

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

— Е.В. Луков

«30» 05 2025 г.

ПРОГРАММА

**вступительных испытаний в магистратуру по направлению подготовки
«01.04.01 – Математика»**

на программу

«Моделирование и цифровые двойники»

очная форма обучения

Томск-2025

Авторы-составители:

д-р физ.-мат. наук, профессор,
зав. каф. ВМиКМ



Старченко А. В.

к-т физ.-мат. наук
доцент каф. ВМиКМ



Гольдин В.Д.

к-т физ.-мат. наук
доцент каф. ВМиКМ



Гурина Е.И.

к-т физ.-мат. наук
доцент каф. ВМиКМ



Данилкин Е.А.

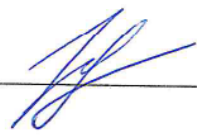
Рассмотрена и рекомендована

учебно-методической комиссией механико-математического факультета

Протокол от 29.05. 2025 г. № 3

Председатель УМК ММФ к.ф.-м.н.,  доцент Тарасов Е.А.

СОГЛАСОВАНО:

Начальник управления нового набора ТГУ  А.А. Коршунова



Оглавление

Используемые сокращения	4
1. Общие положения	5
2. Цель и задачи вступительных испытаний	6
3. Вступительное испытание по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на программу «Моделирование и цифровые двойники: структура, процедура, содержание и критерии оценки ответов»	7
3.1 Процедура вступительного испытания	7
3.2 Содержание заданий вступительных испытаний	8
3.3 Оценка результатов собеседования	10
4. Прием в магистратуру по результатам олимпиад «Магистр ТГУ» и «Я профессионал»	12
5. Прием в магистратуру по результатам конкурса портфолио и научных эссе	12
6. Список литературы для самоподготовки	15
Приложение 1	16
Приложение 2	17

Используемые сокращения

ОПОП – Основная профессиональная образовательная программа.

НИ ТГУ – Национальный исследовательский Томский государственный университет.

РФ – Российская федерация.

УК – Универсальные компетенции.

ОПК – Общепрофессиональные компетенции.

ПК – Профессиональные компетенции.

ОД – Основная деятельность.

РИНЦ – Российский индекс научного цитирования

1. Общие положения

1.1. Программа вступительных испытаний по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на программу «Моделирование и цифровые двойники» включает в себя **собеседование по профилю «Моделирование и цифровые двойники»**, позволяющее оценить готовность поступающих к освоению программы магистратуры.

1.2. Программа вступительных испытаний содержит описание процедуры, и критерии оценки ответов.

1.3. Вступительные испытания проводятся на русском или иностранном (английском) языке (при необходимости).

1.4. Организация и проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с Правилами приема, утвержденными приказом ректора НИ ТГУ, действующими на текущий год поступления.

1.5. По результатам вступительных испытаний, поступающий имеет право на апелляцию в порядке, установленном Правилами приема, действующими на текущий год поступления.

1.6. Программа вступительных испытаний по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на программу «Моделирование и цифровые двойники» ежегодно пересматривается и обновляется с учетом изменений нормативно-правовой базы РФ в области высшего образования и локальных документов, регламентирующих процедуру приема в НИ ТГУ. Измененная программа вступительных испытаний рассматривается и рекомендуется на заседании учебно-методической комиссии *механико-математического факультета*. Утверждается проректором по образовательной деятельности.

1.7. Программа вступительных испытаний публикуется на официальном сайте НИ ТГУ в разделе «[Магистратура](#)» не позднее даты, указанной в Правилах приема, действующих на текущий год поступления.

1.8. Программа вступительных испытаний по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на программу «Моделирование и цифровые двойники» хранится в документах *механико-математического факультета* ТГУ.

1.9. Абитуриенты, имеющие диплом бакалавра с отличием по направлениям укрупненных групп 01 Математика и механика, 02 Компьютерные и информационные науки, 03 Физика и астрономия, 09 Информатика и вычислительная техника, 10 Информационная безопасность, 15 Машиностроение, 16 Физико-технические науки и технологии, 24 Авиационная и ракетно-космическая техника, и абитуриенты, являющиеся победителями олимпиад «**Магистр ТГУ**» и «**Я — профессионал**» (учитываемые направления олимпиады «Я — профессионал»: вооружение и военная техника; естественные науки; компьютерные науки) имеют право быть зачисленными на магистерскую программу без вступительных испытаний. Им засчитывается 100 баллов за вступительные испытания. Призеры олимпиад студентов «**Магистр ТГУ**» и «**Я — профессионал**» получают 75 баллов.

1.10. Победители и призеры «**Конкурса портфолио и научных эссе**», проводимого механико-математическим факультетом НИ ТГУ и учитываемого при приеме в НИ ТГУ на программу «Моделирование и цифровые двойники» (магистратура по направлению подготовки 01.04.01 - Математика) приравниваются к лицам, набравшим

максимальное количество баллов (100 баллов) по вступительному испытанию (собеседование по профилю программы) и получают возможность поступить на программу «Моделирование и цифровые двойники» ММФ ТГУ без прохождения вступительных испытаний.

2. Цель и задачи вступительных испытаний

2.1. Вступительные испытания предназначены для определения подготовленности поступающего к освоению выбранной ОПОП магистратуры и определения требуемых компетенций поступающего, необходимых для освоения программы «Моделирование и цифровые двойники» по направлению подготовки 01.04.01 «Математика».

2.2. Основные задачи вступительных испытаний

2.2.1 Проверка объема знаний по ключевым дисциплинам:

- математическое моделирование;
- теория разностных схем;
- программирование и алгоритмизация;
- основы теплопереноса;
- численные методы в механике жидкости и газа;
- механика деформируемого твердого тела и методы вычислений.

2.2.2 Определение навыков в области:

- построения и валидации/верификации математических моделей;
- работы с алгоритмами и вычислительными методами;
- применения программных инструментов (Python, MATLAB, R и др.) для решения задач математического моделирования;
- решения реальных индустриальных кейсов (например, моделирование работы изделия/сборочной единицы с проведением прочностного и/или CFD анализов);
- интерпретации результатов математического, численного и компьютерного моделирования;
- визуализации результатов моделируемых физических процессов;
- оптимизации конструкции изделия по результатам проведенного математического, численного и компьютерного моделирования.

2.2.3 Оценка уровня владения понятийным аппаратом в области:

- цифровых двойников;
- оптимизации и машинного обучения (базовые аспекты).

2.2.4 Выявление мотивации абитуриента, включая:

- интерес к междисциплинарным исследованиям (математика + физика + инженерия + ML);

– понимание современных трендов в области цифровых двойников и их приложений.

Дополнительно могут учитываться навыки работы с CAD/CAE-системами, базами данных или облачными вычислениями.

3. Вступительное испытание по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на программу «Моделирование и цифровые двойники: структура, процедура, содержание и критерии оценки ответов

3.1 Процедура вступительного испытания

Вступительное испытание определяет уровень знаний в области профессиональных и научных интересов будущего магистранта, мотивы поступления в магистратуру, его готовность к образовательной деятельности, получению опыта профессиональной деятельности, уточняет предполагаемую тему исследования в рамках работы над магистерской диссертацией.

Вступительное испытание проводится в очном или дистанционном формате (с применением электронных технологий) в виде собеседования по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на программу «Моделирование и цифровые двойники». На собеседовании присутствует только абитуриент и члены экзаменационной комиссии.

В начале собеседования абитуриент озвучивает членам комиссии выбранную из списка (см. п. 3.2.1) тематическую категорию, по которой предполагается собеседование.

Абитуриент может предложить тему собеседования, не входящую в данную программу, если он проводит научные исследования или ведет проектную деятельность в рамках этой темы и имеет научные публикации на русском или английском языках, одна или более из которых зарегистрированы в наукометрических базах РИНЦ, Web of Science, Scopus или входящих в научные журналы из списка ВАК.

Общая продолжительность собеседования составляет не более 60 мин., с учетом индивидуальных особенностей абитуриента. Из них 10-20 минут абитуриент делает краткое сообщение по выбранной теме, а в оставшееся время проводится беседа в формате вопрос-ответ.

Максимальное количество баллов за собеседование - 100.

Минимальное количество баллов за вступительное испытание, необходимое для участия в конкурсе на поступление в магистратуру – 60.

При прохождении вступительного испытания в дистанционном формате средствами проводящей вступительное испытание стороны или сотрудников выездной приемной комиссии НИ ТГУ обеспечивается канал связи сотрудников экзаменационной комиссии с абитуриентами. Абитуриентам предлагаются темы для обсуждения (см. п. 3.2.1), одну из которых необходимо выбрать и изложить свой ответ письменно или в текстовом редакторе на персональном компьютере, а затем сканированный или текстовый файл направить членам экзаменационной комиссии. После получения файла членами

комиссии, абитуриенту предлагается дата и время дистанционного обсуждения выбранной им темы для собеседования.

При очном или дистанционном формате проведения собеседования **абитуриент имеет право пользоваться вспомогательными презентационными материалами**, подготовленными в процессе работы над выбранной темой для обсуждения, но с соблюдением регламента по времени.

3.2 Содержание заданий вступительных испытаний

Вступительное испытание проводится для определения уровня подготовки абитуриента по основным вопросам профессиональной деятельности в области разработки цифровых моделей и цифровых двойников изделий, основанных на математическом моделировании.

3.2.1 На собеседовании абитуриенту предлагается обсуждение следующих тематических категорий для проверки объема знаний по ключевым дисциплинам **(выбрать одну из 6-ти категорий)**:

1. Математическое моделирование

- Понятие о моделях и моделировании. Определение модели.
- Математические модели. Этапы их построения и классификация.
- Роль эксперимента при построении моделей.
- Разница между дифференциальными динамическими и статическими моделями.
- Известные вам методы верификации и валидации математических моделей.

2. Теория разностных схем

- Понятие сеточной функции. Равномерные и неравномерные сетки.
- Сетка на плоскости. Пояснить на примере.
- Построение сетки для двумерной области. Пояснить на примере.
- Определение погрешности аппроксимации, устойчивости и сходимости.
- Связь между аппроксимацией, устойчивостью и сходимостью (теорема Лакса).
- Метод конечных разностей построения разностных схем.
- Спектральный признак устойчивости.
- Порядок аппроксимации разностного уравнения.
- Одношаговые методы для решения задачи Коши (метод Эйлера, методы Рунге-Кутты).

3. Программирование и алгоритмизация

- Основные устройства ЭВМ и их роль в выполнении программ.
- Определение и основные свойства алгоритма. Пояснить на примере.
- Разница между переменными и константами в программном коде.
- Базовые управляющие конструкции.
- Составные типы данных.
- Отличие формальных и фактических параметров подпрограммы (функции).

- Объясните принцип рекурсии. Когда её использование неэффективно?
- Динамические структуры данных. Опишите структуру линейного однонаправленного списка.

4. Основы тепломассопереноса

- Виды теплообмена.
- Понятие конвекции и виды конвективного тепломассопереноса.
- Основные уравнения естественной/вынужденной конвекции (уравнения: сохранения массы, сохранения количества движения, энергии).
- Параметры подобия в случае конвективного переноса массы, импульса и энергии.
- Безразмерные числа Рэлея, Прандтля, Рейнольдса. Число Нуссельта.

5. Численные методы механики жидкости и газа

- Современные численные методы решения уравнений в частных производных (МКЭ – метод конечных элементов, МКР – метод конечных разностей, МКО – метод конечного объема). Достоинства и недостатки.
- О расчете течений вязкой жидкости методом решеточных уравнений Больцмана.
- Постановка начальных и граничных условий в задачах МЖГ.
- Сходимость и точность приближенных методов решения задач МЖГ.
- Решение одномерной нестационарной задачи теплопроводности. Анализ влияния определяющих параметров.
- Решение двумерной задачи теплопроводности. Использование различных типов граничных условий.
- Решение двумерной задачи естественной конвекции. Использование различных типов граничных условий.

6. Механика деформируемого твердого тела и методы вычислений

- Основные гипотезы расчета стержней, оболочек и трехмерных тел.
- Причины разрушения конструкций.
- Линейные и нелинейные задачи: отличительные признаки.
- Вариационное уравнение Лагранжа.
- Особенности метода конечных разностей.
- Сущность метода Бубнова-Галеркина.
- Подходы расчета оболочек сложной геометрии
- Основные соотношения, используемые в сплайновом варианте МКЭ.
- Подходы анализа НДС трехмерных тел.
- Отличительные особенности расчета оболочек и трехмерных тел.

Для выявления мотивации абитуриента и оценки уровня владения понятийным аппаратом (см. пп.2.2.2 - 2.2.4) дополнительно абитуриенту устно предлагается ответить на вопросы из списка:

- Опишите ваш опыт моделирования инженерной системы (прочность, гидродинамика, теплопередача).
- Какие инструменты применяли для визуализации полученных результатов расчета?
- Проводили ли вы оптимизацию конструкции по результатам моделирования? Примеры из вашего опыта.
- Расскажите о своем опыте валидации и верификации математической/цифровой модели.
- Отличие цифрового двойника от цифровой модели изделия.
- Какие продукты CAD/CAE (SolidWorks/КОМПАС, ANSYS/ЛОГОС/FlowVision/OpenFoam и др.) вы применяли и для каких целей?
- Приведите пример задачи из вашей практики, где требовались мультидисциплинарные знания.

3.2.2. В ходе собеседования поступающий должен продемонстрировать:

1. Знание терминологии и базовых понятий математики и механики, теории алгоритмов.
2. Владение математическим аппаратом, используемым в исследованиях по данному направлению.
3. Логически верно, аргументировано и ясно строить устную речь.
4. Умение приводить подтверждающие примеры.
5. Осознавать социальную значимость своей будущей профессии, обладать высокой мотивацией к выполнению профессиональной деятельности.

3.3 Оценка результатов собеседования

Оценка *результатов собеседования* по профилю программы проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании Положения об экзаменационной комиссии и Правил приема, действующих на текущий год поступления.

Общая оценка определяется как средний балл, выставленный всеми членами экзаменационной комиссии по результатам оценки собеседования по профилю программы.

Для определения уровня подготовки абитуриента по отдельным вопросам профессиональной деятельности, каждый вопрос оценивается на строго определенное количество баллов, которые в сумме оцениваются на 100 баллов.

Таблица 1.

Критерии оценивания	Диапазон присваиваемых баллов
Абитуриент продемонстрировал глубокое освоение обязательного учебного материала, что выразилось в точном использовании профессиональной терминологии, логичном и последовательном изложении, а также способности к аргументированному представлению и защите своей позиции. Особого внимания заслуживает ярко выраженная мотивационная готовность к освоению выбранной образовательной программы, подкреплённая	85-100

осознанным пониманием профессиональных перспектив в данной области.	
Ответ абитуриента по теме является содержательным, однако изложен недостаточно четко, ясно и кратко. Абитуриент правильно понимает, но неуверенно использует терминологию. Знает и умеет формулировать актуальные и практически важные задачи, знает основные модели и методы, используемые при решении задач, не достаточно уверенно владеет математическим аппаратом. Абитуриент в полной мере мотивирован к обучению по профилю программы.	70-84
Абитуриент продемонстрировал базовую подготовку, достаточную для старта обучения по программе, подтвердив владение основными понятиями дисциплины. При этом в ответах наблюдалась неполнота раскрытия тем, отдельные логические нарушения и терминологические неточности. Вместе с тем кандидат проявил заинтересованность в освоении выбранного профиля, что свидетельствует о наличии мотивационной основы для дальнейшего профессионального развития.	60-69
По результатам вступительного испытания установлено, что абитуриент демонстрирует недостаточный уровень подготовки, выражающийся в существенных пробелах базовых знаний, принципиальных ошибках при ответах на профильные вопросы и отсутствии системного понимания дисциплины. Ответы носили фрагментарный и неуверенный характер, без должной аргументации и глубины анализа. Кроме того, абитуриент не проявил осознанной мотивации к обучению по данной программе, не продемонстрировал понимания профессиональных перспектив, что в совокупности свидетельствует о несоответствии его текущего уровня подготовки требованиям магистерской программы.	1-59
Абитуриент отказался отвечать на вопросы.	0

Проверка и оценка результатов вступительного испытания проводится экзаменационной комиссией, действующей на основании Положения об экзаменационной комиссии и Правил приема, действующих на текущий год поступления. Работы, выполненные в [среде электронного обучения iDO](#), оцениваются непосредственно в системе.

4. Прием в магистратуру по результатам олимпиад «Магистр ТГУ» и «Я профессионал»

По решению Приемной комиссии ТГУ в качестве вступительных испытаний при поступлении на обучение по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на образовательную программу «Моделирование и цифровые двойники» могут быть зачтены результаты олимпиады НИ ТГУ среди поступающих на обучение по программам магистратуры «**Магистр ТГУ**».

Победители олимпиады получают максимальный балл (100 баллов), призеры олимпиады получают 75 баллов.

Если абитуриент отказывается от прав, предоставляемых победителям и призерам олимпиады, и поступает к участию в конкурсном отборе на общих основаниях, то результаты олимпиады могут быть учтены в качестве индивидуальных достижений абитуриента (до 10 баллов согласно [Правилам приема в ТГУ на 2025/2026 учебный год](#)).

По решению Приемной комиссии ТГУ в качестве вступительных испытаний при поступлении на обучение по направлению подготовки 01.04.01 «Математика» на образовательную программу «Моделирование и цифровые двойники» могут быть зачтены результаты Всероссийской олимпиады студентов «Я – профессионал» (далее – Олимпиада «Я – профессионал»).

Медалисты и победители Олимпиады «Я — профессионал» в 2024 и 2025 г. приравниваются к лицам, набравшим максимальное количество баллов по вступительным испытаниям (100 баллов) при условии соответствия направления Олимпиады «Я — профессионал» направлению образовательной программы магистратуры.

Призеры олимпиады студентов «Я — профессионал» 2024 и 2025 г. получают 75 баллов.

Учитываемые направления олимпиады «Я — профессионал» 2024-2025 года при поступлении на образовательную программу «Моделирование и цифровые двойники»:

- Вооружение и военная техника.
- Естественные науки.
- Компьютерные науки.

5. Прием в магистратуру по результатам конкурса портфолио и научных эссе

Механико-математический факультет ТГУ с 25 марта по 5 июня 2025 года проводит конкурс портфолио и научных эссе (далее - Конкурс) в целях выявления наиболее мотивированных абитуриентов, как обладающих навыками решения задач индустриальной математики и построения цифровых моделей изделий, так и желающих получить подготовку в области разработки цифровых двойников для различных отраслей промышленности с использованием математического и численного моделирования, технологий ML, IoT и VR/AR.

Победители и призеры Конкурса, учитываемого при приеме в НИ ТГУ на программу «Моделирование и цифровые двойники» (магистратура по направлению подготовки 01.04.01 - Математика) приравняются к лицам, набравшим максимальное количество баллов (100 баллов) по вступительному испытанию (собеседование по профилю программы) и получают возможность поступить на программу «Моделирование и цифровые двойники» ММФ ТГУ без прохождения вступительных испытаний.

В Конкурсе могут участвовать лица, имеющие диплом бакалавра или специалиста, соответствующий требованиям приема в магистратуру, или ожидающие его получения в 2024-2025 учебном году. Документы принимаются в электронном виде до 30 мая 2025 года на почту Simulation-DTwins@yandex.ru. Заявка отправляется единым pdf-файлом и должна содержать: анкету участника (Приложение 1), согласие на обработку персональных данных (Приложение 2) и список прилагаемых документов в зависимости от номинации Конкурса.

Предусмотрено 2 номинации:

- номинация «Научное эссе» (для студентов без опыта);
- номинация «Портфолио» (для специалистов и студентов, имеющих достижения по профилю программы или обладающих навыками решения задач индустриальной математики и построения цифровых моделей изделий).

Научное эссе должно быть написано по теме «Моя будущая научная работа и ее практическая значимость», содержать описание целей и задач, актуальность идеи, а также планируемый результат.

Эссе оценивается конкурсной комиссией по следующим критериям:

- соответствие тематике магистратуры — 20 баллов;
- научная обоснованность — 15 баллов;
- практическая значимость — 20 баллов;
- оригинальность написания по антиплагиату — 10 баллов;
- грамотность, логика изложения и структурированность — 15 баллов;
- мотивированность к обучению в магистратуре - 20 баллов.

Эссе оформляется в формате .pdf с шрифтом Times New Roman, 12 pt и интервалом 1.5. Язык написания эссе — русский. Объем эссе — не менее 1 страницы формата А4.

Максимальный балл — 100.

Конкурсная комиссия при оценивании работ в номинации «Научное эссе» вправе учитывать средний балл диплома абитуриента (или последних 4 сессий) в дополнение к набранному баллам.

Для этого необходимо приложить выписку из зачетной книги) (от 4.5 – 10 баллов, от 4.0 до 4.49 – 5 баллов).

Портфолио оценивается конкурсной комиссией по следующим критериям:

- средний балл диплома (или последних 4 сессий, приложить выписку из зачетной книги) (от 4.5 – 10 баллов, от 4.0 до 4.49 – 5 баллов, менее 4.0 – 0 баллов);

- наличие сертификатов о прохождении курсов/стажировок/программ профессиональной переподготовки по тематике магистратуры (до 5 баллов);
- участие в международных и всероссийских научных конференциях (доклад с подтверждением в виде сертификата, программы или тезиса) (до 10 баллов);
- публикации в журналах и сборниках конференций (база РИНЦ до 10 баллов);
- публикации в журналах, входящих в международные базы данных (Scopus, Web of Science) или из перечня ВАК (до 15 баллов);
- победы или призовые места в научно-практических/научно-исследовательских конкурсах, форумах, олимпиадах и конференциях (до 10 баллов);
- победы в стипендиальных программах любого уровня, кроме университетского (до 10 баллов);
- наличие справки с места работы, подтверждающей ведение профессиональной деятельности по профилю программы или по смежному с ним направлению (до 10 баллов);
- участие в научном гранте или наличие патента на изобретение /свидетельства о регистрации программы на ЭВМ (до 10 баллов);
- мотивированный ответ на вопрос: Почему я хочу обучаться по программе подготовки ММФ ТГУ «Моделирование и цифровые двойники?» (до 10 баллов, ответ прикладывается в свободной форме, объем не ограничен).

Максимальный балл — 100.

Результаты конкурса будут опубликованы не позднее 11 июня 2025 г. в Telegram - канале по адресу: https://t.me/simulation_dtwinns_mmftsru.

6. Список литературы для самоподготовки

Основная литература, рекомендованная при подготовке к собеседованию

1. Соболев С.Л. Уравнения математической физики. - М.: Наука. 1992.
2. Самарский А. А., Гулин А. В. Численные методы. - М., 1989.
3. Меркулова Н. И., Михайлов М. Д. Методы приближенных вычислений. Ч. 1, 2, 3. - Томск, 2007-2010.
4. Вержбицкий В.М. Основы численных методов. -М.: Наука, 2008.
5. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, 1976. – 740 с.
6. Струминский В.В. Аэродинамика и молекулярная газовая динамика. М.: Наука, 1985. – 240 с.
7. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Дрофа, 2003. – 840 с.
8. Лыков А.В. Теплообмен: Справочник. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.
9. Седов Л.И. Механика сплошной среды. М.: Наука, 1970. – Т. 578 с.
10. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1991. 376 с.
11. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. Т.1. – М.: Наука, 1987.

Дополнительная литература, рекомендованная при подготовке к собеседованию

1. В.С. Владимиров. Уравнения математической физики. - М.: 1976.
2. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов. -СПб: Питер, 2001, 304 с
3. Могилев А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Информатика. М.: Академия, 1999.
4. Гриднева В.А. Лекции по механике сплошной среды. – Томск: ТГУ, 2004. – 428 с.
5. Кузнецов Г.В., Шерemet М.А. Разностные методы решения задач теплопроводности. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 172 с.
6. Зигель Р., Хауэлл Дж. Теплообмен излучением. – Москва: Мир, 1975. – 934 с.
7. Гришин А. М. Введение в механику сплошных реагирующих сред: [учебное пособие] / А. М. Гришин; Том. гос. ун-т, Мех.-мат. фак., Каф. физ. и вычисл. механики. – Томск: Издательство Томского университета, 2008. – 217 с.
8. Царев М. В., Андреев Ю. С. **Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования** // Изв. вузов. Приборостроение. 2021. Т. 64, № 7. С. 517—531.
9. Боровков А. И., Рябов Ю. А. **Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки** // Цифровая трансформация экономики и промышленности: Сб. тр. науч.-практ. конф. с зарубежным участием, 20—22 июня 2019 г. СПб: Политех-Пресс, 2019. С. 234—245. DOI:10.18720/TEP/2019.3/25.
10. Петров А. В. **Имитация как основа технологии цифровых двойников** // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. 2018. № 10 (141). С. 56—66. DOI: 10.21285/1814-3520-2018-10-56-66.
11. Васильева Е. **Компоненты Индустрии 4.0: Цифровые двойники** // Автоматизация проектирования. 2019. № 3. С. 22—38.
12. Толстых Т. О., Гамидуллаева Л. А., Шкарупета Е. В. Ключевые факторы развития промышленных предприятий в условиях цифрового производства и индустрии 4.0 // Экономика в промышленности. – 2018. – Т. 11. – №. 1. – С. 11-19.

**ЗАЯВКА НА УЧАСТИЕ В КОНКУРСЕ ПОРТФОЛИО
И НАУЧНЫХ ЭССЕ ММФ ТГУ**

Ф.И.О.	
ВУЗ и факультет/ место работы	
Контактные данные: телефон, e-mail	
Дата, месяц, год рождения	
Номинация « <i>Научное эссе</i> » / номинация « <i>Портфолио</i> » (выбрать подходящее)	
Гражданство	
Перечень прилагаемых документов (портфолио/эссе, согласие на обработку, справки, сертификаты и т.д.)	

Настоящим я подтверждаю достоверность предоставленной мною информации

Подпись конкурсанта: _____

Дата направления заявки: _____

Согласие на обработку персональных данных

Я, _____,
(фамилия, имя, отчество)

согласен (а) на обработку моих персональных данных: (фамилия, имя, отчество; дата рождения; контактные данные; место работы (учебы), гражданство) Томским государственным университетом с целью обработки материалов на конкурс портфолио и научных эссе ММФ ТГУ.

Субъект дает согласие на обработку Оператором своих персональных данных, то есть совершение, в том числе, следующих действий: обработку (включая сбор, систематизацию, накопление, хранение, уточнение (обновление, изменение), использование, обезличивание, блокирование, уничтожение персональных данных), при этом общее описание вышеуказанных способов обработки данных приведено в Федеральном законе от 27.07.2006 № 152-ФЗ « О персональных данных», а также на передачу такой информации третьим лицам, в случаях, установленных нормативными документами вышестоящих органов и законодательством.

Настоящее согласие действует бессрочно.

Настоящее согласие может быть отозвано мною в любой момент по соглашению сторон. В случае неправомерного использования предоставленных данных согласие отзывается письменным заявлением.

«____»_____ 2025 г.

Подпись: _____