

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«26» июня 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ТВЕРДОТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

**Специальность:** 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

**Специализация:** Проектирование инструментальных комплексов в машиностроении

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

На современном этапе развития человечества происходит интенсивное внедрение новых информационных технологий во все сферы деятельности. В обработке различного рода информации происходят качественные изменения. Эффективное решение инженерных, научных, экономических и управленческих задач невозможно без использования ЭВМ. Студенты должны знать новые информационные технологии, сферы их применения, перспективы развития, способы функционирования, но и внедрять работу на них в повседневную практику.

В результате изучения дисциплины «Твердотельное моделирование», студенты овладевают эффективными приемами работы с важнейшим программным продуктом Autodesk Inventor, используемым в современных САПРах.

### **1.1. Цели дисциплины**

Цели дисциплины «Твердотельное моделирование» – формирование у студентов знаний о САД-подсистемах, входящих в САД/САМ/САЕ-систем и систем твердотельного параметрического моделирования механических объектов, и навыков по автоматизации деятельности инженеров-конструкторов и технологов по разработке моделей в области новейших компьютерных технологий.

### **1.2. Задачи дисциплины**

Задачами дисциплины «Твердотельное моделирование» является формирование базовых профессиональных компетенций по работе с прикладными программными средствами, требуемыми при решении практических задач профессиональной деятельности, способности разрабатывать техническую документацию, способности использовать данные информационные технологии в машиностроении.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Твердотельное моделирование» относится к вариативной части блока, дисциплина по выбору рабочего учебного, изучается в семестре А (10 семестре).

### **3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

#### **3.1. Перечень компетенций**

Изучение дисциплины «Твердотельное моделирование» направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

##### **общефессиональных (ОПК):**

- Способен генерировать, оценивать и использовать новые инженерные идеи в своей деятельности (ОПК-5);
- Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления, контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий (ОПК-7).

#### **3.2. Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

##### **знать:**

- практические приемы и методы генерирования инженерных идей; основные виды генерирования инженерных идей; способы генерирования инженерных идей (3--ОПК-5);
- практические приемы и методы обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; основные виды обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; способы формирования обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления (3-ОПК-7);

##### **уметь:**

- формулировать задачи генерирования инженерных идей; выбирать методы генерирования инженерных идей; работать со справочной и специальной литературой генерирования инженерных идей (У-ОПК-5);
- формулировать задачи обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; выбирать методы обеспечения технологичности изделий и

процессов их изготовления; работать со справочной и специальной литературой обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления (У-ОПК-7);

**владеть:**

- опытом генерирования инженерных идей; опытом обеспечения надежности генерирования инженерных идей (В-ОПК-5);
- опытом построения обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления; опытом обеспечения надежности обеспечения технологичности изделий и процессов их изготовления (В-ОПК-7).

**3.3 Воспитательная работа**

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</b>	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(В18)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных

	<p>мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b></p>	<p>исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</li> <li>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</li> <li>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></li> </ul>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></li> </ul>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с</p>

		информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.
	<b>УГНС 15.00.00</b> <b>«Машиностроение»:</b> - формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В31); - формирование культуры решения изобретательских задач (В32)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля и всех видов практик для: - формирования творческого инженерного мышления и готовности к работе в профессиональной среде через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании и создании конкурентноспособной машиностроительной продукции; - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистам в области создания новых современных образцов технологических машин и комплексов с применением современных компьютерных CAD/CAM/CAE-, PDM- и PLM- систем через содержание дисциплин и практик, акцентирование учебных заданий, групповое решение практических задач, учебных проектов, прохождение практик на конкретных рабочих местах, ознакомление с современными технологиями промышленного производства. 2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Теория решения изобретательских задач", "Решение инженерных задач на ПЭВМ", "Компьютерные технологии в инженерном деле" для формирования культуры решения изобретательских задач, развития логического мышления, путем погружения студентов в научную и инновационную деятельность института и вовлечения в проектную работу.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел учебной дисциплин	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Текущий контроль успеваемости (неделя,	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел *

	ы		Лекции	Прак. работы	Самост. работа	форма)		
<b>Семестр 10</b>								
1	Раздел 1	1 2 3 4	2 2 2	2 2 2	2 2 2	ПР№1-1  ПР№2-3 ПР№3-4	РГР№1-4	10
2	Раздел 2	5 6 7 8 9	2 2 2 2	4 2 2 2	2 2 2 2	ПР№4-5 ПР№5-5 ПР№6-6 ПР№7-7 ПР№8-9	РГР№1-9	15
3	Раздел 3	10 11 12 13 14	2 2 2 2	2 2	2 2 2 2	ПР№9-11  ПР№10-13	РГР№1-14	15
4	Раздел 4	15 16 17 18	2 2 2	2 2 4	2 2 2	ПР№11-16 ПР№12-17 ПР№13-18 ПР№14-18	РГР№1-18	10
Итого			26	28	27			50
Экзамен			27					50

ПР - практические задания

СР – самостоятельная работа

## **4.2. Содержание лекций**

### **Раздел 1. Начало работы и настройка программы Autodesk Inventor.**

#### **Работа с эскизами.**

Лекция 1. Начало работы и настройка программы Autodesk Inventor. Основные принципы работы. Типы взаимосвязей между различными объектами. Элементы интерфейса программы Autodesk Inventor. Управление видами модели в рабочей области. Создание пользовательских файлов шаблонов. Параметры процесса моделирования. Работа с проектами. Типы документов программы Autodesk Inventor. Создание новых документов. Параметры приложения.

Лекция 2. Работа с эскизами. Вход в режим редактирования эскизов и завершение редактирования эскизов. Команды для построения объектов эскиза. Состояние эскизов. Наложение и редактирование геометрических зависимостей. Наложение и редактирование размерных зависимостей.

Лекция 3. Построение осевых, вспомогательных линий, справочных точек в эскизе. Классификация ошибок в эскизах и методы их исправления. Редактирование эскизов.

## **Раздел 2. Создание элементов. Эскизируемые элементы. Создание элементов. Рабочие элементы. Наложённые элементы.**

Лекция 4. Создание элементов. Эскизируемые элементы. Элемент Выдавливание. Требования к эскизу. Граничные условия, настройки элемента. Элемент Вращение. Требования к эскизу. Граничные условия, настройки элемента.

Лекция 5. Эскизируемые элементы. Элемент Сдвиг. Требования к эскизам. Граничные условия, настройки элемента. Элемент Лофт. Требования к эскизам. Граничные условия. Наборы параметров элемента по сечениям.

Лекция 6. Создание элементов. Рабочие элементы. Назначение (справочной) рабочей геометрии. Создание и редактирование рабочих плоскостей. Создание и редактирование рабочих осей. Создание и редактирование рабочих точек.

## **Раздел 3. Параметрическое моделирование. Основы создания сборок.**

Лекция 7. Наложённые элементы. Элемент отверстие. Свойства элемента. Типы отверстий. Граничные условия. Набор параметров элемента отверстие. Элемент скругление. Типы скруглений. Параметры элемента. Элемент Фаска. Типы фасок. Параметры элемента.

Лекция 8. Наложённые элементы. Элемент оболочка. Свойства элемента. Правила использования. Элемент массив: Прямоугольный массив, Круговой массив. Зеркальное отображение элементов.

Лекция 9. Основы создания сборок. Создание документа Сборки. Сборка Снизу-Вверх. Дерево сборки. Принципы работы с деревом (браузером) сборки. Размещение компонентов в сборке. Правила размещения компонентов в сборке. Вставка и размещение стандартных компонентов. Наложение и редактирование зависимостей.

Лекция 10. Основы создания сборок. Наложение и редактирование соединений. Анализ пересечений компонентов. Создание видов с разрезами.

#### **Раздел 4. Работа с чертежами.**

Лекция 11. Настройки спецификаций для сборок. Виды. Позиции. Уровни детализации в сборках. Элементы браузера.

Лекция 12. Работа с чертежами. Создание документа чертёж. Настройки чертежей. Редактирование рамки, редактирование штампа. Заполнение штампа вручную. Заполнение штампа при помощи свойств документа. Создание связей со свойствами. Создание и редактирование видов и разрезов. Простановка размеров и внесение примечаний. Импортирование размеров и примечаний из моделей. Создание и редактирование чертежей деталей. Создание сборочных чертежей. Работа с таблицами. Типы таблиц, способы заполнения таблиц. Создание спецификаций в сборочных чертежах. Вывод на печать.

Лекция 13. Параметрическое моделирование. Уравнения и параметры. Использование уравнений в среде детали. Использование уравнений в среде сборки. Использование Microsoft Excel в работе с параметрами. Совместное использование параметров. Размещение параметрических рядов в сборках. Создание конфигураций.

#### **4.3. Тематический план практических работ**

1. САПР Autodesk Inventor. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание трехмерные модели деталей по представленным чертежам. Деталь «Цилиндр».
2. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание трехмерные модели деталей по представленным чертежам. Деталь «Кронштейн», деталь «Крышка шатуна».
3. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание трехмерные модели деталей по представленным чертежам. Деталь «Поршень».
4. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание трехмерные модели деталей по

представленным чертежам. Деталь «Шатун».

5. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание сборочных узлов по описанию. «Шатун в сборе», «Поршень малый в сборе».
6. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание сборочных узлов по чертежу ВО и описанию работы механизма. «Поршневая группа».
7. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Наложение зависимостей для будущей анимации работы механизма «Поршневая группа». Проверка в Приводе работы механизма.
8. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание сборки «Двигатель оппозитный» по чертежу ВО и данным спецификации. Сборка корпусных деталей.
9. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание сборки «Двигатель оппозитный» по чертежу ВО и данным спецификации. Сборка подвижных частей. Установка поршневой группы.
10. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание сборки «Двигатель оппозитный» по чертежу ВО и данным спецификации. Установка партубков впрыска и выхлопных. Установка крепежей.
11. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание сборки «Двигатель оппозитный» по чертежу ВО и данным спецификации. Проверка работоспособности механизма в полном сборе. Настройка видов. Сечений.
12. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание ассоциативного чертежа детали «Кольцо», изготовленного из материала 40Х ГОСТ 4543-77 (сортамент: круг ГОСТ 2590-2006). При создании детали необходимо обеспечить визуальное соответствие технологии изготовления. Чертеж должен соответствовать ЕСКД.
13. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание ассоциативного чертежа детали «Коленчатый вал», изготовленного из материала 40Х ГОСТ 4543-77 (сортамент: круг ГОСТ 2590-2006). При создании детали необходимо обеспечить визуальное соответствие технологии изготовления. Чертеж должен соответствовать ЕСКД.
14. Module\_A. «Двигатель оппозитный». Создание ассоциативного сборочного чертежа «Поршень малый в сборе». К сборочному чертежу разработать спецификацию. Чертеж должен соответствовать ЕСКД.

#### **4.4. Самостоятельная работа студентов**

1. Выполнение контрольных работ.
2. Подготовка к промежуточному контролю и аттестации раздела.

### **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В соответствии с компетентностным подходом выпускник вуза должен не просто обладать определенной суммой знаний, а уметь при помощи этих знаний решать конкретные задачи производства.

Учитывая требования ОС НИЯУ МИФИ по специальности 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов», реализация компетентностного подхода должна предусматривать широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде мультимедиа-лекций. Учебные материалы предъявляются обучающимся для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением и контролем конспекта.

Практические занятия проводятся в компьютерных лабораториях, с разделением группы на подгруппы из 8-9 человек (для соблюдения принципа каждому студенту свое рабочее место). За 2 дня до проведения лабораторных работ студентам выдается их описание для изучения, для отсутствующих студентов задания выкладываются на файловый сервер в методический раздел (Methodica) или в Образовательный портал (Moodle).

### **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Фонд оценочных средств позволяет оценить знания, умения, навыки и уровень приобретенных компетенций. Фонд оценочных средств по дисциплине включает:

6.1 Комплект заданий для текущего контроля успеваемости.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Основная литература**

1. Колошкина, И. Е. Компьютерная графика : учебник и практикум для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев, С. А. Дмитроченко. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 237 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17757-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/533674>

2. Коткин, Г. Л. Компьютерное моделирование физических процессов с использованием Matlab : учебное пособие для вузов / Г. Л. Коткин, Л. К. Попов, В. С. Черкасский. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 202 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10512-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/541375>

4. Тупик Н. В. Компьютерное моделирование: учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Тупик. — 2-е изд. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 230 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS [сайт]. — Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/79639.html>.

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 1 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 328 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02957-4. — URL : <https://urait.ru/bcode/537839>

2. Инженерная 3D-компьютерная графика в 2 т. Том 2 : учебник и практикум для вузов / А. Л. Хейфец, А. Н. Логиновский, И. В. Буторина, В. Н. Васильева ; под редакцией А. Л. Хейфеца. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 279 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02959-8. — URL : <https://urait.ru/bcode/537840>

3. Моделирование процессов и систем: учебник и практикум для вузов / Е. В. Стельмашонок, В. Л. Стельмашонок, Л. А. Еникеева, С. А. Соколовская ; под редакцией Е. В. Стельмашонок. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 304 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18225-5. — URL : <https://urait.ru/bcode/534565>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>