

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 ФТД.2
«Искусственные нейронные сети»

Направление подготовки:

09.06.01 - ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

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

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 – демонстрация основных знаний, полученных при изучении понятийного аппарата математического моделирования, основных приемов и методов моделирования на примере систем искусственного интеллекта различного типа, формирование навыков использования математических методов моделирования в самостоятельной научно-исследовательской и педагогической деятельности, а так же 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 информационные и автоматизированные системы проектирования и управления в приложении к различным предметным областям:

- осуществлять анализ объекта исследования и формулировать задачу математического моделирования с учетом специфики объекта, вариантов классификации математических моделей и возможностей различных математических аппаратов;

- решать задачу структурной идентификации математической модели с использованием методов корреляционного и регрессионного анализа; с использованием законов, закономерностей и уравнений, используемых в предметной области объекта исследования;

- решать задачу параметрической идентификации математической модели с использованием современных компьютерных методов нелинейного программирования; осуществлять проверку адекватности математической модели объекту исследования с использованием методов математической статистики;

- выбирать программное и математическое обеспечение, обеспечивающее оптимальную по срокам и качеству реализацию математической модели на компьютере; уметь использовать соответствующие алгоритмы численных методов для реализации алгоритма работы всей математической модели;

- анализировать и интерпретировать результаты математического моделирования объекта исследования;

- участвовать в решении отдельных научно-исследовательских и научно-прикладных задач в области

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-1 Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности | Знает и понимает: - современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код 31 (ОПК-1) |
| | Умеет (способен продемонстрировать): - использовать современные методологические основы исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код У1 (ОПК-1) |
| | Владеет: - современным инструментарием и навыками исследовательской деятельности в сфере информатики и вычислительной техники Код В1 (ОПК-1) |
| ПК-1 Способность к разработке новых математических методов моделирования объектов и явлений | Знает и понимает: - основные методы и модели описания, оптимизации математического моделирования и ресурсов, закономерности в математических моделях Код 31 (ПК-1) |
| | Умеет (способен продемонстрировать): - использовать методы и модели описания оптимизации математического моделирования и ресурсов для создания математических моделей Код У1 (ПК-1) |
| | Владеет: - навыками использования численных методов и математических моделей и ресурсов для решения практических задач Код В1 (ПК-1) |
| ПК-2 Готовность к реализации эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента | Знает и понимает: - основные построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения Код 31 (ПК-2) |
| | Умеет (способен продемонстрировать): - использовать основные принципы построения алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ; виды комплексов программ, их особенности и способы построения; синтезировать математические модели предметной области. Код У1 (ПК-2) |
| | Владеет: - навыками решения задач, связанных с численными методами и комплексами |

| | |
|---|--|
| | программ. Код В1 (ПК-2) |
| ПК-3 Способность проводить комплексные исследования научных и технических проблем с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента | Знает и понимает: - основные методы и технологии проведения комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код 31 (ПК-3) |
| | Умеет (способен продемонстрировать): - осуществлять комплексные исследования с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код У1 (ПК-3) |
| | Владеет: - навыками применения методов и технологии проектирования комплексных исследований с применением современных технологий математического моделирования и вычислительного эксперимента Код В1 (ПК-3) |

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

Дисциплина «Искусственные нейронные сети» логически связана с такими дисциплинами, практиками, научными исследованиями, как:

ОПК-1 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, численные методы математического моделирования, Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Системы искусственного интеллекта; Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности);

ПК-1 Научно-исследовательская деятельность, подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Системы искусственного интеллекта;

ПК-2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ, Подготовка НКР (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук, Системы искусственного интеллекта;

ПК-3 Компьютерные среды для математического моделирования, Методы обработки экспериментальных данных и интерпретация натурного эксперимента, Системы искусственного интеллекта.

2. Место дисциплины в структуре ОП аспирантуры:

Дисциплина «Искусственные нейронные сети» является факультативной в учебном плане ОП по направлению подготовки 09.06.01 – «Информатика и вычислительная техника», направленность (профиль) – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Дисциплина «Искусственные нейронные сети» изучается в 3 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1 Объем 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) |
|--|---------------------------------------|---|
| Общая трудоёмкость дисциплины | 72 | 72 |
| <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:

| № тем | Название раздела/темы | Вид учебной работы, час. (очная/заочная) | | | | Формы текущего контроля |
|-------|---|---|-----|----|-----|-------------------------|
| | | Л | ПЗ | ЛЗ | СР | |
| 1. | Тема 1. Моделирование нейрона. Искусственные нейронные сети. | 1/1 | 2/- | - | 5/7 | коллоквиум |
| 2. | Тема 2. Понятие искусственного интеллекта. Цели создания искусственного интеллекта. | 1/1 | 1/- | - | 5/7 | собеседование |
| 3. | Тема 3. Интеллект биологических объектов. Высшая нервная деятельность живых организмов. | 1/1 | 1/ | - | 5/9 | коллоквиум |
| 4. | Тема 4. Как устроен интеллект биологических объектов? Устройство и многообразие нервных клеток. | 1/1 | 1/ | - | 5/5 | собеседование |
| 5. | Тема 5. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона. | 1/- | 1/ | - | 5/7 | коллоквиум |
| 6. | Тема 6. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона. | 1 | 1/ | - | 5/8 | собеседование |
| 7. | Тема 7. Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого и обратного распространения. | 1 | 1/ | - | 5/6 | коллоквиум |
| 8. | Тема 8. Алгоритмы обучения искусственных | 1 | 1/ | - | 5/7 | собеседование |

| | | | | | | |
|-----|--|---|----|---|-----|---------------|
| | нейронных сетей. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентных, методы Монте-Карло. | | | | | |
| 9. | Тема 9. Обучение искусственной нейронной сети по принципам «с учителем» и «без учителя». | 1 | 1/ | - | 5/7 | коллоквиум |
| 10. | Тема 10. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Моделирование психологического теста Л.А. Йовайши. | 1 | 1/ | - | 5/5 | собеседование |

Тема 1. Моделирование нейрона. Искусственные нейронные сети.

Лекция. Искусственные нейронные сети. Обучение искусственной нейронной сети. Использование аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач.

Практическое занятие.

1. Интеллект биологических объектов
2. Моделирование нейрона

Задания для самостоятельной работы:

1. Нечеткие алгоритмы: меры, автоматы, отношения предпочтения.
2. Нечеткие алгоритмы: цели, ограничения и решения, математического программирования, оптимизации.
3. Основы искусственных нейронных сетей. Биологический прототип.

Тема 2. Понятие искусственного интеллекта. Цели создания искусственного интеллекта.

Лекция. Цели создания искусственного интеллекта. Основные направления в моделировании систем искусственного интеллекта. Краткая история вопроса.

Практическое занятие.

1. Искусственные нейронные сети
2. Обучение искусственной нейронной сети

Задания для самостоятельной работы:

1. Искусственный нейрон. Архитектура сетей.
2. Многослойные искусственные нейронные сети. Рекуррентные сети.

Тема 3. Интеллект биологических объектов. Высшая нервная деятельность живых организмов.

Лекция. Высшая нервная деятельность живых организмов. Учение Ивана Петровича Павлова о высшей нервной деятельности. Условные и безусловные рефлексы.

Практическое занятие.

1. Использование аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач.

Задания для самостоятельной работы:

1. Обучение искусственных нейронных сетей. Персептроны.
2. Нейронные сети Хопфилда и Хэмминга.

Тема 4. Как устроен интеллект биологических объектов? Устройство и многообразие нервных клеток.

Лекция. Основные функции нервных клеток.

Практическое занятие.

1. Использование аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач

Задания для самостоятельной работы:

1. Нейронные сети и алгоритмы их обучения.
2. Обобщения и применения модели Хопфилда.

Тема 5. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона.

Лекция. Структура модели нейрона. Активационная функция нейрона. Виды активационных функций.

Практическое занятие.

1. Программа моделирования искусственных нейронных сетей NeuralNetworkConstructor – NNC. Ее структура, интерфейс и функциональные возможности. (Лабораторная работа №1).

Задания для самостоятельной работы:

1. Обучение слоя Кохонена.
2. Обучение слоя Гроссберга.

Тема 6. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона.

Лекция. Структура модели нейрона. Синаптические связи. Выбор коэффициентов синаптических связей.

Практическое занятие.

1. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС сложению чисел. Особенности работы ИНС. (Лабораторная работа №2).

Задания для самостоятельной работы:

1. Нейро-нечеткие технологии информационных систем
2. Методы группирования данных, классификации и кластеров.

Тема 7. Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого и обратного распространения.

Лекция. Нейронные сети прямого и обратного распространения. Искусственные нейронные сети. Основные свойства ИНС.

Практическое занятие.

1. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС умножению чисел. Особенности работы ИНС. (Лабораторная работа №3).

Задания для самостоятельной работы:

1. Эвристики, возможность и поисковые стратегии.
2. Распознавание образов и сходства.

Тема 8. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентных, методы Монте-Карло.

Лекция. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентных, методы Монте-Карло. Алгоритмы выбора структуры искусственной нейронной сети.

Постановка задачи обучения искусственной нейронной сети. Отрицательная обратная связь и принцип обратного распространения ошибки при обучении искусственной нейронной сети.

Практическое занятие

1. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС прогнозированию временных рядов. (Лабораторная работа №4).

Задания для самостоятельной работы:

1. Теория возможностей и смысла.
2. Другие методы нейро-нечетких технологий для построения информационных систем.

Тема 9. Обучение искусственной нейронной сети по принципам «с учителем» и «без учителя».

Лекция. Алгоритмы обучения ИНС Хебба. Нейронные сети Хепфилда и Хемминга.

Практическое занятие.

1. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС прогнозированию периодических временных рядов. (Лабораторная работа №5).

Задания для самостоятельной работы:

1. Эластичные нейро-нечеткие системы.
2. Введение в генетические алгоритмы и искусственную жизнь.

Тема 10. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Моделирование психологического теста Л.А.Йовайши.

Лекция. Моделирование психологического теста Л.А.Йовайши. Сравнение теста и его ИНС – модели. Возможности ИНС – моделирования в психологии. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Идентификация структуры и содержания трудноформализуемых понятий на основе ИНС. Алгоритм решения проблемы и его реализация.

Практическое занятие. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Обучение ИНС распознаванию образов букв русского алфавита. (Лабораторная работа №6).

Задания для самостоятельной работы:

1. Введение в системы, основанные на правилах и обучение на основе наблюдений.
2. Языки и технологии логического программирования: PROLOG, LISP.

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. Понятие искусственного интеллекта.
2. Цели создания искусственного интеллекта.
3. Основные направления в моделировании систем искусственного интеллекта. Краткая

история вопроса.

4. Как устроен интеллект биологических объектов? Высшая нервная деятельность живых организмов. Учение Ивана Петровича Павлова о высшей нервной деятельности. Условные и безусловные рефлексы.

5. Как устроен интеллект биологических объектов? Механизмы и основные условия образования условных рефлексов. Явления генерализации и обобщения.

Вопросы к собеседованию:

1. Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого и обратного распространения.
2. Искусственные нейронные сети. Основные свойства ИНС.
3. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентных, методы Монте-Карло.
4. Алгоритмы выбора структуры искусственной нейронной сети. Постановка задачи обучения искусственной нейронной сети.
5. Отрицательная обратная связь и принцип обратного распространения ошибки при обучении искусственной нейронной сети.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Вопросы зачета

1. Понятие искусственного интеллекта. Цели создания искусственного интеллекта. Основные направления в моделировании систем искусственного интеллекта. Краткая история вопроса.
2. Как устроен интеллект биологических объектов? Высшая нервная деятельность живых организмов. Учение Ивана Петровича Павлова о высшей нервной деятельности. Условные и безусловные рефлексы.
3. Как устроен интеллект биологических объектов? Механизмы и основные условия образования условных рефлексов. Явления генерализации и обобщения.
4. Как устроен интеллект биологических объектов? 1-я и 2-я сигнальные системы у животных. Их принципы действия и наблюдаемые результаты.
5. Как устроен интеллект биологических объектов? Устройство и многообразие нервных клеток. Основные функции нервных клеток.
6. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона. Активационная функция нейрона. Виды активационных функций.
7. Моделирование нейрона на компьютере. Структура модели нейрона. Синаптические связи. Выбор коэффициентов синаптических связей.
8. Искусственные нейронные сети. Нейронные сети прямого и обратного распространения.
9. Искусственные нейронные сети. Основные свойства ИНС.
10. Алгоритмы обучения искусственных нейронных сетей. Методы нелинейного программирования – безградиентные, градиентных, методы Монте-Карло.
11. Алгоритмы выбора структуры искусственной нейронной сети. Постановка задачи обучения искусственной нейронной сети.
12. Отрицательная обратная связь и принцип обратного распространения ошибки при обучении искусственной нейронной сети.
13. Обучение искусственной нейронной сети по принципам «с учителем» и «без учителя».
14. Алгоритмы обучения ИНС Хебба.
15. Нейронные сети Хепфилда и Хемминга.
16. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Моделирование психологического теста Л.А. Йовайши.

Сравнение теста и его ИНС – модели. Возможности ИНС – моделирования в психологии.

17. Примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Идентификация структуры и содержания трудноформализуемых понятий на основе ИНС. Алгоритм решения проблемы и его реализация (привести пример).

Типовые задания для зачета

1. Охарактеризуйте структуру, интерфейс и функциональные возможности программы моделирования искусственных нейронных сетей Neural Network Constructor – NNC.
2. Приведите примеры использования аппарата искусственных нейронных сетей для решения практических задач. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.
3. Опишите методику обучения искусственных нейронных сетей умножению чисел. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.
4. Опишите методику обучения искусственных нейронных сетей прогнозированию временных рядов. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.
5. Опишите методику обучения искусственных нейронных сетей прогнозированию периодических временных рядов. Перечислите особенности работы искусственных нейронных сетей.

4.4 Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

| Оценка | Компетенции | Дескрипторы (уровни) - основные признаки освоения (показатели достижения результата) |
|--------------|-------------|--|
| «зачтено» | ОПК-1 | Демонстрирует высокий уровень теоретических и экспериментальных исследований. |
| | ПК-1 | Демонстрирует высокий уровень знаний основных методов и моделей описания, оптимизации информационных процессов и ресурсов, закономерности в информационных потоках, дает оценку информационным процессам, прослеживает междисциплинарные связи Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано |
| | ПК-2 | В полной мере изучил сетевые информационные технологии ресурсов, в том числе разработал и изучил принцип организации и функционирования распределенных информационных систем. |
| | ПК-3 | Демонстрирует высокий уровень практических знаний в усовершенствовании прикладных автоматизированных информационных систем, ресурсов и технологий. |
| «не зачтено» | ОПК-1 | Не может продемонстрировать знание и понимание теоретических и экспериментальных исследований в области информационных систем. |
| | ПК-1 | Демонстрирует слабый уровень знаний основных методов и моделей описания, оптимизации информационных процессов и ресурсов, закономерности в информационных потоках Не может анализировать закономерности в информационных потоках, затрудняется дать оценку информационным процессам. |

| | | |
|--|------|---|
| | | Не может выделить междисциплинарные связи Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. |
| | ПК-2 | Не ориентируется в направлениях исследований информационных технологий Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом |
| | ПК-3 | Не ориентируется в информационном и иллюстративном материале (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.), не может анализировать и обобщать |

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература

1. Горожанина Е.И. Нейронные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горожанина Е.И.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017.— 84 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75391.html>.

2. Павлова А.И. Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Павлова А.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017.— 191 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/87110.html>.

3. Сырецкий, Г.А. Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления : практикум : в 3 частях : [16+] / Г.А. Сырецкий ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – Ч. 2. Нейросетевые системы. Генетический алгоритм. – 92 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576559>

Дополнительная литература

1. Барский А.Б. Искусственный интеллект и логические нейронные сети [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Барский А.Б.— Электрон. текстовые данные.— Санкт-Петербург: Интермедия, 2019.— 360 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/95270.html>.

2. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для среднего профессионального образования / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 157 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-11361-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/45573>.

3. Новиков, Ф. А. Символический искусственный интеллект: математические основы представления знаний : учебное пособие для вузов / Ф. А. Новиков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 278 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00734-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/>.

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/elektronnyij-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
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=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