

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
по направлению подготовки
25.04.03 Аэронавигация,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Процессное моделирование

Направление подготовки: 25.04.03 Аэронавигация

Направленность (профиль): Интеллектуальные системы обработки
информации и управления на воздушном
транспорте

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде
электронного документа выгружена из единой
корпоративной информационной системы управления
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 20662
Подписал: заведующий кафедрой Бородин Андрей
Федорович
Дата: 26.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Цели освоения дисциплины: формирование у магистрантов глубокой теоретической базы и прикладных навыков в области математического, имитационного и интеллектуального моделирования процессов организации воздушного движения, функционирования аэропортов и управления воздушными потоками на основе принципов цифровизации и использования интеллектуальных систем.

Задачами освоения дисциплины являются:

Изучение современных методов и инструментов процессного моделирования (теория массового обслуживания, сети Петри, дискретно-событийное, агентное и системно-динамическое моделирование) применительно к воздушному транспорту.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ПК-1 - Способен управлять работами по созданию (модификации) и сопровождению интеллектуальных информационных систем, автоматизирующих задачи организационного управления и бизнес-процессы на воздушном транспорте.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- фундаментальные основы теории процессов и систем, теорию массового обслуживания, теорию расписаний;

Уметь:

- формализовать реальные процессы воздушных перевозок и УВД в виде математических и имитационных моделей;

Владеть:

- навыками работы в специализированном ПО для имитационного моделирования (AnyLogic, Simulink, Python-библиотеки);

Знать:

- методологию построения имитационных моделей транспортных процессов;

Уметь:

- разрабатывать модели в средах дискретно-событийного и агентного моделирования;

Владеть:

- методиками верификации и валидации имитационных моделей авиационных процессов;

Знать:

- специфику функционирования интеллектуальных систем УВД и аэропортовых комплексов;

Уметь:

- проводить вычислительные эксперименты для оценки пропускной способности секторов УВД и аэропортов;

Владеть:

- инструментами анализа результатов моделирования для принятия управленческих решений в области аэронавигации.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 168 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	ОСНОВЫ ПРОЦЕССНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В АВИАЦИИ Введение в процессное моделирование транспортных систем. - Понятие процесса, системы и модели. Классификация моделей. - Специфика воздушного транспорта как объекта моделирования. - Жизненный цикл имитационной модели. Верификация и валидация.
2	Аналитические методы моделирования процессов УВД. - Элементы теории массового обслуживания в авиации. - Моделирование потоков воздушных судов и задержек. - Теория расписаний и оптимизация слотов.
3	Дискретно-событийное моделирование (DES). - Принципы DES. Сети Петри и их применение для моделирования технологических процессов аэропорта. - Моделирование работы взлетно-посадочных полос (ВПП) и рулежных дорожек (РД).
4	Агентное моделирование (ABM) в воздушном транспорте. - Поведение агентов, среды и взаимодействия. - Моделирование пассажиропотоков в аэропортовом терминале. - Агентные модели экипажей и диспетчеров УВД.
5	Интеллектуальные системы и ИИ в процессном моделировании. - Интеграция нейросетевых моделей и алгоритмов машинного обучения в имитационные среды. - Предиктивная аналитика задержек и прогнозирования погодных рисков.
6	Концепция Trajectory Based Operations (TBO). - 4D-траектории как основа процессного моделирования. - Моделирование обмена данными 4D-TBO между бортом, аэропортом и УВД.
7	Моделирование аэропортовых процессов и A-CDM. - Технологический процесс обслуживания воздушного судна на перроне. - Моделирование систем совместного принятия решений (A-CDM). - Оптимизация использования перронных стоек.
8	Моделирование воздушного пространства и секторов УВД. - Оценка пропускной способности секторов УВД. - Моделирование конфликтов и систем предупреждения столкновений (STCA). - Динамическое конфигурирование секторов.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Формализация авиационных процессов. В результате выполнения задания магистрант учится переводить словесное описание технологического процесса аэропорта в формальную блок-схему и определять параметры для теории массового обслуживания.
2	Построение сетей Петри. В результате выполнения задания магистрант учится моделировать процессы обработки рейса (прилет, руление, обслуживание, вылет) с помощью сетей Петри, выявлять тупиковые ситуации (deadlocks).
3	Основы работы в среде AnyLogic (Библиотека Airport). В результате выполнения задания магистрант учится создавать базовую модель пассажирского терминала, настраивать потоки пассажиров и зоны контроля безопасности.
4	Моделирование движения воздушных судов на аэродроме. В результате выполнения задания магистрант учится разрабатывать дискретно-событийную модель руления ВС, рассчитывать время занятия ВПП и оценивать пропускную способность перрона.
5	Интеграция элементов ИИ в модель. В результате выполнения задания магистрант учится подключать Python-скрипты (машинное обучение) к имитационной модели для предсказания времени обслуживания ВС на основе исторических данных.
6	Моделирование работы сектора УВД. В результате выполнения задания магистрант учится рассчитывать нагрузку диспетчера, моделировать возникновение конфликтов и оценивать эффективность динамического открытия/закрытия секторов.
7	Разработка модели А-СДМ. В результате выполнения задания магистрант учится моделировать обмен целевыми временными показателями (TOBT, TSAT) и оптимизировать очередь на запуск двигателей и отталкивание.
8	Создание концепции цифрового двойника. В результате выполнения задания магистрант разрабатывает архитектуру цифрового двойника для заданного аэропортового узла, определяет источники данных и частоту их обновления.
9	Статистический анализ результатов имитации. В результате выполнения задания магистрант учится проводить серию экспериментов (метод Монте-Карло), оценивать доверительные интервалы и строить регрессионные зависимости пропускной способности от интенсивности потока.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение литературы.
2	Подготовка к промежуточной аттестации.
3	Подготовка к текущему контролю.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Теория массового обслуживания в задачах аэронавигации: Монография / Е.О. Дмитриев и др. - М.: РУТ. 20200	https://reader.lanbook.com
2	AnyLogic. Моделирование аэропортов и логистических узлов: Практическое руководство. - СПб.: Питер 2023	https://www.anylogic.com/
3	«Болотова, М. А. Человеческий фактор при управлении воздушным движением : учебное пособие / М. А. Болотова, В. В. Балясников. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2019. — 131 с. » (Болотова, М. А. Человеческий фактор при управлении воздушным движением : учебное пособие / М. А. Болотова, В. В. Балясников. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА им. А.А. Новикова, 2019. — 131 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145175 (дата обращения: 26.06.2026). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 1.).	https://e.lanbook.com/book/145175

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки РУТ (МИИТ).
2. <https://www.icao.int/> - официальный сайт Международной организации гражданской авиации (ИКАО).
3. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека (РИНЦ).
4. <https://www.anylogic.com/> - официальная документация и библиотека моделей среды AnyLogic.
5. <https://www.eurocontrol.int/> - материалы EUROCONTROL по моделированию воздушного движения.

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

1. Операционная среда Windows 10/11;
2. Приложение Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint);
3. AnyLogic University Reporter (лицензия РУТ (МИИТ));
4. Python (дистрибутив Anaconda, библиотеки SimPy, Pandas, Scikit-learn);
5. MATLAB / Simulink (образовательная лицензия)

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Рабочее место преподавателя оборудовано персональным компьютером, мультимедийным проектором и интерактивной панелью.

2. Компьютерные классы специализированного назначения (АГА / РУТ), оборудованные ПК с установленным лицензионным ПО для имитационного моделирования (AnyLogic, Python, MATLAB).

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры
«Управление эксплуатационной
работой и безопасностью на
транспорте»

В.К. Полякова

Согласовано:

Заместитель директора академии

Д.Е. Гончаров

Заведующий кафедрой УЭРиБТ

А.Ф. Бородин

Председатель учебно-методической
комиссии

В.В. Безряков