

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по дополнительному
образованию

В.Л. Петров

«29» сентября 2026 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА
«Предпрофессиональное образование. Цифровые двойники»**

НАПРАВЛЕННОСТЬ: ТЕХНИЧЕСКАЯ

Уровень: ознакомительный
Возраст обучающихся 14 - 18 лет
Срок реализации: 48 академических часов
Тип (уровень сложности) программы: II

Составители (разработчики):

С.Г. Губанов

к.т.н., доцент кафедры горного оборудования,
транспорта и машиностроения,

Т.В. Завьялова

к.ф.-м.н., доцент кафедры математики,

А.О. Аристов

д.т.н., профессор кафедры автоматизированного
проектирования и дизайна,

Блохин Д.И.

доцент кафедры физики,

Т.М. Исаева

ведущий специалист по профнавигации и проектной
деятельности УПНиП НИТУ МИСИС

Москва
2026

1. Пояснительная записка

1.1 Характеристика образовательной программы

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа дополнительного образования детей и взрослых, реализуемая Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» (далее – НИТУ МИСИС, Университет МИСИС, Университет), Предпрофессиональное образование. Цифровые двойники» (далее - Программа) разработана на основе и в соответствии с нормативно-правовыми документами:

- Федеральный Закон РФ от 29.12.2012 г. № 273 «Об образовании в Российской Федерации» (в редакции Федерального закона от 31.07.2020 № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся») (далее – 273-ФЗ);

- Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 №309 «О национальных целях развития России до 2030 года и на перспективу 2036 года»;

- Приказ Министерства Просвещения Российской Федерации от № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 02.06.2026 № 19 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.2.4283-26 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи»;

- Письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.11.2015 г. № 09-3242 «О направлении информации» (вместе с «Методическими рекомендациями по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы)»;

- Приказ Департамента образования города Москвы № 922 от 17.12.2014 г. «О мерах по развитию дополнительного образования детей» (в редакции от 08.2015 г. № 1308, от 08.09.2015 г. № 2074, от 30.08.2016 г. № 1035, от 31.01.2017 г. № 30, от 21.12.2018г. № 482, приказов ДОИМ от 23.03.2021 № 271, от 07.10.2021 № 555, от 06.09.2022 № 744, от 24.10.2022 № 868, от 03.04.2023 № 271, от 28.12.2023 № 1260, от 19.01.2024 № 42, от 10.12.2025 № Пр-1176);

- Локальные нормативные акты по образовательной деятельности Университета.

Направленность программы - техническая. Программа направлена на подготовку обучающихся к независимой диагностике предпрофессиональных

умений в области математики, физики, информатики и практических заданий по программам обязательных элективных курсов по 3D-моделированию.

Уровень освоения – ознакомительный. Программа предназначена для доступного и понятного объяснения базовых понятий, методов решения задач и принципов работы современных цифровых инструментов по математике, физике и информатике. Основное внимание уделяется формированию общего представления о процессах диагностики предпрофессиональных умений и освоению практических подходов в простой форме, понятной старшеклассникам.

Новизна программы заключается в том, что она предусматривает не только обучение практическим навыкам 3D-моделирования, но и рассмотрение ключевых разделов математики, физики и информатики. Такой подход позволяет формировать у обучающихся глубокое понимание теоретических основ и их практическое применение при решении комплексных инженерных и научных задач.

Актуальность Программы. Изучение предполагает расширение кругозора, аккумулирование знаний, развитие практических компетенций в области инженерно-технических дисциплин (машиностроительное черчение, техническая механика, детали машин, компьютерная графика и др.), с которыми необходимо знакомить обучающегося. Актуальность программы определяется её соответствием современным требованиям предпрофессионального образования, направленного на подготовку обучающихся к независимой оценке качества освоения предметных компетенций. В условиях инновационного развития науки и техники программа обеспечивает формирование междисциплинарных знаний, развитие аналитического мышления и практических навыков применения цифровых технологий, что способствует эффективной профессиональной ориентации и интеграции обучающихся в технические и инженерные направления дальнейшего образования.

Педагогическая целесообразность

Концепция данной программы направлена на формирование у старшеклассников системы знаний, практических умений и компетенций, необходимых для успешного прохождения независимой предпрофессиональной диагностики и дальнейшего профессионального самоопределения. Посредством решения комплексных теоретических и прикладных задач по математике, физике и информатике, а также активного использования современных цифровых инструментов, программа помогает обучающимся применить полученные знания в нестандартных ситуациях, выработать навыки анализа и презентации результатов.

Практико-ориентированный подход и междисциплинарный характер содержания обеспечивают развитие у обучающихся аналитического мышления,

способности к самостоятельному поиску информации, критической оценке собственных решений и адекватному реагированию на профессиональные вызовы. В ходе групповой работы формируются навыки эффективной коммуникации, аргументированной защиты своей точки зрения и коллективного принятия решений.

Освоение программы не только повышает готовность обучающихся к независимой оценке качества предпрофессионального обучения, но и способствует формированию устойчивого интереса к научно-техническому творчеству и осознанному профессиональному выбору в будущем.

Программа разработана с опорой на общие педагогические принципы: актуальность, системность, последовательность, преемственность, индивидуальность, конкретность (возраст детей, их интеллектуальные возможности), направленность (выделение главного, существенного в образовательной работе), доступность и результативность.

1.2. Цель и задачи

Цель - формирование и развитие интеллектуальных и практических компетенций, необходимых для успешного прохождения независимой оценки качества предпрофессионального обучения. Обеспечение дополнительной отработки предпрофессиональных умений и закрепления навыков решения практико-ориентированных задач.

Задачи

Обучающие:

- систематизировать знания по теоретическим разделам математики, физики и информатики, актуальным для предпрофессиональной диагностики;
- ознакомить с типовыми и усложненными практическими заданиями, встречающимися на независимой оценке;
- научить применять методы решения задач, анализировать результаты и оформлять решения согласно предъявляемым требованиям;
- активизировать использование современных цифровых инструментов (в т.ч. средств 3D-моделирования, электронных калькуляторов, графических редакторов) для решения практических задач.

Развивающие:

- развивать аналитическое и критическое мышление, умение работать с комплексной межпредметной задачей;
- формировать навыки аргументированной защиты решения, работы с технической терминологией, графиками, иллюстрациями и схемами;
- повысить самостоятельность обучающихся в поиске оптимальных подходов к решению задач.

Воспитательные:

- формирование навыков умения работать в группе, вести спор и корректно отстаивать свое мнение;
- формирование профессионально значимых и личностных качеств: чувства общественного долга, трудолюбия, коллективизма, организованности, дисциплинированности;
- формирование устойчивого интереса к профессиональному самоопределению;
- формирование творческого подхода к выполняемым заданиям.

Отличительной особенностью программы является ориентация на практические задания и интеграция цифровых инструментов (3D-моделирование, электронные калькуляторы, графические редакторы) в учебный процесс. Благодаря этому учащиеся не только систематизируют теоретические знания, но и осваивают современные технические средства для решения комплексных межпредметных задач, что позволяет максимально приблизить учебную деятельность к реальным профессиональным ситуациям и повысить готовность к независимой оценке качества предпрофессиональных умений.

Возраст обучающихся: 14-18 лет.

Сроки реализации: 48 академических часов, в том числе 32 аудиторных часа и 16 внеаудиторных.

Формы и режим занятий

Формы проведения занятий: лекции, практические занятия, мастер-классы.

Формы организации деятельности: групповые и индивидуально-групповые.

Наполняемость группы: не более 25 человек.

Ожидаемые результаты

В результате освоения программы, обучающиеся

будут знать:

- ключевые теоретические темы, необходимые для успешного прохождения диагностики по математике, физике и информатике;
- типовые и усложнённые форматы практических и теоретических заданий, встречающихся на предпрофессиональной оценке;
- возможности современных цифровых инструментов для решения прикладных профессиональных задач;
- подходы к междисциплинарному анализу и интеграции знаний при моделировании и расчётах.

будут уметь:

– систематизировать и применять полученные знания при решении практико-ориентированных и межпредметных задач по математике, физике, информатике;

– пользоваться современными программными средствами для моделирования, расчёта и представления результатов;

– анализировать выполненные задания, выявлять и исправлять ошибки, аргументировать решения;

– работать в группе, эффективно распределять роли и поддерживать коллективное обсуждение;

– проявлять самостоятельность и инициативу в поиске оптимального способа решения поставленных задач.

2. Содержание программы «Предпрофессиональное образование. Цифровые двойники»

2.1 Учебный (тематический) план

№ п/ п	Раздел / Тема	Аудиторные учебные занятия			Внеауд. работа	Формы аттестации (контроля)	Трудоемкость
		Всего ауд. часо в	Лекции	Практи ческие занятия	Самостояте льная работа		
1	Блок 1. Математика	8	3	5	4	Практическая работа	12
1.1	Элементы теории графов	1	0,5	0,5			2
1.2	Арифметический корень n-ой степени	1	0,5	0,5	1		2
1.3	Показательные уравнения. Рациональные уравнения и неравенства	3	1	2	1		3
1.4	Многочлены второй и третьей степени. Теоремы Виета для многочленов второй и третьей степени. Графики многочленов второй и третьей степени	3	1	2	2		5
2	Блок 2. Информатика	8	3	5	4	Практическая работа	12
2.1	Основы информационной безопасности	1	0,5	0,5			1
2.2	Основы алгебры логики. Методы решения логических уравнений и систем	3	1	2	1		3
2.3	Компьютерная арифметика	1	0,5	0,5	1		3
2.4	Алгоритм. Введение в программирование	3	1	2	2		5
3	Блок 3. Физика	6	2	4	4	Практическая работа	10
3.1	Законы сохранения в механике	3	1	2	2		5
3.2	Механические колебания	3	1	2	2		5
4	Блок 4. Моделирование	10	2	8	4	Практическая работа	14
4.1	Основные приемы трехмерного моделирования	2	1	1			2
4.2	3D-примитивы. Создание	3	0,5	2,5	1		4

	и редактирование эскизов						
4.3	Создание трехмерных моделей	3	0,5	2,5	2		5
4.4	Редактирование трехмерных моделей. Визуализация	2		2	1		3
5	Итоговая аттестация					На основании совокупности выполненных промежуточных практических работ	
	Всего	32	10	22	16		48

2.2 Рабочая программа

1. Блок 1. Математика (12 ч.)

1.1 Элементы теории графов

Лекция, 0,5 ч.: основные понятия теории графов. Структура и свойства деревьев. Связность и компоненты связности. Определение пути, Эйлера и Гамильтонова путей.

Практическое занятие, 0,5 ч.: Решение задач с использованием базовых понятий графов. Построение двоичных деревьев. Определение компонентов связности. Нахождение (проверка наличия) Эйлера и Гамильтонова путей.

1.2 Арифметический корень n-ой степени

Лекция, 0,5 ч.: Свойства уравнений с одной переменной. Методы решения линейных и квадратных уравнений.

Практическое занятие, 0,5 ч.: Решение уравнений с одной переменной.

Самостоятельная работа, 1 ч.: Решение уравнений, используя методы решения линейных и квадратных уравнений. Выполнение практической работы в части тем блока 1.

1.3 Показательные уравнения. Рациональные уравнения и неравенства

Лекция, 1 ч.: Свойства показательных функций. Методы решения показательных уравнений. Простейшие показательные неравенства.

Методы решения квадратных и рациональных уравнений и неравенств. Системы линейных уравнений.

Практическое занятие, 2 ч.: Решение показательных уравнений. Упрощение показательных выражений.

Решение квадратных и рациональных уравнений и неравенств. Решение системы двух или трёх линейных уравнений.

Составление уравнения на основе текстовой формулировки задачи.

Самостоятельная работа, 1 ч.: Закрепление навыков решения показательных и рациональных уравнений и неравенств. Выполнение практической работы в части тем блока 1.

1.4 Многочлены второй и третьей степени. Теоремы Виета для многочленов второй и третьей степени. Графики многочленов второй и третьей степени

Лекция, 1 ч.: Понятие многочлена и корня многочлена. Теорема Виета для многочленов второй и третьей степени. Свойства графиков многочленов второй и третьей степени.

Практическое занятие, 2 ч.: Используя теорему Виета нахождение корней многочленов второй и третьей степени. Построение графиков многочленов второй и третьей степени. Определение количества корней многочлена, используя график многочлена.

Самостоятельная работа, 2 ч.: Закрепление навыков выполнения заданий с многочленами второй и третьей степени. Выполнение практической работы в части тем блока 1.

Практическая работа: Составить уравнения на основе текстовой формулировки задачи и решение. Найти все корни многочлена второй или третьей степени.

2. Блок 2. Информатика (12 ч.)

2.1 Основы информационной безопасности

Лекция 0,5 ч.: Основы информационной безопасности и защиты данных. Резервное копирование. Типы вредоносного ПО и способы борьбы с ними.

Практическое занятие, 0,5 ч.: Шифрование для защиты конфиденциальной информации. Работа с антивирусными программами.

Самостоятельная работа, 1 ч.: Резервное копирование. Шифрование. Антивирусные программы.

2.2 Основы алгебры логики. Методы решения логических уравнений и систем

Лекция 1 ч.: Логические операции. Структура логического выражения и таблицы истинности. Методы решения логических уравнений и систем.

Практическое занятие, 2 ч.: Выполнение логических преобразований с использованием логических операций. Восстановление логических выражений по

таблице истинности. Решение логических уравнений и систем логических уравнений.

Самостоятельная работа, 1 ч.: Решение логических уравнений и систем логических уравнений.

2.3 Компьютерная арифметика

Лекция, 0,5 ч.: Основные понятия систем счисления. Способы перевода чисел в разных системах счисления. Особенности выполнения базовых арифметических операций в системах счисления с основанием, отличным от 10.

Практическое занятие, 0,5 ч.: Решение задач на перевод значений из одной системы счисления в другую и обратно. Выполнение арифметических операций в системах счисления с основанием, отличным от 10.

Самостоятельная работа, 1 ч.: Решение задач на перевод значений из одной системы счисления в другую и обратно. Выполнение арифметических операций в системах счисления с основанием, отличным от 10.

2.4 Алгоритм. Введение в программирование

Лекция 1 ч.: Основы формализации алгоритма. Типы данных: целочисленные, вещественные, строковые, файловые. Принципы работы с массивами, стеками, очередями, списками, деревьями, графами. Основные алгоритмы сортировки и поиска.

Практическое занятие, 2 ч.: Разработка и реализация алгоритмов обработки чисел, строк, файлов. Реализация алгоритмов поиска путей в графе, используя алгоритм Дейкстры. Применение сортировки (пузырьком, выбором, вставками, слиянием) на практике.

Самостоятельная работа, 2 ч.: Отработка навыков разработки и реализации алгоритмов. Выполнение практической работы.

Практическая работа: Реализовать необходимые алгоритмы для решения конкретной задачи.

3. Блок 3. Физика (10 ч.)

3.1 Законы сохранения в механике

Лекция, 1 ч.: Импульс материальной точки. Системы материальных точек. Кинетическая и потенциальная энергия материальной точки. Закон сохранения энергии в инерциальной системе отсчёта (ИСО). Закон сохранения импульса системы материальных точек в ИСО.

Практическое занятие, 2 ч.: Решение задач, применяя закон сохранения механической энергии в ИСО. Записать закон сохранения импульса системы материальных точек в векторном виде и в проекциях на координатные оси в ИСО.

Самостоятельная работа, 2 ч.: Закрепление полученных навыков. Выполнение практической работы в части тем блока 3.

3.2 Механические колебания

Лекция, 1 ч.: Уравнение свободных гармонических колебаний. Параметры гармонических колебаний: амплитуда, период, частота, фаза колебаний. Связь амплитуды колебаний исходной величины с амплитудами колебаний её скорости и ускорения

Практическое занятие, 2 ч.: Получить уравнение для скорости и ускорения из уравнения колебаний для координаты. Определить амплитудное значение величины, период, частоту, фазу колебаний по уравнению колебаний.

Самостоятельная работа, 2 ч.: Закрепление полученных навыков. Выполнение практической работы в части тем блока 3.

Практическая работа: Определить амплитудное значение величины, период, частоту, фазу колебаний по уравнению колебаний.

4. Блок 4. Моделирование (14 ч.)

4.1 Основные приемы трехмерного моделирования.

Лекция, 1 ч.: Основные приемы трехмерного моделирования.

Практическое занятие, 1ч.: Знакомство с программным обеспечением. Основные приемы трехмерного моделирования.

4.2 3D-примитивы. Создание и редактирование эскизов

Лекция, 0,5 ч.: 3D-примитивы. Создание и редактирование эскизов. Наложение геометрических размерных зависимостей.

Практическое занятие, 2,5 ч.: Создание эскизов по исходным данным. Простановка управляющих размеров. Наложение геометрических размерных зависимостей.

Самостоятельная работа, 1 ч.: Отработка навыков создания эскизов по исходным данным, простановки управляющих размеров и наложения геометрических размерных зависимостей. Выполнение практической работы в части тем блока 4.

4.3 Создание трехмерных моделей

Лекция, 0,5 ч.: Создание трехмерных моделей.

Практическое занятие, 2,5 ч.: Создание трехмерной модели.

Самостоятельная работа, 2 ч.: Отработка навыков создания трехмерной модели. Выполнение практической работы в части тем блока 4.

4.4 Редактирование трехмерных моделей. Визуализация

Практическое занятие, 2 ч.: Редактирование типовых 3D-моделей. Применение вспомогательной геометрии (плоскости, оси и точки) для редактирования типовых 3D-моделей. Основные аспекты визуализации.

Самостоятельная работа, 1 ч.: Отработка навыков редактирования типовых 3D-моделей с использованием вспомогательной геометрии. Визуализация. Выполнение практической работы.

Практическая работа: Создание и редактирование 3D-модели различного назначения и различной сложности. Применение вспомогательной геометрии (плоскости, оси и точки) для редактирования типовых 3D-моделей. Визуализация трехмерной модели.

3. Формы аттестации и оценочные материалы

Текущий контроль

Текущий контроль проводится с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала и стимулирования обучающихся. Для реализации текущего контроля в процессе объяснения теоретического материала педагог обращается к обучающимся с вопросами и короткими заданиями.

Программой предусмотрены практические работы.

Требования к выполнению практических работ

Каждая практическая работа выполняется на практическом занятии под руководством преподавателя. Завершение практической работы производится во время самостоятельной работы.

Критерии оценивания практической работы

Каждая практическая работа должна быть завершена и представлена (показана) преподавателю.

Оценивание: зачтено / не зачтено.

Итоговая аттестация

Итоговая аттестация проводится на основании совокупности выполненных промежуточных практических работ.

4. Методическое обеспечение программы

Методы обучения, применяемые в программе:

- словесные (устное изложение и обсуждение материала);
- наглядные (демонстрация презентаций, видеофрагментов, графиков, моделей);
- практические (решение тематических и интегрированных задач);
- аналитические (анализ результатов, обсуждение ошибок).

Для развития творческого мышления и самостоятельности используются:

- метод проектных заданий;
- метод погружения в межпредметные ситуации;
- методы поиска, сбора и обработки информации;
- исследовательский и проблемный подход;
- анализ справочных, электронных и литературных источников;
- обобщение и систематизация полученных знаний.

Для обеспечения наглядности и доступности материала задействованы:

- мультимедийные презентации и видеоролики;
- справочные ресурсы;
- дидактические комплекты (рабочие листы, раздаточные материалы);
- схемы, рисунки, иллюстрации по темам практикума.

5. Организационно-педагогические ресурсы

Специализированные лаборатории и классы, основные установки и стенды

Площадка: компьютерный класс, аудитории с соответствующим программным обеспечением.

Оборудование и программное обеспечение:

Любая CAD-система, предназначенная для создания параметрических моделей.

Операционная система: Windows 7, Windows 8 и Windows 10 (Windows RT не поддерживается).

Кадровое обеспечение программы

Реализаторы программы: профессорско-преподавательский состав Университета науки и технологий МИСИС.

6. Список литературы

1. Высоцкий И.Р., Кукса Е.А., Семенов А.В., Трепалин А.С., Ященко И.В. Математика. Решение заданий повышенного и высокого уровня сложности. Как получить максимальный балл на ЕГЭ: учебное пособие. – М.: Интеллект-Центр, 2021. – 143 с.
2. Поляков К.Ю. Информатика. 11 класс. Углубленный уровень. Учебное пособие. В 2 частях./К.Ю. Поляков, Е.А. Еремин. - Москва: Просвещение, 2024.
3. Яворский, Б. М. Основы физики: учебник : в 2 т. Том 1. Механика. Молекулярная физика. Электродинамика / Б. М. Яворский, А. А. Пинский ; под. ред. Ю. И. Дика. - 5-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2003. - 576 с.
4. Яворский, Б. М. Основы физики: учебник : в 2 т. Том 2. Колебания и волны. Квантовая физика. Физика ядра и элементарных частиц / Б. М. Яворский, А. А. Пинский ; под. ред. Ю. И. Дика. - 5-е изд., стер. - Москва : Физматлит, 2003. - 552 с.
5. Применение современных инженерных инструментов для конструирования : метод. указания / А.Е. Кривенко, С.Г. Губанов, О.Л. Дербенева, В.В. Зотов. – Москва : Издательский Дом НИТУ «МИСиС», 2021. – 43 с.
6. Методические указания по подготовке к практической части предпрофессионального экзамена по направлению «Программирование» / А.О. Аристов [и др.]. – М. : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2020. – 30 с
7. 3D-моделирование в КОМПАС-3D версий V17 и выше. Учебное пособие для вузов / Большаков Владимир Павлович, Чагина Анна Владимировна/ Изд-во Питер, Москва, 2021

Дополнительная литература:

8. Ушаков В.К. Довузовская математика: Алгебра: учебное пособие / - М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2014.-448 с.
9. Ткачук, В.В. Математика – абитуриенту /В.В. Ткачук. 15-е изд., испр. И доп. – М.: МЦНМО, 2008. – 1024 с.
10. Система трехмерного моделирования КОМПАС-3D: <https://kompas.ru/> (Дата обращения: 28.08.2026 г.)