>опк-2</sub> - Грамотно и аргументировано осуществляет экспертизу технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств    | Знать основы анализа технической документации в сфере автоматизации технологических процессов и производств                                    |
| ИД-1 <sub>опк-5</sub> – Знает аналитические и численные методы построения математических моделей различных объектов управления                                       | Знать аналитические и численные методы построения математических моделей объектов управления   |
|  | Уметь использовать современные методы и средства получения математических моделей объектов управления  |
|  | Владеет навыками моделирования и исследования с использованием современных технологий  |
| ИД-1 <sub>пкв-1</sub> – Анализирует современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами              | Знать современные средства и методы разработки проектов автоматизированной системы управления технологическими процессами                      |
| ИД-2 <sub>пкв-1</sub> – Разрабатывает частные технические задания на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом | Знать основы разработки технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом |
|  | Уметь разрабатывать частные технические задания, включая построение модели процессов, оборудования, средств и систем автоматизации             |

### 3.1 Тесты (тестовые задания)

#### 3.1.1. ОПК-2 Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности

|    |   |
|----|---|
| 1. | <p>Системы, предназначенные для оперативного управления технологическими процессами, а также для выработки и реализации управляющих воздействий на технологический объект в соответствии с принятым критерием управления, называются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-АСУП</li> <li>-АСУТП</li> <li><b>-АСУ</b></li> <li>-ЛСР</li> </ul>   |
| 2. | <p>Системы, обеспечивающие оперативное управление химическим предприятием в целом, которое наряду с решением задач технологического управления отдельными производствами, координирует работу этих производств и решает планово-экономические задачи, обеспечивая эффективность работы всего предприятия, называются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-АСУТП</li> <li>-ЛСР</li> <li><b>-АСУП</b></li> <li>-АСУ</li> </ul> |
| 3. | <p>Системы, стабилизирующие необходимые режимы процессов, протекающих в отдельных аппаратах, путем поддержания заданных значений характерных технологических величин, называются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-АСУ</li> <li>-ЛСР</li> <li><b>-АСУТП</b></li> <li>-АСУП</li> </ul>   |
| 4. | <p>Человеко-машинные системы, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку информации, необходимой для оптимизации управления, т.е. выбор такого варианта управления, при котором достигается минимальное или максимальное значение некоторого критерия управления, называются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-АСУ</li> <li>-АСУТП</li> <li>-ЛСР</li> <li>-АСУП</li> </ul>  |
| 5. | <p>Технологический процесс, реализованный на соответствующем технологическом оборудовании и характеризующийся физическими величинами, называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Системой управления</li> <li><b>-технологическим объектом управления</b></li> <li>-Регулятором</li> <li>-Производством</li> </ul>  |
| 6. | <p>Совокупность технологического объекта управления и АСУ ТП является</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>-Автоматизированной системой управления</b></li> <li>-Локальной системой</li> <li>-Автоматизированной системой управления производством</li> <li>-Автоматизированным технологическим комплексом</li> </ul>  |
| 7. | <p>Простейшее физическое или физико-химическое превращение с сырьем это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Технологический процесс</li> <li><b>-Технологическая операция</b></li> <li>-Управление</li> <li>-Производство</li> <li>-Регулирование</li> </ul>  |
| 8. | <p>Совокупность технологических операций, объединенных с целью получения готового продукта заданного качества это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>-Технологический процесс</b></li> <li>-Производство</li> <li>-Регламент</li> <li>-Технологические условия</li> </ul>  |
| 9. | <p><u>Совокупность технологических операций, проводимых над исходным сырьем в одном или нескольких аппаратах, целью которых является получение продукта, обладающего</u></p>  |

|     |  |
|-----|--|
|     | <u>заданными свойствами, называется</u><br><u>-Производством</u><br><u>-Регламентом</u><br><u>-Объектом управления</u><br><u>-Технологическим процессом</u>  |
| 10. | <u>Технологический процесс характеризуется разнообразными параметрами, среди которых различают</u><br><u>Входные</u><br><u>Внутренние</u><br><u>Выходные</u><br><u>Возмущающие</u><br><u>Внешние</u>   |
| 11. | <u>_____ параметры характеризуют интенсивность протекания технологической операции</u><br><u>Входные</u><br><u>Внутренние</u><br><u>Выходные</u><br><u>Возмущающие</u>   |
| 12. | <u>_____ - параметры, изменением которых можно воздействовать на выходные</u><br><u>Входные</u><br><u>Внутренние</u><br><u>Выходные</u><br><u>Возмущающие</u>  |
| 13. | <u>_____ - неконтролируемые параметры, мешающие правильному протеканию процесса</u><br><u>Входные</u><br><u>Внутренние</u><br><u>Выходные</u><br><u>Возмущающие</u>  |
| 14. | <u>любое воздействие на ТП с целью получения желаемого эффекта называется</u><br><u>управление</u><br><u>контроль</u><br><u>возмущение</u><br><u>регулирование</u>   |
| 15. | <u>Частный случай управления, при котором технологические параметры поддерживаются на заданном значении - _____</u><br><u>управление</u><br><u>контроль</u><br><u>возмущение</u><br><u>Регулирование</u>   |
| 16. | <u>Технологический или технико-экономический показатель, характеризующий качество объекта управления в целом и принимающий числовые значения в зависимости от подаваемых на него управляющих воздействий называется</u><br><u>-критерием управления</u><br><u>-показателем качества</u><br><u>-управляемой величиной</u><br><u>-управляющим воздействием</u> |
| 17. | <u>Технологические процессы бывают</u><br><u>-Непрерывные</u><br><u>-Периодические</u><br><u>-Дискретные</u><br><u>-Поступательные</u>   |
| 18. | <u>Процесс замены человека приборами и автоматическими устройствами в операциях управления производства называется</u><br><u>Автоматизация</u><br><u>Цифровизация</u><br><u>Оптимизация</u><br><u>анализ</u>   |
| 19. | <u>Автоматизация бывает</u>  |

|  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-<u>Начальная</u></li> <li>-<u>Комплексная</u></li> <li>-<u>Полная</u></li> <li>-<u>Окончательная</u></li> </ul>   |
| 20.  | <p><u>Автоматизация каждого технологического процесса в пределах участка называется автоматизацией</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-<u>Начальной</u></li> <li>-<u>Комплексной</u></li> <li>-<u>Полной</u></li> <li>-<u>Окончательной</u></li> </ul>  |
| 21.  | <p><u>Упрощенная структурная схема системы автоматического управления включает</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-<u>Объект управления и исполнительный механизм</u></li> <li>-Объект управления и регулирующий орган</li> <li>-Регулятор и исполнительный механизм</li> <li><b>-Регулятор и объект управления</b></li> <li>-Объект управления и датчик</li> </ul> |
| 22.  | <p>По принципу управления САУ делятся следующим образом</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>-Замкнутые</b></li> <li><b>-Разомкнутые</b></li> <li>-Каскадные</li> <li><b>-Комбинированные</b></li> <li>-Связные</li> </ul>   |
| 23.  | <p>Системы, в которых регулятор изменяет регулирующее воздействие при отклонении регулируемой координаты от заданного значения независимо от причин, вызвавших это отклонение, называются _____</p> <p><b>Замкнутыми</b><br/>Разомкнутыми<br/>Комбинированными<br/>связными</p>   |
| 24.  | <p>Системы, в которых регулирующее воздействие вырабатывается регулятором в зависимости от величины возмущения, а не регулируемого параметра, называются _____</p> <p>Замкнутыми<br/><b>Разомкнутыми</b><br/>Комбинированными<br/>связными</p>  |
| 25.  | <p>Системы, сочетающие в себе принципы регулирования по отклонению и возмущению называется _____</p> <p>Замкнутыми<br/>Разомкнутыми<br/><b>Комбинированными</b><br/>связными</p>  |
| 26.  | <p>Обыкновенные системы характеризуются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Неполнотой или отсутствием начальной информации и полной рабочей информации</li> <li>-Неполнотой или отсутствием начальной и рабочей информации</li> <li>-Наличием полной начальной и рабочей информации</li> </ul>   |
| <p><b>3.1.2 ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов</b></p> |   |
| 27.  | <p>Самонастраивающиеся (адаптивные) системы характеризуются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>-Неполнотой или отсутствием начальной информации и полной рабочей информации</b></li> <li>-Неполнотой или отсутствием начальной и рабочей информации</li> <li>-Наличием полной начальной и рабочей информации</li> </ul>  |
| 28.  | <p>Игровые системы характеризуются</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Неполнотой или отсутствием начальной информации и полной рабочей информации</li> <li><b>-Неполнотой или отсутствием начальной и рабочей информации</b></li> </ul>  |

|     |   |
|-----|---|
|     | -Наличием полной начальной и рабочей информации   |
| 29. | Системы, предназначенные для поддержания какого-либо параметра в заданных пределах, называются<br>-Программными системами<br><b>-Системами стабилизации</b><br>-Следящими системами   |
| 30. | Системы, в которых параметр изменяется во времени по какому-либо закону, называются<br><u>Программными системами</u><br><u>Системами стабилизации</u><br><u>Следящими системами</u>   |
| 31. | Разработка модели путем постановки специальных экспериментов на объекте (метод активного эксперимента), либо статистической обработкой результатов длительной регистрации координат объекта в условиях его нормальной эксплуатации называется<br><input type="checkbox"/> <b>Экспериментальным подходом</b><br><input type="checkbox"/> Аналитическим подходом<br><input type="checkbox"/> Комбинированным подходом |
| 32. | Разработка модели на основе анализа физико-химических закономерностей протекания изучаемого процесса называется<br><input type="checkbox"/> Экспериментальным подходом<br><input type="checkbox"/> <b>Аналитическим подходом</b><br><input type="checkbox"/> Комбинированным подходом   |
| 33. | Разработка модели на основе составления уравнений аналитическим методом с последующим уточнением коэффициентов этих уравнений экспериментальным путем, называется<br><input type="checkbox"/> Экспериментальным подходом<br><input type="checkbox"/> Аналитическим подходом<br><input type="checkbox"/> <b>Комбинированным подходом</b>   |
| 34. | Уравнения _____ описывают установившийся режим, при котором все координаты объекта остаются неизменными во времени, то есть объект находится в состоянии равновесия.<br><b>Статики</b><br>Динамики<br>Лапласа<br>Фурье  |
| 35. | Уравнения _____ описывают неустановившийся, или переходный режим в объекте<br>Статики<br><b>Динамики</b><br>Лапласа<br>Фурье  |
| 36. | Линейными называются объекты (системы), подчиняющиеся принципу _____.<br><b>Суперпозиции</b><br>Суперполя<br>Лейбница<br>нелинейности   |
| 37. | Принцип, согласно которому реакция объекта на сумму входных сигналов равна сумме реакций на каждый сигнал в отдельности, называется принципом _____.<br><b>Суперпозиции</b><br>Суперполя<br>Лейбница<br>нелинейности  |
| 38. | Линейными являются объекты или системы, описываемые<br><input type="checkbox"/> <b>Линейными алгебраическими уравнениями</b><br><input type="checkbox"/> Нелинейными алгебраическими уравнениями<br><input type="checkbox"/> <b>Линейными дифференциальными уравнениями</b><br><input type="checkbox"/> Нелинейными дифференциальными уравнениями   |
| 39. | наиболее распространенных способов линеаризации заключается в разложение нелинейной функции в ряд<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <b>Тейлора</b><br><input type="checkbox"/> Фурье<br><input type="checkbox"/> Лапласа<br>-Эйлера  |
| 40. | Какое из уравнений удовлетворяет принципу суперпозиций (y – выход, x – вход)<br><input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> $y=k*x+b$   |

|  |  |
|--|--|
|  | <input type="checkbox"/> $y=k*x$<br><input type="checkbox"/> $y=k*x^2+b*x+c$   |
| 41.  | <p>Начальными условиями называются</p> <input type="checkbox"/> значение выходной координаты в начальный момент времени $t=0$<br><input type="checkbox"/> <b>значение выходной координаты и ее производных в начальный момент времени <math>t=0</math></b><br><input type="checkbox"/> значение производных выходной координаты в начальный момент времени $t=0$   |
| 42.  | <p>Объект называется объектом с сосредоточенными параметрами, если</p> <p><b>его входные и выходные величины зависят только от времени</b></p> <p>его входные и выходные величины не зависят от времени<br/> его входные величины зависят только от времени<br/> его выходные величины не зависят только от времени</p>  |
| 43.  | <p>Модели объектов с сосредоточенными параметрами обычно описываются</p> <p><b>обыкновенными дифференциальными уравнениями</b></p> <p>дифференциальными уравнениями в частных производных<br/> нелинейными алгебраическими уравнениями<br/> линейными алгебраическими уравнениями</p>  |
| 44.  | <p>Статическая характеристика объекта – это зависимость</p> <p><b>между входными и выходными сигналами в установившемся режиме</b></p> <p>между входными и выходными сигналами в переходном режиме<br/> между входными и возмущающими сигналами в установившемся режиме<br/> между выходными и возмущающими сигналами в переходном режиме</p>  |
| 45.  | $\begin{cases} y_1 = a_{10} + a_{11}u_1 + a_{12}u_2 + \dots + a_{1n}u_n, \\ y_2 = a_{20} + a_{21}u_1 + a_{22}u_2 + \dots + a_{2n}u_n, \\ \vdots \\ y_m = a_{m0} + a_{m1}u_1 + a_{m2}u_2 + \dots + a_{mn}u_n, \end{cases}$ <p>Приведенное выражение представляет собой</p> <p><b>Модель статического линейного многомерного объекта</b></p> <p>Модель статического нелинейного многомерного объекта<br/> Модель статического линейного одномерного объекта<br/> Модель статического нелинейного одномерного объекта</p> |
| 46.  | <p>Статическая характеристика объекта – это</p> <p><b>зависимость между входными и выходными сигналами в установившемся режиме</b></p> <p>зависимость между входными и выходными сигналами в переходном режиме<br/> зависимость между входными и входными сигналами в переходном режиме<br/> зависимость между выходными и выходными сигналами в установившемся режиме</p>   |
| 47.  | <p>Линейные динамические непрерывные модели могут быть заданы в формах</p> <p><b>Обыкновенные дифференциальные уравнения n-го порядка</b></p> <p><b>Передаточных функций</b></p> <p><b>Уравнений в пространстве состояний</b></p> <p><b>Обыкновенных разностных уравнений</b></p>  |
| 48.  | $W(z) = \frac{y(z)}{x(z)} = \frac{b_m + b_{m-1}z^{-1} + \dots + b_0z^{-m}}{a_n + a_{n-1}z^{-1} + \dots + a_nz^{-n}}$ <p>Выражение <span style="float: right;">представляет собой</span></p> <p>Обыкновенное дифференциальное уравнение n-го порядка<br/> Непрерывную передаточную функцию<br/> <b>Дискретную передаточную функцию</b><br/> уравнение в пространстве состояний</p>  |
| <p><b>3.1.3 ПКв-1 Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами</b></p> |  |

|     |  |
|-----|--|
| 49. | <p>На рисунке приведена схема</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> регулирования производительности центробежного компрессора (газодувки)</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> <b>регулирования теплообменника смешения</b></li> <li><input type="checkbox"/> Каскадной АСР регулирования теплообменника смешения</li> <li><input type="checkbox"/> АСР поверхностного теплообменника</li> </ul>  |
| 50. | <p>Система является управляемой, если</p> <p><b>она может быть переведена из любого состояния <math>x(t_0)</math> при <math>t=t_0</math> в любое другое желаемое состояние <math>x(t_1)</math> за конечный интервал времени <math>\tau</math> (<math>\tau=t_1-t_0</math>) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия <math>u(t)</math>, <math>t \in (t_0, t_1)</math></b></p> <p>она не может быть переведена из любого состояния <math>x(t_0)</math> при <math>t=t_0</math> в любое другое желаемое состояние <math>x(t_1)</math> за конечный интервал времени <math>\tau</math> (<math>\tau=t_1-t_0</math>) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия <math>u(t)</math>, <math>t \in (t_0, t_1)</math></p> <p>она может быть переведена из любого состояния <math>x(t_0)</math> при <math>t=t_0</math> в любое другое желаемое состояние <math>x(t_1)</math> за бесконечный интервал времени <math>\tau</math> (<math>\tau=\infty</math>) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия <math>u(t)</math>, <math>t \in (t_0, t_1)</math></p> <p>она не может быть переведена из любого состояния <math>x(t_0)</math> при <math>t=t_0</math> в любое другое желаемое состояние <math>x(t_1)</math> за бесконечный интервал времени <math>\tau</math> (<math>\tau=\infty</math>) путем приложения кусочно-непрерывного входного воздействия <math>u(t)</math>, <math>t \in (t_0, t_1)</math></p> |
| 51. | <p>Динамические системы могут быть описаны</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>системами обыкновенных дифференциальных уравнений</b></li> <li><b>системами уравнений в частных производных</b></li> <li><b>системами разностных уравнений</b></li> <li><b>системами непрерывных передаточных функций</b></li> </ul>  |
| 52. | <p>Уравнение <math>a_0 \frac{d^n x(t)}{dt^n} + a_1 \frac{d^{n-1} x(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dx(t)}{dt} + a_n x(t) = b_0 u(t)</math> является</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Обыкновенным дифференциальным уравнением</b></li> <li>Конечно-разностным уравнением</li> <li>Уравнением в частных производных</li> <li>Передаточной функцией</li> </ul>  |
| 53. | <p>Критерием управляемости является</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Критерий Гильберта</b></li> <li>Критерий Калмана</li> <li>Критерий Ляпунова</li> <li>Критерий Эйлера</li> </ul>  |
| 54. | <p>В канонических преобразованиях матрица преобразования представляет собой</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Матрицу собственных векторов</b></li> <li>Единичную матрицу</li> <li>Нулевую матрицу</li> <li>Матрицу Якоби</li> </ul>   |
| 55. | <p>Выражение <math>\det(\mathbf{A} - \lambda \cdot \mathbf{I}) = 0</math> предназначено для</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Расчета критерия Калмана</li> <li><b>Поиска собственных значений матрицы <math>\mathbf{A}</math></b></li> <li>Расчета критерия Гильберта</li> <li>Расчета следа матрицы <math>\mathbf{A}</math></li> </ul>  |
| 56. | <p>Какая функция в MathCad используется для расчета собственных векторов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Eigenvecs</b></li> <li>Eigenvals</li> <li>Eigenvalues</li> <li>eigenvectors</li> </ul>  |

|     |   |
|-----|---|
| 57. | <p>Какая функция в MathCad используется для расчета собственных значений</p> <p>Eigenvecs<br/> <b>Eigenvals</b><br/> Eigenvalues<br/> eigenvectors</p>  |
| 58. | <p>Почему использование канонического преобразования возможно только для случая, когда все собственные значения <math>\lambda_i</math> различные?</p> <p><b>Матричное уравнение <math>(A - \lambda_i I)v_i = 0</math> имеет бесконечное множество решений, поскольку <math>\det(A - \lambda_i \cdot I) = 0</math></b></p> <p>Матричное уравнение <math>(A - \lambda_i I)v_i = 0</math> имеет нулевые корни</p> <p>Матричное уравнение <math>(A - \lambda_i I)v_i = 0</math> не имеет решений, поскольку <math>\det(A - \lambda_i \cdot I) = 0</math></p> <p>Матричное уравнение <math>(A - \lambda_i I)v_i = 0</math> имеет бесконечное множество решений, поскольку <math>\det(A - \lambda_i \cdot I) \neq 0</math></p>      |
| 59. | <p>Укажите выражение, которое является решением уравнения состояния <math>\dot{x} = Ax + Bu</math>?</p> <p><b>1) <math>x(t_1) = e^{A(t_1-t_0)}x(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} e^{A(t_1-\tau)}Bu(\tau)d\tau</math></b></p> <p>2) <math>x(t_1) = e^{A(t_1-t_0)}x(t_0) - \int_{t_0}^{t_1} e^{A(t_1-\tau)}Bu(\tau)d\tau</math></p> <p>3) <math>x(t) = e^{A(t-t_0)}x(t) + \int_{t_0}^{\tau} e^{A(t-\tau)}Bu(\tau)d\tau</math></p> <p>4) <math>x(t_1) = e^{A(t_1-t_0)}x(t_0) + \int_{t_0}^{t_1} A(t_1 - \tau)Bu(\tau)d\tau</math></p>   |
| 60. | <p>Укажите матричное уравнение Коши?</p> <p><b>1) <math>\dot{x} = Ax + Bu</math></b></p> <p>2) <math>\ddot{x} = Ax - Bu</math></p> <p>3) <math>\dot{x} = A\ddot{x} + Bu</math></p> <p>4) <math>\dot{x} = A\ddot{x} - B\ddot{u}</math></p>   |
| 61. | <p>Как связаны критерий управляемости и устойчивости?</p> <p><b>критерий управляемости не зависит от устойчивости системы</b></p> <p>критерий управляемости зависит от устойчивости системы</p> <p>критерий управляемости зависит от устойчивости системы, если собственные значения матрицы объекта имеют нулевые корни</p> <p>критерий управляемости зависит от устойчивости системы, если собственные значения матрицы объекта не имеют нулевые корни</p>  |
| 62. | <p>В критерии Калмана для оценки управляемости системы необходимо</p> <p><b>Посчитать ранг матрицы</b></p> <p>Найти собственные значения матрицы</p> <p>Найти собственные вектора матрицы</p> <p>Определить матрицу канонических преобразований</p>   |
| 63. | <p>Задача идентификации для дифференциального уравнения вида</p> $a_n \frac{d^n y(t)}{dt^n} + a_{n-1} \frac{d^{n-1} y(t)}{dt^{n-1}} + \dots + a_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) =$ <p style="text-align: right;">заключается в</p> $= b_m \frac{d^m u(t)}{dt^m} + b_{m-1} \frac{d^{m-1} u(t)}{dt^{m-1}} + \dots + b_2 \frac{d^2 u(t)}{dt^2} + b_1 \frac{du(t)}{dt} + b_0 u(t)$ <p><b>нахождении порядков n, m и всех коэффициентов a, b данного дифференциального уравнения</b></p> <p>нахождении порядков n, m данного дифференциального уравнения</p> <p>нахождении всех коэффициентов a, b данного дифференциального уравнения</p> <p>нахождении решения данного дифференциального уравнения</p> |

|     |  |
|-----|--|
| 64. | <p>Наличие форсирующего звена первого порядка приводит<br/> <b>к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_i</math></b><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_i</math><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_i</math><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -40 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_i</math></p>  |
| 65. | <p>Наличие форсирующего звена второго порядка приводит<br/> <b>к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_p</math>.</b><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_p</math><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_p</math><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_p</math></p>   |
| 66. | <p>Наличие апериодического звена первого порядка приводит<br/> <b>к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_h</math></b><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_h</math><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_h</math><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_h</math></p>   |
| 67. | <p>Наличие апериодического звена второго порядка приводит<br/> <b>к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -40 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_n</math>.</b><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +40 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_n</math>.<br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на +20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_n</math><br/> к изменению тангенс угла наклона асимптотической ЛАХ на -20 Дб/декаду при частоте <math>\omega=1/T_n</math></p>   |
| 68. | <p>Наличие пропорционального и интегрирующих (дифференцирующих) звеньев приводит к тому, что на низких частотах <math>\omega \rightarrow 0</math> (<math>\theta \rightarrow -\infty</math>) асимптотическая ЛАХ системы имеет вид<br/> <b>прямой линии, тангенс угла наклона которой равен (<math>\delta \cdot 20</math>) Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке (<math>20 \cdot \lg K</math>)</b><br/> прямой линии, тангенс угла наклона которой равен (<math>\delta \cdot 40</math>) Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке (<math>40 \cdot \lg K</math>)<br/> прямой линии, тангенс угла наклона которой равен (<math>\delta \cdot 60</math>) Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке (<math>60 \cdot \lg K</math>)<br/> прямой линии, тангенс угла наклона которой равен (<math>\delta \cdot 20</math>) Дб/декаду, пересекающей ось ординат в точке 0</p> |
| 69. | <p>Можно ли по асимптотической ЛАХ неустойчивой системы провести идентификацию?<br/> <b>Нет</b><br/> Да<br/> Да, если по виду ЛАХ можно определить наличие усилительного звена<br/> Да, если по виду ЛАХ можно определить наличие интегрирующего звена</p>   |
| 70. | <p>При идентификация методом корреляционных функций процесс должен быть<br/> <b>Стационарным</b><br/> Нестационарным<br/> Переходным<br/> Динамическим</p>   |

|     |   |
|-----|---|
| 71. | <p>Выражение <math>\varphi_{yu}(\theta) = \int_0^t g(\tau) \cdot \delta(\theta - \tau) d\tau = g(\theta)</math> представляет собой</p> <p><b>Взаимную корреляционную функцию</b><br/> Автокорреляционную функцию<br/> Некорреляционную функцию<br/> Белый шум</p>             |
| 72. | <p>К псевдослучайным последовательностям относятся</p> <p><b>Псевдослучайные бинарные последовательности</b><br/> <b>Псевдослучайные последовательности максимальной длины</b><br/> <b>Нуль последовательности</b><br/> <b>нуль-последовательности максимальной длины</b></p> |
| 73. | <p>В выражении <math>(z^{-2} \oplus z^{-1})x = x</math> операция <math>\oplus</math> является</p> <p><b>Сложением по модулю 2</b><br/> Делением по модулю 2<br/> Умножением по модулю 2<br/> Вычитанием по модулю 1</p>   |

### 3.2 Кейс-задания

#### 3.2.2 ОПК-5 Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов

| 74.   | <p>Определить управляемость системы, описываемой дифференциальным уравнением</p> $a_0 \frac{d^3 x(t)}{dt^3} + a_1 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + a_2 \frac{dx(t)}{dt} + a_3 x(t) = b_0 u(t)$ <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>a_0</math></th> <th><math>a_1</math></th> <th><math>a_2</math></th> <th><math>a_3</math></th> <th><math>b_0</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>8</td> <td>3</td> <td>-11</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Вводим замену:<br/> <math>x(t) = x1(t)</math><br/> <math>\frac{d}{dt} x1(t) = x2(t)</math><br/> <math>\frac{d}{dt} x2(t) = -\left(\frac{a_2}{a_1} \cdot x2(t)\right) - \frac{a_3}{a_1} \cdot x1(t) + \frac{b_0}{a_1} \cdot u(t)</math></p> <p>Записываем уравнение состояния динамической системы:<br/> <math>\dot{\chi} = A \cdot \chi + B \cdot u</math></p> <p>Где A и B – матрицы коэффициентов</p> $A := \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{a_3}{a_1} & -\frac{a_2}{a_1} \end{pmatrix}$ $B := \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{b_0}{a_1} \end{pmatrix}$ | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $b_0$ | 0 | 8 | 3 | -11 | 7 |
|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|-----|---|
| $a_0$ | $a_1$   | $a_2$ | $a_3$ | $b_0$ |       |       |   |   |   |     |   |
| 0     | 8   | 3     | -11   | 7     |       |       |   |   |   |     |   |
| 75.   | <p>Определить управляемость системы, описываемой дифференциальным уравнением</p> $a_0 \frac{d^3 x(t)}{dt^3} + a_1 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + a_2 \frac{dx(t)}{dt} + a_3 x(t) = b_0 u(t)$ <table border="1"> <thead> <tr> <th><math>a_0</math></th> <th><math>a_1</math></th> <th><math>a_2</math></th> <th><math>a_3</math></th> <th><math>b_0</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>-4</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>   | $a_0$ | $a_1$ | $a_2$ | $a_3$ | $b_0$ | 0 | 2 | 3 | -4  | 7 |
| $a_0$ | $a_1$   | $a_2$ | $a_3$ | $b_0$ |       |       |   |   |   |     |   |
| 0     | 2   | 3     | -4    | 7     |       |       |   |   |   |     |   |

Вводим замену:

$$x(t) = x1(t)$$

$$\frac{d}{dt}x1(t) = x2(t)$$

$$\frac{d}{dt}x2(t) = -\left(\frac{a2}{a1} \cdot x2(t)\right) - \frac{a3}{a1} \cdot x1(t) + \frac{b0}{a1} \cdot u(t)$$

Записываем уравнение состояния динамической системы:

$$\dot{x} = A \cdot x + B \cdot u$$

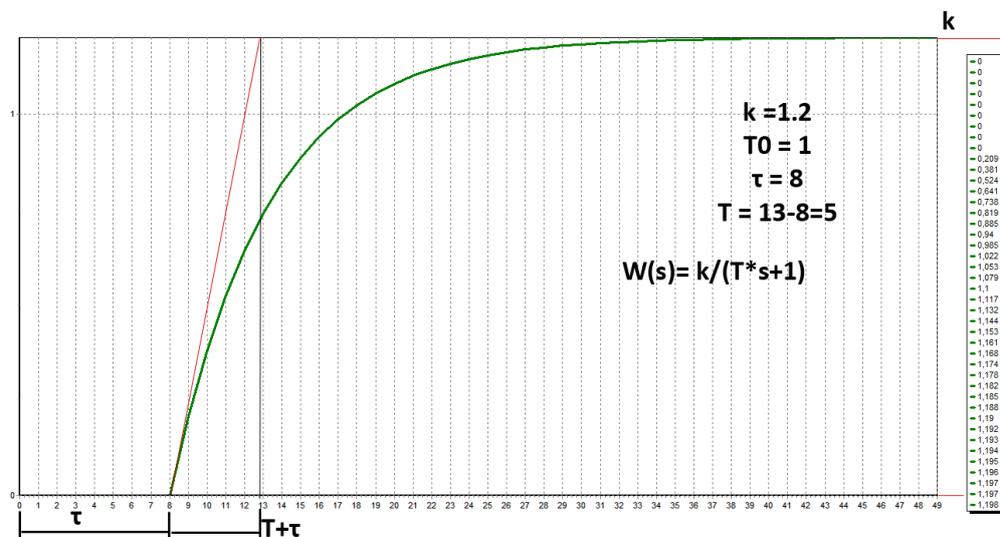
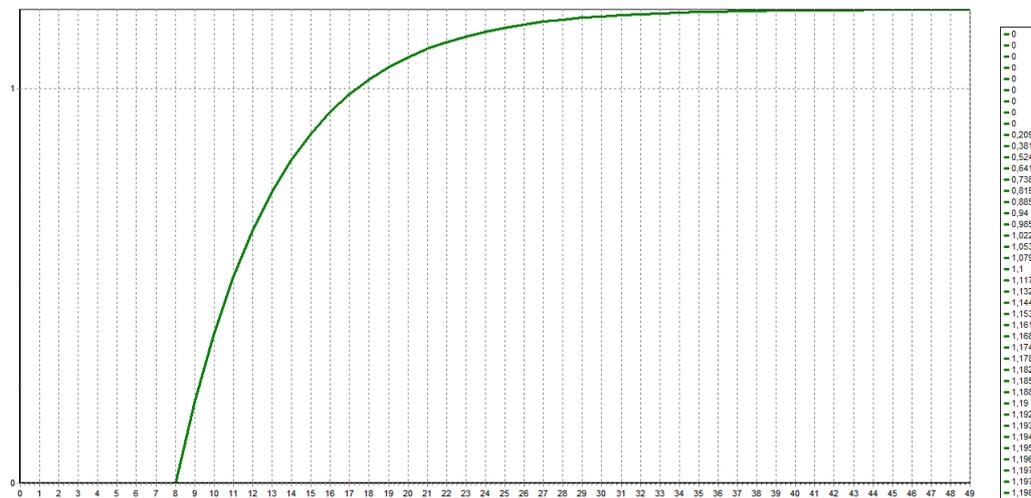
Где A и B – матрицы коэффициентов

$$A := \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ \frac{a3}{a1} & -\frac{a2}{a1} \end{pmatrix}$$

$$B := \begin{pmatrix} 0 \\ \frac{b0}{a1} \end{pmatrix}$$

76.

По графику переходного процесса определить передаточную функцию объекта управления

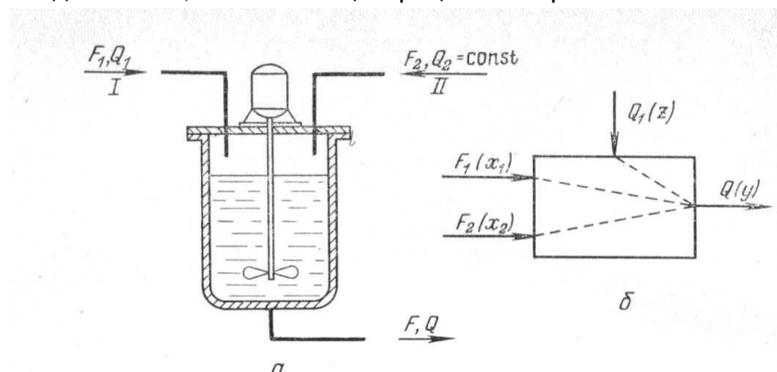


### 3.2.3 ПКв-1 Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами

77.

Составить математическое описание смесителя постоянного объема V, обеспечивающего идеальное перемешивание жидкости. В смеситель подаются жидкости, расходы и концентрации

которых соответственно равны  $F_1, Q_1$  и  $Q_2, F_2$ . Выходной величиной смесителя является состав жидкости  $Q$  в смесителе и на выходе из него, а входными переменными — величины потоков на входе  $F_1$  и  $F_2$ , а также концентрация  $Q_1$ . Причем  $Q_1 > Q > Q_2$ .



Полный материальный баланс за промежуток времени  $dt$

$$F_1 + F_2 = F \quad (1)$$

$$F_1 Q_1 dt + F_2 Q_2 dt = V dQ + F Q dt \quad (2)$$

$F$  - выход из смесителя

Преобразуем (2) с учетом (1)

$$V \frac{dQ}{dt} + (F_1 + F_2)Q = F_1 Q_1 + F_2 Q_2 \quad (3)$$

Уравнение нелинейно, поэтому линеаризуем его, заменив каждую переменную на сумму базисного значения и приращения:

$$V \frac{d\Delta Q}{dt} + F_{10}\Delta Q + F_{10}Q_0 + Q_0\Delta F_1 + F_{20}\Delta Q + F_{20}Q_0 + Q_0\Delta F_2 =$$

$$= F_{10}Q_{10} + F_{10}\Delta Q_1 + Q_{10}\Delta F_1 + F_{20}Q_2 + Q_2\Delta F_2 \quad (4)$$

В равновесном состоянии получим

$$F_{10}Q_0 + F_{20}Q_0 = F_{10}Q_{10} + F_{20}Q_2 \quad (5)$$

Вычтем (5) из (4), учитывая что  $F_{10} + F_{20} = F_0$ , найдем уравнение смесителя в приращениях

$$V \frac{d\Delta Q}{dt} + F_0\Delta Q = F_{10}\Delta Q_1 + (Q_{10} - Q_0)\Delta F_1 - (Q_0 - Q_2)\Delta F_2 \quad (6)$$

Определим относительные величины

$$y = \frac{\Delta Q}{Q_0}, z = \frac{\Delta Q_1}{Q_{10}}, x_1 = \frac{\Delta F_1}{F_{10}}, x_2 = \frac{\Delta F_2}{F_{20}}$$

Подставим в (6)

$$V Q_0 \frac{dy}{dt} + F_0 Q_0 y = F_{10} Q_{10} z + (Q_{10} - Q_0) F_{10} x_1 - (Q_0 - Q_2) F_{20} x_2$$

Разделим все слагаемые на сомножитель  $F_0 Q_0$

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

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

| Результаты обучения по этапам формирования компетенций  | Предмет оценки (продукт или процесс)                             | Показатель оценивания   | Критерии оценивания сформированности компетенций  | Шкала оценивания   |                               |
|---|--|---|---|--|-------------------------------|
|   |  |   |   | Академическая оценка или баллы                                   | Уровень освоения компетенции  |
| <b><i>ПКв-1 - Разработка концепции автоматизированной системы управления технологическими процессами</i></b>  |  |   |   |  |                               |
| <b>Знать</b> современные средства и методы разработки проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами; основы проектирования автоматизированной системы управления технологическим процессом; системы автоматизированного проектирования схем автоматизированной системы управления технологическим процессом | Тест   | %   | 90 и выше   | Отлично  | Освоена (повышенный)          |
|   |  |   | от 75 до 89,99  | Хорошо   | Освоена (повышенный)          |
|   |  |   | 60 до 74,99   | Удовлетворительно  | Освоена (базовый)             |
|   |  |   | менее 60  | Неудовлетворительно  | Не освоена (недостаточный)    |
|   | Собеседование (защита лабораторных работ)                        | Умение применять современные системы автоматизированного проектирования в биотехнологии   | обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу  | Не зачтено   | Не освоена (недостаточный)    |
|   |  |   | обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации  | Зачтено  | Освоена (повышенный)          |
|   | Собеседование (защита лабораторной работы)                       | Умение анализировать современные системы автоматизированного проектирования в биотехнологии                                       | обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы | Зачтено  | Освоена (базовый, повышенный) |
|   |  |   | обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу  | Не зачтено   | Не освоена (недостаточный)    |
| Кейс-задание  |  |   | Решение кейс-задание  | обучающийся грамотно решил кейс-задания, но допустил одну ошибку | Отлично                       |
|   | обучающийся правильно решил кейс-задания, но допустил две ошибки | Хорошо  |   | Освоена (повышенный)   |                               |
| Кейс-задание  | Решение кейс-задание   | обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)  |                               |

|   |                            |                   |  |                         |                                   |
|---|----------------------------|-------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|
| автоматизированног<br>о проектирования и<br>программу для<br>написания и<br>модификации<br>документов для<br>разработки схемы<br>автоматизированной<br>системы управления<br>технологическим<br>процессом   |                            |                   | обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок | Неудовлетвори<br>тельно | Не освоена<br>(недостаточный<br>) |
| <b>Владеет:</b> навыками разработки современных средств и методов проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами; навыками разработки частных технических заданий на проектирование отдельных частей автоматизированной системы управления технологическим процессом; навыками использования системы автоматизированног<br>о проектирования и программ для написания и модификации документов для разработки схемы автоматизированной системы управления технологическим процессом | Собеседование<br>(экзамен) | Ответы на вопросы | обучающийся ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку                                  | Отлично                 | Освоена<br>(повышенный)           |
|   |                            |                   | обучающийся правильно ответил на все вопросы, но допустил две ошибки                         | Хорошо                  | Освоена<br>(повышенный)           |
|   |                            |                   | обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки    | Удовлетворите<br>льно   | Освоена<br>(базовый)              |
|   |                            |                   | обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок  | Неудовлетвори<br>тельно | Не освоена<br>(недостаточный<br>) |

**ОПК-2 - Способен осуществлять экспертизу технической документации в сфере своей профессиональной деятельности**

|  |      |   |                |         |                         |
|--|------|---|----------------|---------|-------------------------|
| <b>Знать</b><br>автоматизированные<br>системы управления<br>технологическими | Тест | % | 90 и выше      | Отлично | Освоена<br>(повышенный) |
|  |      |   | от 75 до 89,99 | Хорошо  | Освоена<br>(повышенный) |

|   |  |   |   |                     |                               |
|---|--|---|---|---------------------|-------------------------------|
| процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями; правила разработки проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами, процедуры и методики системы менеджмента качества, правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения; состав комплектов проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами |  |   | 60 до 74,99   | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)             |
|   |  |   | менее 60  | Неудовлетворительно | Не освоена (недостаточный)    |
|   | Собеседование (защита лабораторных работ)  | Умение применять современные системы автоматизированного проектирования в биотехнологии     | обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу  | Не зачтено          | Не освоена (недостаточный)    |
|   |  |   | обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации  | Зачтено             | Освоена (повышенный)          |
| <b>Уметь</b> : анализировать существующие автоматизированные системы управления технологическими процессами, разработанные отечественными и зарубежными производителями; применять на практике правила разработки проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами; разрабатывать комплекты проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами              | Собеседование (защита лабораторной работы) | Умение анализировать современные системы автоматизированного проектирования в биотехнологии | обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы | Зачтено             | Освоена (базовый, повышенный) |
|   |  |   | обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу  | Не зачтено          | Не освоена (недостаточный)    |
|   | Кейс-задание                               | Решение кейс-задание  | обучающийся грамотно решил кейс-задания, но допустил одну ошибку  | Отлично             | Освоена (повышенный)          |
|   |  |   | обучающийся правильно решил кейс-задания, но допустил две ошибки  | Хорошо              | Освоена (повышенный)          |
|   |  |   | обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки   | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)             |
|   |  |   | обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок  | Неудовлетворительно | Не освоена (недостаточный)    |
| <b>Владеть</b> навыками анализа существующих автоматизированных систем управления технологическими процессами, разработанные  | Собеседование (экзамен)                    | Ответы на вопросы   | обучающийся ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку   | Отлично             | Освоена (повышенный)          |
|   |  |   | обучающийся правильно ответил на все вопросы, но допустил две ошибки  | Хорошо              | Освоена (повышенный)          |
|   |  |   | обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки   | Удовлетворительно   | Освоена (базовый)             |

|   |  |  |  |                            |                                   |
|---|--|--|--|----------------------------|-----------------------------------|
| <p>отечественными и зарубежными производителями; навыками автоматизированного проектирования и программного написания и модификации документов для разработки комплектов конструкторской документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами с использованием отдельных частей документации, выполненных работниками, осуществляющими проектирование; навыками разработки комплектов проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами</p> |  |  | <p>обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок</p> | <p>Неудовлетворительно</p> | <p>Не освоена (недостаточный)</p> |
|---|--|--|--|----------------------------|-----------------------------------|

**ОПК-5 - Способен разрабатывать аналитические и численные методы при создании математических моделей машин, приводов, оборудования, систем, технологических процессов**

|  |  |  |   |                            |                                   |
|--|--|--|---|----------------------------|-----------------------------------|
| <p><b>Знать</b> правила автоматизированной системы управления организацией, типовые проектные решения; состав комплектов проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами</p> | <p>Тест</p>                                      | <p>%</p>   | <p>90 и выше</p>  | <p>Отлично</p>             | <p>Освоена (повышенный)</p>       |
|  |  |  | <p>от 75 до 89,99</p>   | <p>Хорошо</p>              | <p>Освоена (повышенный)</p>       |
|  |  |  | <p>60 до 74,99</p>  | <p>Удовлетворительно</p>   | <p>Освоена (базовый)</p>          |
|  |  |  | <p>менее 60</p>   | <p>Неудовлетворительно</p> | <p>Не освоена (недостаточный)</p> |
|  | <p>Собеседование (защита лабораторных работ)</p> | <p>Умение применять современные системы автоматизированного проектирования в биотехнологии</p> | <p>обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу</p>             | <p>Не зачтено</p>          | <p>Не освоена (недостаточный)</p> |
|  |  |  | <p>обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации</p> | <p>Зачтено</p>             | <p>Освоена (повышенный)</p>       |
| <p><b>Уметь</b> : применять на</p>   | <p>Собеседование</p>                             | <p>Умение</p>  | <p>обучающийся активно участвовал в выполнении</p>  | <p>Зачтено</p>             | <p>Освоена</p>                    |

|  |                              |  |   |                            |                            |
|--|------------------------------|--|---|----------------------------|----------------------------|
| <p>практике правила разработки проектов автоматизированных систем управления технологическими процессами; разрабатывать комплекты проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами</p>  | (защита лабораторной работы) | анализировать современные системы автоматизированного проектирования в биотехнологии         | работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы |                            | (базовый, повышенный)      |
|  |                              |  | обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу        | Не зачтено                 | Не освоена (недостаточный) |
|  | Кейс-задание                 | Решение кейс-задание   | обучающийся грамотно решил кейс-задания, но допустил одну ошибку  | Отлично                    | Освоена (повышенный)       |
|  |                              |  | обучающийся правильно решил кейс-задания, но допустил две ошибки  | Хорошо                     | Освоена (повышенный)       |
|  |                              |  | обучающийся предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки                       | Удовлетворительно          | Освоена (базовый)          |
|  |                              | обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок | Неудовлетворительно   | Не освоена (недостаточный) |                            |
| <p><b>Владеть</b> навыками автоматизированного проектирования и программного написания и модификации документов для разработки комплектов конструкторской документации на различных стадиях проектирования автоматизированной системы управления технологическими процессами с использованием отдельных частей документации, выполненных работниками, осуществляющими проектирование; навыками разработки комплектов проектной и рабочей документации на автоматизированные системы управления технологическими процессами</p> | Собеседование (экзамен)      | Ответы на вопросы  | обучающийся ответил на все вопросы, но допустил одну ошибку   | Отлично                    | Освоена (повышенный)       |
|  |                              |  | обучающийся правильно ответил на все вопросы, но допустил две ошибки  | Хорошо                     | Освоена (повышенный)       |
|  |                              |  | обучающийся ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки   | Удовлетворительно          | Освоена (базовый)          |
|  |                              |  | обучающийся в ответе допустил более пяти ошибок   | Неудовлетворительно        | Не освоена (недостаточный) |