

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина»  
Институт математики, физики и информационных технологий  
Кафедра математического моделирования и информационных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института математики,  
физики и информационных  
технологий

Якунина И.Н.

«19» января 2021 г.



## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине **Б1.В.ОД.4**

**«Методы математического моделирования»**

Направление подготовки:

09.06.01 Информационные системы и процессы

Направленность (профиль)

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Уровень высшего образования

подготовка кадров высшей квалификации  
по программам подготовки  
научно-педагогических кадров в аспирантуре

Форма обучения

очная, заочная

Год набора

2021

Тамбов, 2021

**Автор программы:**

Доктор технических наук, профессор кафедры математического моделирования и информационных технологий Ковалева О.А.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 09.06.01 - Информатика и вычислительная техника (уровень - подготовка кадров высшей квалификации) (приказ Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 875.

Рабочая программа принята на заседании кафедры математического моделирования и информационных технологий «22» декабря 2020 года, протокол № 4.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры
3. Объем и содержание дисциплины
4. Контроль знаний обучающихся
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

## 1. Цели и задачи дисциплины

**1.1 Цель дисциплины** - изучение понятийного аппарата математического моделирования, формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности; а также в технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

## 1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

Научно-исследовательская деятельность в области функционирования вычислительных машин, комплексов, компьютерных сетей, создания элементов и устройств вычислительной техники на новых физических и технических принципах, методов обработки и накопления информации, алгоритмов, программ, языков программирования и человеко-машинных интерфейсов, разработки новых математических методов и средств поддержки интеллектуальной обработки данных, разработки информационных и автоматизированных систем проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- изучение и разработка алгоритмов программных комплексов с использованием методов математического моделирования;

- планирование процессов и ресурсов для решения задач в области прикладной математики и информатики;

- формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской, педагогической и производственно - технологической деятельности на профессиональном уровне, включая: разработку алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования

Преподавательская деятельность по образовательным программам высшего образования:

- подготовка и проведение учебных занятий в учебном заведении высшего образования

## 1.3 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

Код и наименование компетенции ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения по дисциплине, необходимые для формирования компетенции
ОПК-2 Владение культурой научного исследования, в том числе с использованием современных информационно-коммуникационных технологий	<b>Знает и понимает:</b> - теоретические основы современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности <b>Код 31(ОПК-2)</b>

	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - применять современные информационно-коммуникационные технологии в исследовательской деятельности <b>Код У1(ОПК-2)</b>
	<b>Владеет:</b> - культурой научного исследования в области информационно-коммуникационных технологий и математического моделирования <b>Код В1(ОПК-2)</b>
ОПК-5 Способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях	<b>Знает и понимает:</b> - современное состояние исследований и разработок соответствующего профиля и методы оценки результатов исследования <b>Код 31 (ОПК-5)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях <b>Код У1 (ОПК-5)</b>
	<b>Владеет:</b> - навыками применения методов оценки результатов исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях <b>Код В1 (ОПК-5)</b>
ПК-4 Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов проверки адекватности математических моделей объектов на основе данных натурного эксперимента	<b>Знает и понимает:</b> - текущее положение современных научных достижений в области математического моделирования <b>Код 31(ПК- 5)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - научно-исследовательскую деятельность совместно с российскими и международными исследовательскими коллективами <b>Код У1(ПК-5)</b>
	<b>Владеет:</b> - основными методами научных исследований, навыками проведения лабораторного эксперимента, статистической обработки экспериментальных данных с помощью современных программных комплексов <b>Код В1(ПК-5)</b>
ПК-5 Способность к разработке новых математических методов и алгоритмов интерпретации натурного эксперимента на основе его математической модели	<b>Знает и понимает:</b> - текущее положение современных научных достижений в области математического моделирования <b>Код 31 (ПК-5)</b>
	<b>Умеет (способен продемонстрировать):</b> - применять способы и технологии решения стандартных и нестандартных задач <b>Код У1 (ПК-5)</b>
	<b>Владеет:</b> - навыками принятия решений и способность нести ответственность за принятие решений <b>Код В1 (ПК-5)</b>

**1.4 Согласование междисциплинарных связей** дисциплин, практик, научных исследований, обеспечивающих освоение компетенций.

Дисциплина «Методы математического моделирования» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ОПК-2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, Научно-исследовательская деятельность

ОПК-5 – Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук;

ПК-4 – Методы обработки экспериментальных данных и интерпретация натурного эксперимента

ПК-5 – Математическое моделирование, Численные методы и комплексы программ, компьютерные среды для математического моделирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Методы математического моделирования» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"

Дисциплина «Методы математического моделирования» изучается во 3 семестре.

## 3. Объём и содержание дисциплины

### 3.1 Объём дисциплины

Очная форма обучения: 2 з.е.

Заочная форма обучения: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная форма обучения (всего часов)	Заочная форма обучения (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<i>Контактная работа (по учебным занятиям)</i>	22	4
Лекции (Л)	10	4
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	12	-
Лабораторные занятия (ЛЗ)	-	-
<i>Самостоятельная работа (СР)</i>	50	68
<i>Зачет</i>		

### 3.2 Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час. (очная/заочная)				Формы текущего контроля
		Л	ПЗ	ЛЗ	СР	
1.	Тема 1. Математическое моделирование: основные понятия. Вычислительный эксперимент.	1/1	2/-	-	5/7	коллоквиум
2.	Тема 2. Основные принципы математического моделирования.	1/1	2/-	-	5/7	собеседование

3.	Тема 3. Области использования математических моделей	1/1	1/	-	5/7	коллоквиум
4.	Тема 4. Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Параметры математической модели	1/1	1/	-	5/7	собеседование
5.	Тема 5. Классификация математических моделей.	1/-	1/	-	5/7	коллоквиум
6.	Тема 6. Адекватность математической модели	1/-	1/	-	5/7	собеседование
7.	Тема 7. Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный.	1/-	1/	-	5/7	коллоквиум
8.	Тема 8. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий.	1/-	1/	-	5/7	собеседование
9.	Тема 9. Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ.	1/-	1/	--	5/7	коллоквиум
10.	Тема 10. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей	1/-	1/	-	5/5	собеседование

### **Тема 1. Математическое моделирование: основные понятия. Вычислительный эксперимент**

**Лекция.** Основные определения. Моделирование физическое и математическое. Модель. Моделирование. Симуляция. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.

#### **Практическое занятие.**

1. Математическое моделирование: основные понятия. Вычислительный эксперимент.

#### **Задания для самостоятельной работы:**

1. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.

### **Тема 2. Основные принципы математического моделирования**

**Лекция** Основные принципы математического моделирования. Принцип информационной достаточности. Принцип осуществимости. Принцип множественности моделей. Принцип агрегирования. Принцип параметризации.

**Практическое занятие**

1. Основные принципы математического моделирования.

**Задания для самостоятельной работы**

1. Принцип осуществимости.
2. Принцип множественности моделей.
3. Принцип агрегирования.
4. Принцип параметризации.

**Тема 3. Области использования математических моделей**

**Лекция** Области использования математических моделей. Ситуации, в которых математическое моделирование может быть единственным инструментом исследования.

**Практическое занятие**

1. Области использования математических моделей

**Задания для самостоятельной работы**

1. Привести примеры ситуаций, в которых математическое моделирование может быть единственным инструментом исследования

**Тема 4. Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Параметры математической модели**

**Лекция** Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Векторы входных координат, варьируемых параметров и выходных координат объекта. Вектор параметров математической модели.

**Практическое занятие**

1. Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Параметры математической модели

**Задания для самостоятельной работы**

1. Векторы входных координат, варьируемых параметров и выходных координат объекта
2. Параметры математической модели

**Тема 5. Классификация математических моделей**

**Лекция** Классификация математических моделей. Модели динамики и статики. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами. Модели детерминированные и стохастические. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные. Модели непрерывные и дискретные.

**Практическое занятие**

1. Классификация математических моделей

**Задания для самостоятельной работы**

1. Модели динамики и статики
2. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные. Модели непрерывные и дискретные

**Тема 6. Адекватность математической модели**

**Лекция** Адекватность математической модели в случае детерминированного и стохастического объектов. Параметрическая идентификация детерминированной математической модели. Параметрическая идентификация стохастической математической модели на примере использования критерия согласия Пирсона ( $\chi^2$ -квadrat).

**Практическое занятие**

1. Адекватность математической модели

**Задания для самостоятельной работы**

1. Параметрическая идентификация детерминированной математической модели



2. Параметрическая идентификация стохастической математической модели на примере использования критерия согласия Пирсона

### **Тема 7. Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный**

**Лекция** Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный. Примеры разработки математических моделей с помощью этих подходов и охарактеризовать их достоинства и недостатки.

#### **Практическое занятие**

1. Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Примеры разработки математических моделей с помощью этих подходов и охарактеризовать их достоинства и недостатки

### **Тема 8. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий**

**Лекция** Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Пример разработки математической модели молекулярной диффузии. Пример разработки математической модели теплопроводности (дифференциальное уравнение теплопроводности). Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла. Модели законов отражения и преломления

#### **Практическое занятие**

1. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Пример разработки математической модели молекулярной диффузии
2. Пример разработки математической модели теплопроводности

### **Тема 9. Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ**

**Лекция** Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ.

#### **Практическое занятие**

1. Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ.

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Простая модель информационной системы и ее анализ

### **Тема 10. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей**

**Лекция** Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей.

#### **Практическое занятие**

1. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей

#### **Задания для самостоятельной работы**

1. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей

## **4. Контроль знаний обучающихся**

### **4.1 Формы текущего контроля работы аспирантов**

1. Коллоквиум
2. Собеседование

## 4.2 Типовые задания текущего контроля

### Вопросы к коллоквиуму:

1. Основные определения. Моделирование физическое и математическое. Модель. Моделирование. Симуляция. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.
2. Основные принципы математического моделирования. Принцип информационной достаточности. Принцип осуществимости. Принцип множественности моделей. Принцип агрегирования. Принцип параметризации.
3. Области использования математических моделей.
4. Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Векторы входных координат, варьируемых параметров и выходных координат объекта. Вектор параметров математической модели.
5. Классификация математических моделей. Модели динамики и статики.

### Вопросы к собеседованию:

1. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Модели законов преломления и отражения.
2. Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ.
3. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей. Структура математической модели физического процесса флотационного разделения суспензий.
4. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей. Схематичное представление объекта и система допущений. Модульный принцип и агрегация модулей модели на примере модели процесса флотационного разделения суспензий.
5. Алгоритм и принципы разработки универсального генератора случайных чисел для имитационного моделирования. Привести пример программы и результаты генераций последовательностей из 100, 1000 и 10000, псевдослучайных чисел, соответствующих заданному закону распределения. (По лабораторной работе №1).

## 4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

### Вопросы зачета

1. Основные определения. Моделирование физическое и математическое. Модель. Моделирование. Симуляция. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент.
2. Основные принципы математического моделирования. Принцип информационной достаточности. Принцип осуществимости. Принцип множественности моделей. Принцип агрегирования. Принцип параметризации.
3. Области использования математических моделей.
4. Понятие математической модели. Схематичное представление объекта моделирования. Векторы входных координат, варьируемых параметров и выходных координат объекта. Вектор параметров математической модели.
5. Классификация математических моделей. Модели динамики и статики.
6. Классификация математических моделей. Модели с распределенными и сосредоточенными параметрами.
7. Классификация математических моделей. Модели детерминированные и стохастические.
8. Классификация математических моделей. Модели стационарные, квазистационарные и нестационарные.

9. Классификация математических моделей. Модели непрерывные и дискретные.
10. Ситуации, в которых математическое моделирование может быть единственным инструментом исследования.
11. Адекватность математической модели в случае детерминированного и стохастического объектов. Параметрическая идентификация детерминированной математической модели. Параметрическая идентификация стохастической математической модели на примере использования критерия согласия Пирсона (хи-квадрат).
12. Три подхода к разработке математических моделей: теоретический, эмпирический и комбинированный. Привести примеры разработки математических моделей с помощью этих подходов и охарактеризовать их достоинства и недостатки.
13. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Пример разработки математической модели молекулярной диффузии.
14. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Пример разработки математической модели теплопроводности (дифференциальное уравнение теплопроводности).
15. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Дифференциальное уравнение конвективного переноса тепла.
16. Разработка математических моделей на основе законов сохранения, вариационных принципов и аналогий. Модели законов преломления и отражения.
17. Иллюстрация теоретического подхода к разработке математических моделей. Простая модель информационной системы и ее анализ.
18. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей. Структура математической модели физического процесса флотационного разделения суспензий.
19. Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей. Схематичное представление объекта и система допущений. Модульный принцип и агрегация модулей модели на примере модели процесса флотационного разделения суспензий.

#### Типовые задания для зачета

1. Схематичное представление объекта и система допущений. Модульный принцип и агрегация модулей модели Иллюстрация комбинированного подхода к разработке математических моделей на примере модели процесса флотационного разделения суспензий.
2. Описание модуля взаимодействий в системе пузырьков – частица. Описание модуля изменения размеров пузырька. Описание модуля абсорбции смеси газов жидкостью.
3. Описание модуля десорбции газа из жидкости. Описание модуля транспорта твердой фазы. Последовательность и алгоритмы расчета уравнений математической модели. Примеры вычислительного эксперимента.
4. Алгоритм и принципы разработки универсального генератора случайных чисел для имитационного моделирования. Пример программы и результаты генераций последовательностей из 100, 1000 и 10000, псевдослучайных чисел, соответствующих заданному закону распределения.

#### **4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации**

##### Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«зачтено»	ОПК-2	<p>Демонстрирует высокий уровень знаний основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности.</p> <p>Анализирует закономерности развития современных информационно-коммуникационных технологий, дает оценку эффективности использования математических моделей в предметной области, прослеживает междисциплинарные связи</p> <p>Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано</p>
	ОПК-5	<p>Демонстрирует высокий уровень знаний современного состояния исследований и разработок соответствующего профиля и методы оценки результатов исследования, прослеживает междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин)</p> <p>В полном объеме владеет навыками применения методов оценки результатов исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях.</p> <p>Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.</p>
	ПК-4	<p>Свободно ориентируется в различных методах разработки новых математических моделей и алгоритмах</p> <p>В полном объеме владеет практическими навыками разработки различных алгоритмов и методов математического моделирования</p> <p>Демонстрирует высокий уровень знаний в области математического моделирования</p> <p>Определяет основные цели, задачи, методы разработки различных математических моделей и алгоритмов</p> <p>На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу</p>
	ПК-5	<p>В полном объеме владеет навыками принятия решений и способность нести ответственность за принятие решений.</p> <p>Демонстрирует умение применять способы и технологии решения стандартных и нестандартных задач.</p> <p>На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p>
«не зачтено»	ОПК-2	<p>Демонстрирует слабый уровень знаний основ современных информационно-коммуникационных технологий в исследовательской деятельности</p> <p>Не может анализировать закономерности развития современных информационно-коммуникационных технологий, дать оценку эффективности использования математических моделей в предметной области.</p> <p>Не может выделить междисциплинарные связи</p> <p>Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.</p>
	ОПК-5	<p>Демонстрирует слабый уровень знаний современного состояния исследований и разработок соответствующего профиля и методы оценки результатов исследования.</p> <p>Не может выделить междисциплинарные связи с дисциплинами: (добавить названия дисциплин)</p>

		Не может продемонстрировать владение навыками применения методов оценки результатов исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других учреждениях. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ПК-4	Не ориентируется в методах разработки новых математических моделей и алгоритмах Не может продемонстрировать знание и понимание в основных математических моделях и алгоритмах Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом
	ПК-5	Не может продемонстрировать владение навыками принятия решений и способность нести ответственность за принятие решений. Не может продемонстрировать умение применять способы и технологии решения стандартных и нестандартных задач. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

### 5.1 Основная литература

1. Осипова Н.В. Математическое моделирование объектов и систем управления [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Осипова Н.В.— Электрон. текстовые данные.— Москва: Издательский Дом МИСиС, 2019.— 67 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/98193.html>

2. Буйначев С.К. Применение численных методов в математическом моделировании [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Буйначев С.К.— Электрон. текстовые данные.— Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66195.html>

3. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450218>.

### 5.2 Дополнительная литература

1. Моделирование систем и процессов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 295 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01442-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451288>

2. Минаев Е.Н. Математическое моделирование в технической физике [Электронный ресурс]: учебник/ Минаев Е.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2019.— 267 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/99261.html>

3. Ивашкин, Ю.А. Мультиагентное моделирование в имитационной системе Simplex3 : учебное пособие / Ю.А. Ивашкин. – 2-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 361 с. : ил.,табл., схем. – (Учебник для высшей школы). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595424>

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-

техническое обеспечение: специальные помещения для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

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

### **Электронная информационно-образовательная среда**

<http://moodle.tsutmb.ru>

Взаимодействие преподавателя и аспиранта в процессе освоения дисциплины осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

#### **Лицензионное программное обеспечение:**

Операционная система Microsoft Windows 10 Home x64  
Autodesk AutoCAD 2019  
Autodesk Fusion360 2019  
Autodesk Maya 2019  
Adobe Photoshop CS3  
Microsoft Office Профессиональный плюс 2007  
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 1500-2499  
Node 1 year Educational Renewal Licence

#### **Информационные справочные системы и профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий):**

1. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ – URL: [http://  
http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/](http://http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/)
2. Электронная библиотека ТГУ – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru>
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - URL: <http://www.biblioclub.ru>
4. ЭБС «IPRbooks» - URL: <http://www.iprbookshop.ru>
5. ЭБС «Юрайт»: (ВО и СПО), включая коллекцию «Легендарные книги» - URL: [www.urait.ru](http://www.urait.ru)
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - URL: <http://elibrary.ru>
7. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» - URL: <https://нэб.рф>
8. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина - URL: <http://www.prilib.ru>
9. БД издательства SpringerNature
  - URL: <https://link.springer.com/>
  - URL: <https://materials.springer.com/>
  - URL: <https://zbmath.org/>
  - URL: <https://goo.gl/PdhJdo> - БД Nano
10. БД ScienceDirect - URL: <https://www.sciencedirect.com/>
11. БД Scopus - URL: <http://www.scopus.com>
12. БД Web of Science
  - URL: [WOS\\_GeneralSearch\\_input.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&SID](http://WOS_GeneralSearch_input.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&SID)

[=Q1qfWXliB25bAcrIBPM&preferencesSaved](#)

13. Архив научных журналов зарубежных издательств URL:  
<https://arch.neicon.ru>
14. Словари ABBYY Lingvo x3 Европейская версия – установлены стационарно на ПК ТГУ