

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

Кафедра № 12

УТВЕРЖДАЮ  
Руководитель направления

проф., д.т.н., проф

(должность, уч. степень, звание)

Фетисов В.А.

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«22» 06 2023 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Информационные системы для построения цифровых двойников транспортных  
процессов»  
(Наименование дисциплины)

|                                                       |                                                                     |
|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| Код направления подготовки/<br>специальности          | 23.03.01                                                            |
| Наименование направления<br>подготовки/ специальности | Технология транспортных процессов                                   |
| Наименование<br>направленности                        | Организация перевозок и управление в единой<br>транспортной системе |
| Форма обучения                                        | заочная                                                             |
| Год приема                                            | 2023                                                                |

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил

проф., д.т.н., доц.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Н.Н. Майоров

(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 12

«15» 06 2023 г, протокол № 10/2023

Заведующий кафедрой № 12

д.т.н., проф.

(уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.А. Фетисов

(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №1 по методической работе

доц., к.т.н.

(должность, уч. степень, звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.Е. Таратун

(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Информационные системы для построения цифровых двойников транспортных процессов» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 23.03.01 «Технология транспортных процессов» направленности «Организация перевозок и управление в единой транспортной системе». Дисциплина реализуется кафедрой «№12».

Дисциплина не является обязательной при освоении обучающимся образовательной программы и направлена на углубленное формирование следующих компетенций:

ПК-3 «Готовность к анализу пропускных способностей и показателей транспортного процесса, для принятия решений об эффективности, на основе использования моделей и методов моделирования систем»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теорией транспортных процессов и систем, разработкой цифровых двойников, математическими моделями транспортных систем, с методами и средствами моделирования транспортных процессов и систем, с методиками исследования транспортных процессов и систем, с изучением программных средств, позволяющих моделировать транспортные процессы и переходить на формирование системы принятия решений по организации и управлению транспортной системы.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции, практические занятия, самостоятельная работа обучающегося, консультации.*

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

## 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование у магистров теоретических и практических знаний в сфере моделирования транспортных процессов и систем с учетом специфики каждого вида транспорта, формирование у аспиранта понимания в основных моделях и методах моделирования транспортных систем. Дисциплина предназначена для подготовки аспирантов и преследует следующие цели:

1. представить магистру основные виды математических моделей транспортных систем;
2. представить магистру правила моделирования транспортных процессов и систем, разработки цифровых двойников;
3. выработать у магистра практические навыки выполнения моделирования с использованием имитационных моделей транспортных процессов.

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-2 способность построить математические модели анализа и оптимизации объектов исследования, выбрать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи | ПК-2.3.1 знает как строить математические модели анализа и оптимизации объектов исследования<br>ПК-2.У.1 умеет выбирать численные методы моделирования объектов исследования или разрабатывать новый алгоритм решения задачи                                                                                                                                                                                                                              |
| Профессиональные компетенции   | ПК-3 Способность к контролю ключевых операционных показателей                                                                                                                         | ПК-3.3.1 знает методологию расчета значений операционных показателей, методику расчета показателей эффективности логистической деятельности по перевозке груза, нормативные правовые акты, регламентирующие транспортные перевозки, современное состояние интеллектуальных транспортных систем и аппаратных приборных комплексов<br>ПК-3.В.1 владеет методами системного анализа информации и ее упорядочивания, навыками работы с приборными комплексами |

|                              |                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                                                                                         | на основе радиочастотной идентификации, методами системного анализа имеющихся информационных материалов, навыками расчета показателей эффективности деятельности по перевозке грузов, навыками в поиске нормативных актов, регламентирующих транспортные перевозки, владеть навыками разработки и внедрения комплексных систем для оптимизации цепей поставок, навыками оценки и внедрения интеллектуальных транспортных систем и аппаратных комплексов для цепей поставок приборов и систем |
| Профессиональные компетенции | ПК-4 Способность к контролю и прогнозированию ключевых показателей перевозочного процесса на основе аппаратных комплексов и методов обработки измерений | ПК-4.3.1 знает методы анализа эффективности управления транспортными системами, критерии оценки результативности, методики расчета показателей работы системы, особенности иностранной терминологии в области транспорта, методы прогнозирования поставок приборов и систем.                                                                                                                                                                                                                 |

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- «Информационные технологии в приборостроении»,
- «История и современные проблемы приборостроения»,
- «Методология научных исследований».

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

- «Прогнозирование и планирование в логистике»,
- «Безопасность транспортных процессов»,
- «Модели и методы анализа проектных решений»,
- «Интеллектуальные транспортные системы»,
- «Технико-экономическое обоснование проектов транспортной логистики»,
- «Научно-исследовательская работа»

## 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 |
|---------------------------------------|--------|---------------------------|
|                                       |        | №3                        |
| 1                                     | 2      | 3                         |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины,</b> | 4/ 144 | 4/ 144                    |

|                                                                                             |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|
| ЗЕ/ (час)                                                                                   |      |      |
| <b>Из них часов практической подготовки</b>                                                 | 17   | 17   |
| <b>Аудиторные занятия, всего час.</b>                                                       | 34   | 34   |
| в том числе:                                                                                |      |      |
| лекции (Л), (час)                                                                           | 17   | 17   |
| практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)                                                | 17   | 17   |
| лабораторные работы (ЛР), (час)                                                             |      |      |
| курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)                                                    |      |      |
| экзамен, (час)                                                                              | 54   | 54   |
| <b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>                                                  | 56   | 56   |
| <b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**) | Экз. | Экз. |

#### 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<br>(час) | ПЗ (СЗ)<br>(час) | ЛР<br>(час) | КП<br>(час) | СРС<br>(час) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|--------------|
| <b>Семестр 3</b>                                                                                             |                 |                  |             |             |              |
| Раздел 1. Общий подход к транспортным процессам. Особенности транспортных систем как объектов моделирования. | 3               |                  |             |             | 9            |
| Раздел 2. Опыт решения транспортных проблем и место моделирования для их решения                             | 3               |                  |             |             | 9            |
| Раздел 3. Моделирование транспортных процессов в аэропорту                                                   | 3               | 4                |             |             | 9            |
| Раздел 4. Моделирование транспортных процессов в морском порту                                               | 3               | 4                |             |             | 9            |
| Раздел 5. Моделирование транспортных процессов в мегаполисе                                                  | 3               | 4                |             |             | 10           |
| Раздел 6. Прикладные пакеты программ для моделирования транспортных систем и процессов                       | 2               | 5                |             |             | 10           |
| Итого в семестре:                                                                                            | 17              | 17               |             |             | 56           |
| Итого                                                                                                        | 17              | 17               | 0           | 0           | 56           |
|                                                                                                              |                 |                  |             |             |              |

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             | Общий подход к транспортным процессам. Особенности транспортных систем как объектов моделирования. Транспортные сети. Обзор математических моделей. Классификация транспортных систем. Структуры транспортных систем.                                                                                                                                                                                   |
| 2             | Опыт решения транспортных проблем и место моделирования для их решения. Важность моделирования транспортных процессов. Задачи моделирования транспортных потоков. Уровни транспортного планирования.                                                                                                                                                                                                    |
| 3             | Описание технологических процессов в аэропорту. Модели и методы для различных объектов инфраструктуры аэропорта. Математическая модель представления движения воздушных судов с помощью системы массового обслуживания. Аэропорт, как система массового обслуживания. Исследование потока прибытий самолетов. Имитационное моделирование систем массового обслуживания аэропорта.                       |
| 4             | Моделирование транспортных процессов в морском порту. Особенности объектов инфраструктуры для моделирования. Статистика работы морских портов. Представление логистической информации в системе Marinetraffic.com. Разработка имитационной модели движения судов в акватории морского порта                                                                                                             |
| 5             | Моделирование транспортных процессов в мегаполисе. Характеристики и параметры улично-дорожной сети мегаполиса. Уровни транспортного планирования в мегаполисе. Математическое моделирование транспортных потоков. Обзор математических моделей. Модели расчета корреспонденций. Программные средства для моделирования транспортных потоков. Интеллектуальные средства в управлении дорожным движением. |
| 6             | Обзор прикладные пакеты программ для моделирования транспортных систем и процессов, представления транспортных процессов (Anylogic, Vissim, Vissum, LiteSmo, Microsoft Project)                                                                                                                                                                                                                         |

#### 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 |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Семестр 3 |                                                                                       |                            |                     |                                       |                      |
|           | Модели и методы для моделирования транспортных процессов и систем                     |                            | 4                   |                                       | 1-6                  |
|           | Моделирование числа портовых кранов для бесперебойной работы морского порта на основе |                            | 4                   |                                       | 1-6                  |

|       |                                                            |  |    |  |     |
|-------|------------------------------------------------------------|--|----|--|-----|
|       | системы массового обслуживания                             |  |    |  |     |
|       | Моделирование процесса обслуживания транспортного средства |  | 4  |  | 1-6 |
|       | Моделирование транспортной системы на микроуровне          |  | 5  |  | 1-6 |
| Всего |                                                            |  | 17 |  |     |

#### 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 |
|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Учебным планом не предусмотрено |                                 |                     |                                       |                      |
|                                 |                                 |                     |                                       |                      |
| Всего                           |                                 |                     |                                       |                      |

#### 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 3, час |
|---------------------------------------------------|------------|----------------|
| 1                                                 | 2          | 3              |
| Изучение теоретического материала дисциплины (ТО) | 50         | 50             |
| Курсовое проектирование (КП, КР)                  |            |                |
| Расчетно-графические задания (РГЗ)                |            |                |
| Выполнение реферата (Р)                           |            |                |
| Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ) | 6          | 6              |
| Домашнее задание (ДЗ)                             |            |                |
| Контрольные работы заочников (КРЗ)                |            |                |
| Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)        |            |                |
| Всего:                                            | 56         | 56             |

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 адрес | Библиографическая ссылка                                                                                                                                                                                                                          | Количество<br>экземпляров<br>в библиотеке<br>(кроме<br>электронных<br>экземпляров) |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 658<br>М 14        | Моделирование транспортных процессов [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. – 163 с.                                                           | 38                                                                                 |
| 658<br>М 74        | Моделирование транспортных процессов [Текст] : методические указания к выполнению лабораторных работ / В. А. Фетисов, Н. Н. Майоров, В. Е. Таратун ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2013. - 31 с.       | 75                                                                                 |
| 656.7<br>М 14      | Технологии и методы моделирования пассажирских перевозок на воздушном транспорте [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов, А. Н. Гардюк ; С.-Петербург. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. - 215 с. | 60                                                                                 |
| 681.5<br>Ф39       | Методы теории автоматического управления [Текст] / А. А.Фельдбаум, Бутковский А. Г. - М. : Наука, 1971. - 743 с.                                                                                                                                  | 20                                                                                 |

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="https://guap.ru/aeot">https://guap.ru/aeot</a> | Труды ежегодной Международной конференции «Аэрокосмическое приборостроение и эксплуатационные технологии» (Институт аэрокосмических приборов и систем ГУАП) |

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     |
|-------|------------------|
|       | Не предусмотрено |

## 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

| № п/п | Наименование составной части материально-технической базы | Номер аудитории (при необходимости) |
|-------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1     | Лекционная аудитория                                      |                                     |
| 2     | Аудитория для практических занятий                        |                                     |

## 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            |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Экзамен                      | Список вопросов к экзамену;<br>Тесты. |

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     | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| «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> </ul> |

| Оценка компетенции                    | Характеристика сформированных компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5-балльная шкала                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                       | – свободно владеет системой специализированных понятий.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| «хорошо»<br>«зачтено»                 | – обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;<br>– не допускает существенных неточностей;<br>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;<br>– аргументирует научные положения;<br>– делает выводы и обобщения;<br>– владеет системой специализированных понятий.                                                    |
| «удовлетворительно»<br>«зачтено»      | – обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;<br>– допускает несущественные ошибки и неточности;<br>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;<br>– слабо аргументирует научные положения;<br>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;<br>– частично владеет системой специализированных понятий. |
| «неудовлетворительно»<br>«не зачтено» | – обучающийся не усвоил значительной части программного материала;<br>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;<br>– испытывает трудности в практическом применении знаний;<br>– не может аргументировать научные положения;<br>– не формулирует выводов и обобщений.                                                                                                     |

### 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 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|       | 1. Методы построения имитационных моделей транспортных систем и цепей поставок<br>2. Методы прогнозирования развития транспортных систем<br>3. Методы и модели автоматизации процессов идентификации материального потока<br>4. Представление объекта исследования диссертации на основе модели в форме «черного ящика»                                                           | ПК-2.3.1       |
|       | 5. Роль цифровых двойников в развитии транспортных систем и цепей поставок<br>6. Методы и модели управления для транспортных систем мегаполиса<br>7. Построение модели транспортной системы на основе системной динамики<br>6. Построение модели транспортной системы на основе дискретно-событийного метода моделирования<br>8. Построение модели транспортной системы на основе | ПК-2.У.1       |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
|  | агентного подхода<br>9. Структуры процессов и систем                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
|  | 10. Специализированные программные средства для построения цифровых двойников наземных транспортных процессов<br>11. Методы принятия решений в условиях неопределенности<br>12. Системы автоматической идентификации для автоматизации процессов распознавания объектов материального потока.<br>13. Обоснование выбранного средства языка программирования для решения задач в рамках исследуемого объекта диссертации<br>14. Моделирование транспортных систем на основе вероятностных моделей                                                                                                                                                                                                              | ПК-3.3.1 |
|  | 15. Планирование распределения заявок на основе исследуемого объекта с учетом применения имитационного моделирования<br>16. Исследование стохастических процессов в транспортных системах и цепях поставок<br>17. Уровни моделирования транспортных систем и процессов<br>18. Наукометрический анализ в области моделирования транспортных систем и процессов<br>19. Исследование транспортных процессов и систем на микроуровне                                                                                                                                                                                                                                                                              | ПК-3.В.1 |
|  | 20. Исследование методики планирования перевозок для выбранного объекта диссертационного исследования<br>21. Методика выбора ключевых критериев принятия управленческих решений при выполнении моделирования<br>22. Прогнозирование работы транспортной системы на основе класса полиномиальных моделей<br>23. Особенности идентификации объектов транспортного процесса и оценка степени декомпозиции информационного потока объектов для решения задач диссертационного исследования<br>24. Понятие адекватности модели цифрового двойника транспортных систем и процессов<br>25. Оценка эффективности модернизации инфраструктуры на основе моделирования<br>26. Информационные системы для учета объектов | ПК-4.3.1 |

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 |
|-------|-----------------------------------------------------|----------------|
|       | Учебным планом не предусмотрено                     |                |

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 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|       | <p>1.Метод ИМ заключается в создании логико-аналитической (математической модели системы и внешних воздействий), имитации функционирования системы, т.е. в определении временных изменений состояния системы под влиянием внешних воздействий и в поучении выборок значений выходных параметров, по которым определяются их основные вероятностные характеристики. Данное определение справедливо для</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– стохастических систем</li> <li>– непрерывно-детерминированные системы</li> <li>– дискретно-детерминированные системы</li> <li>– комбинированные модели</li> </ul> <p>2. Модель – это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объект-заместитель объекта-оригинала, обеспечивающий изучение некоторых свойств оригинала.</li> <li>– объект-заместитель в искусственно созданной среде обитания</li> <li>– изучение свойств объекта</li> <li>– исходный объект для изучения свойств оригинала.</li> </ul> <p>3. Суммирование отдельных компонент в единую модель, причем каждая из компонент решает свою собственную задачу и изолирована от других частей модели – это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– аналитический подход в моделировании</li> <li>– системный подход в моделировании</li> <li>– комбинированный подход в моделировании</li> <li>– моделирование на основе логических схем</li> </ul> <p>4. Основные типы агрегатов для построения модели на основе А-схемы:</p> | ПК-2           |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– внешняя среда, накопитель, канал, распределитель, сумматор</li> <li>– накопитель, канал, распределитель, сумматор, анализатор</li> <li>– внешняя среда, накопитель, канал, источник, сумматор</li> <li>– приемник заявок, накопитель, канал, распределитель, сумматор</li> </ul> <p>5. Полный факторный эксперимент – это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания равных факторов</li> <li>– эксперимент, в котором используются «значимые» факторы</li> <li>– эксперимент, в котором реализуются сочетания случайных факторов</li> <li>– эксперимент, в котором реализуются сочетания половины факторов</li> </ul> <p>6. Ориентированный двудольный граф у которого четыре базовых элемента узел, переход, дуга, маркер – это</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– сеть Петри</li> <li>– сеть Кюри</li> <li>– Ориентированная двудольная сеть</li> <li>– А-схема</li> </ul> <p>7. Абстрактная модель, которая определяет причинно-следственные связи, присущие исследуемому объекту в пределах, заданных целями исследования, называется</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формальной</li> <li>– концептуальной</li> <li>– определенной</li> <li>– вероятностной</li> </ul> <p>8. Методы оптимизации используются на каждой итерации поиска наилучшего решения только тогда,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– когда четко определена цель (целевая функция) оптимизации</li> <li>– когда четко определены компоненты модели</li> <li>– когда итераций больше пяти</li> </ul> |  |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | <p>– когда неизвестна целевая функция</p> <p>9. Арифметическая величина, которая имеет положительные возрастающие значения и во время моделирования отображает влияние времени в модели</p> <p>– модельное время</p> <p>– реальное время</p> <p>– время существования модели</p> <p>– абстрактное время</p> <p>10. Обоснование адекватности модели доказывает,</p> <p>– что модель в пределах сферы использования работает с удовлетворяющей точностью, совместимой с целью моделирования</p> <p>– что модель за пределами сферы использования работает с удовлетворяющей точностью, совместимой с целью моделирования</p> <p>– что модель работает соответственно с целью моделирования</p> <p>– что модель не работает с заданной точностью</p> |  |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

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

Целью дисциплины является получение аспирантами необходимых знаний, по математическими моделями транспортных систем, по методами и средствами моделирования транспортных процессов и систем, по методиками исследований транспортных процессов и систем, с изучением программных средств, позволяющим моделировать транспортные процессы и переходить на формирование системы принятия решений по организации и управлению транспортной системой.

##### 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:

- вводная часть – показывает перечень рассматриваемых в лекции вопросов, их актуальность для практики логистики, связь лекционного материала с предыдущим и последующим материалами; дается перечень основной и дополнительной литературы по теме, включая руководящие документы;
- основная часть – последовательно показываются выносимые вопросы, раскрываются теоретические положения; показываются основные расчетные формулы;
- итоговая часть – подводятся итоги занятия, актуализируются наиболее важные вопросы; определяется тематика будущих практических занятий по теме; даётся задание на самостоятельную подготовку; производятся ответы на вопросы.

Лекция сопровождается визуальным рядом – мультимедийной презентацией, позволяющей доводить до обучаемых визуальные образы, облик обсуждаемых объектов, схемы и таблицы. Отдельные положения лекции могут сопровождаться просмотром видеоряда.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Конспект ведется, отмечая основной материал – определения, перечни, основные закономерности, формулы и схемы. Необходимо обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Содержание лекции не воспроизводит полностью учебную литературу – лектор акцентирует внимание на главных, основных и особенных аспектах изучения темы. Лекция сопровождается примерами практики логистики.

Структура предоставления лекционного материала:

- Моделирование транспортных процессов [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. – 163с.
- Технологии и методы моделирования пассажирских перевозок на воздушном транспорте [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов, А. Н. Гардюк ; С.- Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд- во ГУАП, 2011. - 215 с.

**11.2 Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий**

Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающемуся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

По характеру выполняемых обучающимся заданий по практическим занятиям подразделяются на:

- ознакомительные, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала;
- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;
- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Они могут проводиться:

- в интерактивной форме (решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), деловая учебная игра, ролевая игра, психологический тренинг, кейс, мозговой штурм, групповые дискуссии);
- в не интерактивной форме (выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач и другое).

Методика проведения практического занятия может быть различной, при этом важно достижение общей цели дисциплины.

**Требования к проведению практических занятий**

Практические занятия направлены на формирование у студентов профессиональных и практических умений, необходимых для изучения последующих учебных дисциплин: выполнять определенные действия, операции, необходимые в

последующей профессиональной деятельности (в процессе учебной и производственной практики, написания выпускной квалификационной работы). Наряду с формированием умений и навыков в процессе практических занятий обобщаются, систематизируются, углубляются и конкретизируются теоретические знания, вырабатывается способность и готовность использовать теоретические знания на практике, развиваются интеллектуальные умения. При выборе содержания и объема практических занятий следует исходить из сложности учебного материала для усвоения, из внутрипредметных и межпредметных связей, из значимости изучаемых теоретических положений для предстоящей профессиональной деятельности, из того, какое место занимает конкретная работа в процессе формирования целостного представления о содержании учебной дисциплины.

Материал, выносимый на практические занятия должен:

- содержать современные достижения науки и техники в области изучаемой дисциплины;
- быть максимально приближен к реальной профессиональной деятельности выпускника;
- опираться на знания и умения уже сформированные у студентов на предшествующих занятиях по данной или обеспечивающей дисциплине, поддерживать связь теоретического и практического обучения;
- стимулировать интерес к изучению дисциплины;
- опираться на организованную самостоятельную работу студентов.

При подготовке к практическим занятиям обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т. д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы. В течении практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента и оценивается по критериям, представленным в пункте 10.3 настоящей программы.

На каждое практическое занятие разрабатывается специальное задание студентам, призванное обеспечить методическое сопровождение их работы в ходе занятия. Содержание этого задания определяется кафедрой. Практическое занятие состоит из трех основных частей. Во вступительной части проводится проверка готовности студентов к занятию и инструктаж по технике безопасности (при необходимости), распределение студентов по учебным точкам и определение последовательности работы на них. В основной части занятия студенты выполняют задание, а контроль его исполнения (полнота и качество) и помощь осуществляет руководитель занятия. В заключительной части руководитель занятия подводит итоги занятия, дает задание на самостоятельную работу группе и отдельным студентам.

Структура предоставления практического материала:

- Моделирование транспортных процессов [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. – 163с.
- Технологии и методы моделирования пассажирских перевозок на воздушном транспорте [Текст] : учебное пособие / Н. Н. Майоров, В. А. Фетисов, А. Н. Гардюк ; С.-Петерб. гос. ун-т аэрокосм. приборостроения. - СПб. : Изд-во ГУАП, 2011. - 215 с.

**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.

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

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

- экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается 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».
- Промежуточная аттестация проводится для оценивания промежуточных результатов обучения в том случае, когда дисциплина изучается несколько периодов обучения, и при этом ее изучение не завершено, и учебный план образовательной программы, включающий данную дисциплину, предусматривает проведение нескольких промежуточных аттестаций.
- Промежуточная аттестация проводится для оценивания окончательных результатов обучения в том случае, когда изучение дисциплины завершено, и окончательная оценка по дисциплине выставляется в конце изучения дисциплины.
- Окончательная оценка по дисциплине рассчитывается как оценка последнего семестра и указывается в приложении к документу об образовании и о квалификации.
- При реализации модулей допускается аттестация по модулю в целом (без планирования какой-либо формы промежуточной аттестации для каждого компонента модуля отдельно) согласно учебному плану.

Результаты промежуточной аттестации обучающихся, а также предложения по повышению качества их подготовки выносятся на обсуждение заседаний кафедр, совещаний деканов, Ученых советов факультетов, филиалов и Ученого совета университета.

- Неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации обучающегося по одной или нескольким дисциплинам (модулям, практикам) или непрохождение промежуточной аттестации (неявка) при отсутствии уважительных причин признаются академической задолженностью.

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 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |
|                                                                     |                                   |                                      |                       |