

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 44

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель образовательной программы  
старший преподаватель  
(должность, уч. степень, звание)

Д.В. Куртяник  
(инициалы, фамилия)  
(подпись)  
«20» марта 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление виртуальным двойником»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                         |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 09.03.01                                |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Информатика и вычислительная техника    |
| Наименование<br>направленности                        | Компьютерные технологии, системы и сети |
| Форма обучения                                        | очно-заочная                            |
| Год приема                                            | 2024                                    |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., доц. «20» марта 2024 г. Н.А. Балонин  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 44

«20» марта 2024 г, протокол № 4-23/24

Заведующий кафедрой № 44

д.т.н., проф. «20» марта 2024 г. М.Б. Сергеев  
(уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №4 по методической работе

доц., к.т.н. «20» марта 2024 г. А.А. Фоменкова  
(должность, уч. степень, звание) (подпись, дата) (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Управление виртуальным двойником» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» направленности «Компьютерные технологии, системы и сети». Дисциплина реализуется кафедрой «№44».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ПК-5 «Способен выполнять разработку технических документов, адресованных специалисту по информационным технологиям»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением студентами необходимых знаний и навыков в области работ с искусственным интеллектом (ИИ), включающих коллективную разработку программного обеспечения виртуальных двойников через интернет, для решения практических задач по анализу и построению информационных систем.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающегося.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме зачета.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Получение студентами необходимых знаний и навыков в области теории оптимальных процессов, как математического и программного средства для решения практических задач, оптимизации информационных систем и аппаратно-программных комплексов.

1.2. Дисциплина входит в состав части, формируемой участниками образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

| Категория (группа) компетенции | Код и наименование компетенции                                                                                    | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональные компетенции   | ПК-5 Способен выполнять разработку технических документов, адресованных специалисту по информационным технологиям | ПК-5.3.1 знать основы теории систем и системного анализа; знать инструменты: средства для набора текста (текстовый процессор, XML-редактор), средства подготовки графических схем, средства визуального описания бизнес-процессов<br>ПК-5.У.1 уметь анализировать техническую документацию, извлекать из нее сведения, необходимые для решения поставленной задачи; составлять обобщенные описания явлений, процессов, объектов управления без использования математического аппарата и специальной терминологии; использовать математический аппарат для описания явлений, процессов, объектов управления<br>ПК-5.В.1 владеть навыками составления описания информационной или математической модели |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Математика. Математический анализ»
- «Физика»
- «Численные методы и вариационное исчисление»
- «Моделирование».

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

| Вид учебной работы                                                                          | Всего      | Трудоемкость по семестрам |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------|
|                                                                                             |            | №8                        |
| 1                                                                                           | 2          | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>                                             | 3/ 108     | 3/ 108                    |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                                 | 34         | 34                        |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>                                                       | 68         | 68                        |
| в том числе:                                                                                |            |                           |
| лекции (Л), (час)                                                                           | 34         | 34                        |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                |            |                           |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                             | 34         | 34                        |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                    |            |                           |
| экзамен, (час)                                                                              |            |                           |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>                                                  | 40         | 40                        |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Дифф. Зач. | Дифф. Зач.                |

Примечание: \*\* кандидатский экзамен

## 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

| Разделы, темы дисциплины                                        | Лекции (час) | ПЗ (СЗ) (час) | ЛР (час) | КП (час) | СРС (час) |
|-----------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|----------|-----------|
| Семестр 8                                                       |              |               |          |          |           |
| Раздел 1. Основы теории оптимизации                             |              |               |          |          |           |
| Тема 1.1. Гносеологические аспекты теории оптимальных процессов | 18           |               | 18       |          | 20        |
| Тема 1.2. Оптимизация динамических систем                       |              |               |          |          |           |
| Тема 1.3. Оптимизация информационных систем                     |              |               |          |          |           |
| Раздел 2. Решение типичных задач                                |              |               |          |          |           |
| Тема 2.1. Вариационные задачи механики                          | 16           |               | 16       |          | 20        |
| Тема 2.2. Принцип максимума Понтрягина                          |              |               |          |          |           |
| Тема 2.3. Экстремальные по детерминанту матрицы                 |              |               |          |          |           |
| Итого в семестре:                                               | 34           |               | 34       |          | 40        |
| Итого                                                           | 34           | 0             | 34       | 0        | 40        |

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

| Номер раздела | Название и содержание разделов и тем лекционных занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1             | <p>Тема 1.1. Гносеологические аспекты теории оптимальных процессов<br/>История возникновения теории оптимальных процессов. Экстремальные свойства сингулярных чисел и векторов. Векторы, функции и линейные операторы в евклидовых и гильбертовых пространствах. Нормы функций и операторов. Оператор свертки. Операторы управляемости и наблюдаемости. Ганкелев оператор. Сопряженные операторы. Определение эллипсоида наблюдаемости и его свойства. Множество достижимости и эллипсоид управляемости.</p> <p>Тема 1.2. Оптимизация динамических систем<br/>Примеры задач оптимального управления. Классификация задач конечномерной оптимизации. Конечномерная безусловная оптимизация. Метод Ферма. Конечномерная условная оптимизация. Метод Лагранжа. Задача об экстремуме квадратичной формы на плоскости и на сфере. Общая задача об оптимальных начальных условиях.</p> <p>Тема 1.3. Оптимизация информационных систем. Роль матричной обработки в теории информации. Экстремальные малоуровневые матрицы. Классификация экстремальных матриц.</p>                                                                                                                                                           |
| 2             | <p>Тема 2.1. Вариационные задачи механики<br/>Вариационные задачи оптимального управления<br/>Классификация вариационных задач. Уравнение Эйлера. Вариационные задачи на условный экстремум. Операторные нормы линейных динамических систем. Задача о согласованном фильтре. Задача Булгакова при ограничении на энергию и на амплитуду. Задача Булгакова для управления экипажем.</p> <p>Тема 2.2. Принцип максимума Понтрягина<br/>Решение задач оптимального управления с помощью принципа максимума. Задача о максимальном быстродействии. Принцип максимума Понтрягина. Синтез оптимального регулятора с использованием уравнения Риккати. Наблюдающие устройства. Синтез регулятора для систем с неполной информацией о состояниях. Синтез регуляторов в пакетах класса MATLAB</p> <p>Тема 2.3. Экстремальные по детерминанту матрицы<br/>Возникновение оптимальных задач теории информационных процессов. Экстремальные по детерминанту матрицы и матрицы семейства Адамара. Взвешенные матрицы и матрицы Белевича. Малоуровневые матрицы нечетных порядков. Алгоритмы поиска экстремальных матриц. Возникновение новых теорий в начале XXI века. Потенциальное доказательство матричной гипотезы Адамара.</p> |

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

| № п/п                           | Темы практических занятий | Формы практических занятий | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|---------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                           |                            |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                           |                            |                     |                                       |                      |

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

| № п/п     | Наименование лабораторных работ                  | Трудоемкость, (час) | Из них практической подготовки, (час) | № раздела дисциплины |
|-----------|--------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 8 |                                                  |                     |                                       |                      |
| 1         | Современные средства 3D моделирования            | 4                   | 2                                     | 1                    |
| 2         | Современные средства оптимизации в Интернет      | 4                   | 2                                     | 1                    |
| 3         | Моделирование динамической системы               | 6                   | 4                                     | 1                    |
| 4         | Принцип максимума Понтрягина                     | 4                   | 2                                     | 1                    |
| 5         | Оптимальное управление при квадратичном критерии | 6                   | 2                                     | 2                    |
| 6         | Задача оптимизации детерминанта                  | 2                   | 2                                     | 2                    |
| 7         | Алгоритмы оптимизации матриц                     | 4                   | 2                                     | 2                    |
| 8         | Средства визуализации математических расчетов    | 4                   | 4                                     | 2                    |
| Всего     |                                                  | 34                  | 34                                    |                      |

#### 4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы

Учебным планом не предусмотрено

#### 4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

| Вид самостоятельной работы                        | Всего, час | Семестр 8, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 18         | 18             |
| Подготовка отчетов по лабораторным работам        | 12         | 12             |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        | 10         | 10             |
| Всего:                                            | 40         | 40             |

### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

## 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8— Перечень печатных и электронных учебных изданий

| Шифр/<br>URL<br>адрес | Библиографическая ссылка                                                                                                                                           | Количество экземпляров в<br>библиотеке<br>(кроме электронных экземпляров) |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 519.643<br>М 64       | Ортогональные преобразования: учебное пособие / Балонин Н.А., Сергеев М.Б. С. Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. СПб: РИО ГУАП, 2018. 57 с.              | 80                                                                        |
| 62.52<br>М 64         | Новый курс теории управления движением / Балонин Н.А. СПб: Из-во С.-Петербур. ун-та, 2000, 160 с.                                                                  | 20                                                                        |
| 681.5<br>М 64         | Моделирование линейных систем: учебное пособие с грифом Минобр. / Л. А. Мироновский; С.-Петербур. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. СПб: РИО ГУАП, 2009. 248 с. | 78                                                                        |
| 004(075)<br>М64       | Введение в MATLAB [Текст]: учебное пособие / Л. А. Мироновский, К. Ю. Петрова, С.-Петербур. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. СПб: Изд-во ГУАП, 2006. 163 с.    | 90                                                                        |

## 7. Перечень электронных образовательных ресурсов

информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

| URL адрес                                                                                               | Наименование                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="http://livelab.spb.ru/gfom">http://livelab.spb.ru/gfom</a>                                     | Введение в ортогональные преобразования / Н.А. Балонин                                                                    |
| <a href="http://mathscinet.ru/main/library">http://mathscinet.ru/main/library</a>                       | Библиотека математического центра Mathscinet.ru                                                                           |
| <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=773106">http://znanium.com/bookread2.php?book=773106</a> | Математическое моделирование технических систем: учебник / В.П. Тарасик. Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2017. - 592 с. |
| <a href="http://e.lanbook.com/book/68465">http://e.lanbook.com/book/68465</a>                           | Веремей, Е.И. Линейные системы с обратной связью. [Электронный ресурс] - Электрон. дан. СПб: Лань, 2013. 448с.            |

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

| № п/п | Наименование     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

| № п/п | Наименование  |
|-------|---------------|
| 1.    | MATLAB R2012b |

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      |                                     |

## 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

| Вид промежуточной аттестации | Перечень оценочных средств |
|------------------------------|----------------------------|
| Дифференцированный зачёт     | Список вопросов            |

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

| Оценка компетенции<br>5-балльная шкала | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «отлично»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал;</li> <li>– уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>– опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;</li> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| «хорошо»<br>«зачтено»                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>                                                    |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul> |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | <ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>                                                                                                           |

10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для экзамена | Код индикатора |
|-------|----------------------------------------|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено        |                |

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

| № п/п | Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета                             | Код индикатора |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 1     | История возникновения теории оптимальных процессов                              | ПК-5.3.1       |
| 2     | Экстремальные свойства сингулярных чисел и векторов                             | ПК-5.В.1       |
| 3     | Векторы, функции и линейные операторы в евклидовых и гильбертовых пространствах | ПК-5.В.1       |
| 4     | Нормы функций и операторов                                                      | ПК-5.3.1       |
| 5     | Ганкелев оператор. Сопряженные операторы                                        | ПК-5.В.1       |
| 6     | Примеры задач оптимального управления                                           | ПК-5.У.1       |
| 7     | Конечномерная безусловная оптимизация. Метод Ферма                              | ПК-5.В.1       |
| 8     | Конечномерная условная оптимизация. Метод Лагранжа.                             | ПК-5.В.1       |
| 9     | Задача об экстремуме квадратичной формы на плоскости и на сфере                 | ПК-5.У.1       |
| 10    | Роль матричной обработки в теории информации                                    | ПК-5.3.1       |
| 11    | Экстремальные малоуровневые матрицы                                             |                |
| 12    | Классификация экстремальных матриц                                              | ПК-5.3.1       |

|    |                                                                    |          |
|----|--------------------------------------------------------------------|----------|
| 13 | Вариационные задачи механики                                       | ПК-5.3.1 |
| 14 | Классификация вариационных задач. Уравнение Эйлера                 | ПК-5.3.1 |
| 15 | Принцип максимума Понтрягина                                       | ПК-5.3.1 |
| 16 | Решение задач оптимального управления с помощью принципа максимума | ПК-5.В.1 |
| 17 | Синтез оптимального регулятора с использованием уравнения Риккати  | ПК-5.В.1 |
| 18 | Экстремальные по детерминанту матрицы                              | ПК-5.В.1 |
| 19 | Возникновение оптимальных задач теории информационных процессов    | ПК-5.3.1 |
| 20 | Экстремальные по детерминанту матрицы и матрицы семейства Адамара  | ПК-5.В.1 |
| 21 | Взвешенные матрицы и матрицы Белевича                              | ПК-5.В.1 |
| 22 | Малоуровневые матрицы нечетных порядков                            | ПК-5.В.1 |
| 23 | Алгоритмы поиска экстремальных матриц                              | ПК-5.В.1 |
| 24 | Возникновение новых теорий в начале XXI века                       | ПК-5.3.1 |
| 25 | Потенциальное доказательство матричной гипотезы Адамара            | ПК-5.3.1 |

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

| № п/п | Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                                                |

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

| № п/п | Примерный перечень вопросов для тестов | Код индикатора |
|-------|----------------------------------------|----------------|
|       | Не предусмотрено                       |                |

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

| № п/п | Перечень контрольных работ |
|-------|----------------------------|
|       | Не предусмотрено           |

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

## 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала.

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

Структура предоставления лекционного материала:

- Изложение теоретических вопросов, связанных с рассматриваемой темой
- Описание методов и программных средств компьютерного моделирования, применяемых для оптимизации управления
- Демонстрация примеров оптимального управления с применением методов и программных средств компьютерного моделирования
- Обобщение изложенного материала
- Ответы на возникающие вопросы по теме лекции

## 11.2. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Вариант задания по каждой лабораторной работе обучающийся получает в соответствии с номером в списке группы. Перед проведением лабораторной работы обучающемуся следует внимательно ознакомиться с методическими указаниями по ее выполнению. В соответствии с заданием обучающийся должен подготовить необходимые данные, получить от преподавателя допуск к выполнению лабораторной работы, выполнить указанную последовательность действий, получить требуемые результаты, оформить и защитить отчет по лабораторной работе

### Структура и форма отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе должен включать в себя: титульный лист, формулировку задания, теоретические положения, используемые при выполнении лабораторной работы, описание процесса выполнения лабораторной работы, полученные результаты и выводы

### Требования к оформлению отчета о лабораторной работе

По каждой лабораторной работе выполняется отдельный отчет. Титульный лист оформляется в соответствии с шаблоном (образцом) приведенным на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации». Текстовые и графические материалы оформляются в соответствии с действующими ГОСТами и требованиями, приведенными на сайте ГУАП ([www.guap.ru](http://www.guap.ru)) в разделе «Сектор нормативной документации».

## 11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине.

## 11.4. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

- дифференцированный зачет – это форма оценки знаний, полученных обучающимся при изучении дисциплины, при выполнении курсовых проектов, курсовых работ, научно-исследовательских работ и прохождении практик с аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программы высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

| Дата внесения изменений и дополнений.<br>Подпись внесшего изменения | Содержание изменений и дополнений | Дата и № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |