

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 17.10.2025 15:06:46
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра интеллектуальных систем и информационной
безопасности



УТВЕРЖДАЮ

и.о. проректора по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математические модели технологических процессов
(наименование дисциплины)

09.04.01 Информатика и вычислительная техника
(код, наименование направления)

Искусственный интеллект и цифровые двойники предприятий
(наименование образовательной программы)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Формирование системы теоретических знаний в области математических моделей технологических процессов, а также навыков практического применения полученных знаний.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение теоретических основ математического моделирования технологических процессов;
- приобретение навыков применения теоретических знаний при решении практических задач.

Дисциплина направлена на формирование общепрофессиональной компетенции (ОПК-1) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в Часть Блока 1, формируемая участниками образовательных отношений, элективные дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению 09.04.01 Информатика и вычислительная техника.

Дисциплина реализуется кафедрой интеллектуальных систем и информационной безопасности.

Основывается на базе дисциплин: «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика», «Вычислительная математика», «Дискретная математика», «Системное моделирование».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Имитационное моделирование», «Интеллектуальные технологии в промышленности».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с математическими моделями технологических процессов.

Курс является фундаментом для ориентации студентов в сфере математических моделей технологических процессов.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ч.), лабораторные (18 ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 2 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ОПК-1	ОПК-1.3. Реализует подходы теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным занятиям, устному опросу, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачету.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		2
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	4	4
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	-	-
Выполнение курсовой работы	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	9	9
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	-	-
Аналитический информационный поиск	9	9
Работа в библиотеке	9	9
Подготовка к зачету	23	23
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3	3
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п.3 дисциплина разбита на следующие темы:

- тема 1 (Введение в математические модели технологических процессов);
- тема 2 (Технологические процессы как объекты управления и моделирования);
- тема 3 (Классификация технологических процессов и их моделей);
- тема 4 (Математические методы при составлении математической модели);
- тема 5 (Примеры математических моделей различных технологических процессов);
- тема 6 (Исследование и анализ технологических процессов с использованием математических моделей).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной формы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение в математические модели технологических процессов	Методология математического моделирования технологических процессов. Структура и параметры объектов моделирования. Постановка задач моделирования	3	—	—	Методы математического моделирования.	3
2	Технологические процессы как объекты управления и моделирования	Модели объектов управления технологических процессов различного назначения. Математические модели технических объектов.	3	—	—	Методы математического моделирования.	3
3	Классификация технологических процессов и их моделей	Классификация математических моделей. Классы технологических процессов, как объектов моделирования.	3	—	—	Математические модели технических объектов	3
4	Математические методы при составлении математической модели	Способы построения математических моделей. Различные формы представления математических моделей. Методы анализа состояний технических систем.	3	—	—	Математические модели технических объектов	3
5	Примеры математических моделей различных технологических процессов	Моделирование линейных систем. Моделирование нелинейных систем. Моделирование статических состояний. Моделирование динамических систем.	3	—	—	Анализ переходных процессов технических систем	3
6	Исследование и анализ технологических процессов с использованием математических моделей	Задачи анализа переходных процессов технических систем. Численные методы. Методы прогноза и коррекции. Анализ переходных процессов технических систем	3	—	—	Анализ переходных процессов технических систем	3
Всего аудиторных часов			18	—	—	18	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-1	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос – всего 60 баллов;
- лабораторные работы – всего 40 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального.

Зачет по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели или на сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

не предусмотрено

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание**6.3.1 Примерный перечень рефератов**

1. Классификация математических моделей
2. Основы построения математических моделей на микроуровне
3. Модели тепловых систем на микроуровне
4. Модели гидравлических систем на микроуровне
5. Модели механических систем на микроуровне
6. Приближенные математические модели технических объектов
7. Динамическая модель технического объекта на макроуровне
8. Аналогии в динамических системах
9. Определение параметров элементов динамических моделей технических объектов
10. Способы построения теоретических моделей
11. Графические формы представления математических моделей
12. Матричная форма представления математической модели
13. Узловой метод формирования математической модели
14. Моделирование технических объектов с трансформаторными элементами
15. Моделирование механической системы при пространственном движении
16. Моделирование механической системы при плоском движении
17. Моделирование технических объектов с фрикционными
18. Моделирование дифференциальных приводов
19. Моделирование теплопередачи в твердых телах
20. Моделирование электромеханических систем
21. Моделирование нелинейных элементов
22. Моделирование технических объектов с неударяющими связями
23. Моделирование неавтономных систем

- 24. Задачи качественного анализа математических моделей
- 25. Оценка свойств математической модели
- 26. Собственные значения матрицы Якоби математической модели
- 27. Топология динамических моделей технических систем
- 28. Упрощение динамических моделей механических систем
- 29. Упрощение динамических моделей гидравлических и гидромеханических систем
- 30. Моделирование планетарных передач
- 31. Моделирование случайных величин
- 32. Моделирование реализаций случайных процессов

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

6.4.1 Примерный перечень тестовых заданий

- 1. Модель- это упрощённое подобие реального...
 - а) схемы
 - б) объекта
 - в) таблицы
 - г) рисунка
- 2. Модели бывают:
 - а) натурные
 - б) компьютерные
 - в) математические
 - г) натурные и информационные
- 3. Моделирование- это деятельность человека по созданию...
 - а) чертежа
 - б) рисунка
 - в) модели
 - г) объекта
- 4. К информационной модели относится:
 - а) карта
 - б) чертёж корабля
 - в) химическая формула
 - г) детская игрушка
- 5. К натурным моделям относятся:
 - а) глобус
 - б) диаграмма
 - в) чертёж

г) макет в мастерской архитектора

6. Наглядными информационными моделями являются графические изображения:

- а) карты
- б) графики
- в) формулы
- г) рисунки

7. К знаковым моделям относятся:

- а) схемы
- б) формулы
- в) словесные описания
- г) чертежи

8. Для представления информационных моделей используют:

- а) прямоугольные таблицы
- б) схемы
- в) компьютер
- г) всё перечисленное

9. Программа, реализующая расчеты состояния моделируемой системы по ее математической модели-

- а) знаковая модель
- б) материальная модель
- в) информационная модель
- г) компьютерная математическая модель

10. Выберите образную модель:

- а) формула
- б) фотография
- в) текст
- г) техническое описание компьютера

11. Какая пара находится в отношении "объект-модель"

- а) компьютер-процессор
- б) компьютер-алгоритм
- в) автомобиль -его техническое описание
- г) Саранск-город

12. Формализация есть результат перехода от реальных свойств моделируемой системы к их

- а) не формальному обозначению
- б) формальному обозначению
- в) произвольному обозначению

6.4.2 Примерный перечень тем для информационного и библиографического поиска

1. Общие сведения о моделировании технических систем.
2. Математические модели технических объектов на микроуровне.
3. Математические модели простых дискретных элементов технических объектов.
4. Основы построения теоретических математических моделей на макроуровне.
5. Структурно-матричный метод формирования математических моделей.
6. Моделирование нелинейных систем и систем с виртуальными и неголономными связями.
7. Качественный анализ и упрощение математических моделей.
8. Моделирование и анализ статических состояний.
9. Моделирование и анализ переходных процессов.
10. Моделирование и анализ вероятностных систем.
11. Экспериментальные факторные математические модели.
12. Оптимизация параметров технических систем.

6.5 Вопросы и теоретические задания для подготовки к зачету

1. В чем состоит методология автоматизированного проектирования?
2. Какова структура и параметры объектов проектирования?
3. В чем особенности технологии автоматизированного проектирования?
4. Какие Вам известны признаки классификации математических моделей?
5. Какие Вам известны режимы функционирования технических объектов?
6. Каковы основы построения математических моделей на микроуровне?
7. Какие Вам известны модели тепловых систем на микроуровне?
8. Какие Вам известны модели гидравлических систем на микроуровне?
9. Какие Вам известны модели механических систем на микроуровне?
10. Какие Вам известны модели приближенные математические модели технических объектов?

11. Что собой представляет динамическая модель технического объекта на макроуровне?
12. Что собой представляют компонентные и топологические уравнения механической системы?
13. Что собой представляют компонентные и топологические уравнения гидравлической системы?
14. Что собой представляют компонентные и топологические уравнения тепловой системы?
15. Что собой представляют компонентные и топологические уравнения электрической системы?
16. Какие Вам известны аналогии в динамических системах?
17. Как производится определение параметров элементов динамических моделей технических объектов?
18. Какие Вам известны способы построения теоретических моделей?
19. Какие Вам известны графические формы представления математических моделей?
20. Что такое матричная форма представления математической модели?
21. Что такое общее уравнение динамики?
22. Что такое метод функционально законченных элементов?
23. Как осуществляется моделирование технических объектов с трансформаторными элементами?
24. Как осуществляется моделирование механической системы при пространственном движении?
25. Как осуществляется моделирование механической системы при плоском движении?
26. Как осуществляется моделирование электромеханических систем?
27. Какие Вам известны виды нелинейных характеристик элементов технических систем?
28. Как осуществляется моделирование нелинейных элементов?
29. Как осуществляется оценка свойств математической модели?
30. Что такое топология динамических моделей технических систем?
31. Как осуществляется упрощение динамических моделей механических систем?
32. Какие Вам известны численные методы решения систем алгебраических уравнений?
33. Как осуществляется анализ статических состояний линейных технических систем?
34. Как осуществляется анализ статических состояний нелинейных технических систем?
35. Как осуществляется анализ переходных процессов технических систем?
36. Что такое численные методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений?
37. Каковы погрешности численных методов интегрирования?

38. Что такое устойчивость численных методов интегрирования?
39. Как осуществляется выбор шага интегрирования?
40. Что такое методы прогноза и коррекции?
41. Как осуществляется оценка показателей качества переходных процессов?
42. Как осуществляется анализ переходных процессов технических систем?
43. Как осуществляется моделирование реализаций случайных процессов?
44. Каковы особенности экспериментальных факторных моделей?
45. Что такое регрессионный анализ?
46. Как осуществляется оценка параметров регрессионной модели?
47. Как осуществляется статистический анализ результатов активного эксперимента?
48. Как осуществляется определение коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости?
49. Как осуществляется проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели?
50. Какие Вам известны основные понятия и определения параметрической оптимизации?
51. Какие Вам известны методы поиска экстремума целевой функции?
52. Что такое методы безусловной оптимизации?
53. Как осуществляется оптимизация параметров технических систем с учетом ограничений?
54. Что такое оптимизация параметров на основе максиминной стратегии?

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Математическое моделирование технологических процессов: учебное пособие / В. С. Балакирев, С. И. Дворецкий, Н. Н. Аниськина, В. Н. Акишин. - [2-е изд., перераб.]. - Ярославль : Издательский дом Н.П. Пастухова, 2020. - 261 с.— URL: <https://lib.dmc-centre.ru/lib/document/gpntb/ESVODT/4fbc7578e40f57682c8ccf1fa2565faa/>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — (дата обращения: 11.08.2024).

Дополнительная литература

2. Математическое моделирование процессов и технологических систем: учебное пособие / Шафрай А. В., Бородулин Д. М., Бакин И. А., Комаров С. С.— Кемерово: изд-во Кемеровский государственный университет, 2020.— 119 с.— URL: <https://e.lanbook.com/book/162603>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — (дата обращения: 11.08.2024).

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Математическое моделирование технологических процессов» / Сост. : А. Н. Баранов. — Алчевск : ФГБОУ ВО «ДонГТУ», 2023. — 65 с.— URL: <https://moodle.dstu.education/mod/resource/view.php?id=3745> . — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 6.

Таблица 6 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Мультимедийная аудитория. (60 посадочных мест), оборудованная специализированной (учебной) мебелью (скамья учебная – 60 шт., стол компьютерный – 1 шт., доска аудиторная – 2 шт.), АРМ учебное ПК (монитор + системный блок), мультимедийная стойка с оборудованием – 1 шт., широкоформатный экран.</i>	ауд. 201 корп. главный
Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Компьютерный класс (25 посадочных мест), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС:</i> Компьютер AMI Mini M PC 440 на базе Intel Pentium E 1,6/1024/160/LG 17" LCD 10 шт., Компьютер AMI Mini PC 420 на базе Intel Celeron 1,6/512/80/LG 17" LCD 4 шт., Принтер HP Laser Jet, Switch D-Link DES-1024D 24*10/100, Switch 8 Port, Принтер лазерный Canon LBP, Доска маркерная магнитная	ауд. 205 корп. главный
Оборудование <i>компьютерного класса кафедры ИТ</i> с мультимедийным оборудованием: технические средства обучения: - персональный компьютер Intel Core 2 Duo E2180 / Biostar 945G / DDR2 2GB / HDD Maxtor 160 GB / TFT Монитор Belinea 17" – 10 шт.; - персональный компьютер Sempron 2,8/DDR22GB/160/CD52/3,5/ KMP/1705G1 – 4 шт.; - сканер Canon Lide 25 – 1 шт.; - принтер Canon LBP-810 – 1 шт., принтер Epson LX-300 – 1 шт.; - проектор LG DS 125 – 1 шт.; - мультимедийный экран – 1 шт. лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся), доска, рабочее место преподавателя.	ауд. 412, корпус 2
Оборудование лабораторий кафедры ИТ: <i>Лаборатория информационных систем в управлении бизнес-процессами кафедры ИТ:</i> технические средства обучения:	ауд. 406, корпус 2

- сервер хранения данных Intel Core Quad Q6600 / HP DC5100 / DDR2 8GB/Seagate HDD 320 GBx2 – 1 шт.;

- контроллер домена Ubuntu Server Intel Core 2 Duo E2180 / Biostar 945G / DDR2 1GB / HDD Hitachi 120 Gb – 1 шт., резервный контроллер Intel Core 2 Duo E2180 / Biostar 945G / DDR2 1GB / SSD 80 Gb – 1 шт.;

- учебный сервер Intel Core Quad Q6600 / HP DC5100 / DDR2 8GB/Seagate HDD 320 GBx2 – 1 шт.;

- персональный компьютер Semptron 2,8/DDR22GB/160/CD52/3,5/ KMP/1705G1 – 10 шт.;

- принтер CANON LBP-1120 – 1 шт., принтер EPSON LX-300 – 1 шт.;

- сканер – 1 шт.

лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся), доска, рабочее место преподавателя.

Лаборатория моделирования архитектуры предприятия кафедры ИТ:

технические средства обучения:

- персональный компьютер Intel Celeron 420 / ECS 945GCT-M2 / DDR2 2GB / HDD Hitachi 120 GB / TFT Монитор Hanns.G 18.5” – 14 шт.;

- принтер Canon LBP-810 – 1 шт., принтер Epson LX300 – 1 шт.;

- сканер Mustek 1200UB – 1 шт.

лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся), доска, рабочее место преподавателя.

ауд. 310, корпус 2:

Оборудование компьютерных классов кафедры ИТ:

технические средства обучения:

- персональный компьютер Intel Celeron 420 / ECS 945GCT-M2 / DDR2 2GB / HDD Hitachi 120 GB / TFT Монитор Hanns.G 18.5” – 14 шт.

- принтер Epson LX300 – 1 шт.

- сканер A4 HP-400 – 1 шт.

лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся), доска, рабочее место преподавателя.

ауд. 302, корпус 2

технические средства обучения:

- персональный компьютер Intel Celeron-S /Intel D815EFVU / SDRAM 256 MB / HDD WD 40 Gb / LG Flatron 17” – 10 шт.

- персональный компьютер Semptron 2,8/DDR22GB/160/CD52/3,5/ KMP/1705G1 – 1 шт.

- принтер Epson LX300 – 1 шт.

лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся), доска, рабочее место преподавателя.

ауд. 314, корпус 2

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Разработал
Доцент каф. ИСИБ
(должность)


(подпись)

А.Н. Баранов
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой

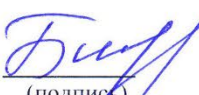

(подпись)

Е.Е. Бизянов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
интеллектуальных систем
и информационной безопасности от 27.08.2024.

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
09.04.01 Информатика и вычислительная техника
(образовательная программа:
Искусственный интеллект и цифровые
двойники предприятий)


(подпись)

Е.Е. Бизянов
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	