

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.08.2023 16:05:38

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

## Intelligent software in geological system / Интеллектуальное программное обеспечение геологических систем

Закреплена за подразделением

Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна

Направление подготовки

09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Innovative software systems. Design, Development & Applications /  
Инновационные программные системы. Проектирование, разработка и  
применение

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

49

часов на контроль

27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	3 (2.1)		Итого	
	19			
Неделя	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Практические	51	51	51	51
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	49	49	49	49
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):  
*к.тн, доцент, Калитин Д.В.*

Рабочая программа

**Intelligent software in geological system / Интеллектуальное программное обеспечение геологических систем**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника, 09.04.01-МИВТ-23-7.plx Innovative software systems. Design, Development & Applications / Инновационные программные системы. Проектирование, разработка и применение, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника, Innovative software systems. Design, Development & Applications / Инновационные программные системы. Проектирование, разработка и применение, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна**

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Горбатов А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Цель дисциплины - дать студентам знания, умения и навыки по применению интеллектуальных технологий для разработки программного обеспечения поддержки процессов в горнодобывающей промышленности. Студенты получают знания в области нейронных сетей. Умения и навыки в области применения этого инструментария для решения задач, которые не были автоматизированы или были слабо автоматизированы в горном деле.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.09
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Computer-Aided Design of Software Systems / Автоматизированное проектирование программных систем	
2.1.2	Databases and Data Warehouses / Базы данных и хранилища данных	
2.1.3	Formulation of Requirements and Scope Definition for Innovative Information Systems / Формулировка требований и сфера определений для инновационных пр	
2.1.4	Machine learning / Машинное обучение	
2.1.5	Mathematics in Data Science / Математика в науке о данных	
2.1.6	Methods of research and modelling of information processes and technologies / Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий.	
2.1.7	Natural and artificial intelligence / Естественный и искусственный интеллект	
2.1.8	Research practice / Научно-исследовательская практика	
2.1.9	Tensor method of complex systems network models / Тензорная методология моделирования сложных систем	
2.1.10	Лидерство и управление командой проекта	
2.1.11	Data Science and Big data environment / Наука о данных и большие данные	
2.1.12	Introduction to Data Science / Введение в анализ данных	
2.1.13	Management of Quality / Менеджмент качества	
2.1.14	Modern methods of structural characterisation of micro- and nano-systems/Современные методы диагностики и исследования материалов, нано- и микросистем	
2.1.15	Object-oriented analysis and development. Development patterns using / Объектно-ориентированный анализ и разработка. Шаблонно-ориентированная разработ	
2.1.16	Project Management / Управление проектами	
2.1.17	Алгоритмизация и программирование	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Master's Thesis / Преддипломная практика	
2.2.2	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-2: Способен проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-2-31 Знать методы обучения нейронных сетей
<b>ОПК-5: Способен разрабатывать и модернизировать программное и аппаратное обеспечение информационных и автоматизированных систем</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5-31 Знать различные архитектуры нейронных сетей
<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-6-31 Знать функции оценки качества работы нейронной сети
<b>ПК-3: Способен к модернизации программного средства и его окружения</b>
<b>Знать:</b>
ПК-3-31 Знать стандартные примеры использования нейронных сетей

<b>ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>								
<b>Знать:</b>								
ПК-1-31 Знать современные подходы к использованию искусственных нейронных сетей в геологических системах								
<b>УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни</b>								
<b>Знать:</b>								
УК-6-31 Знать современные приложения систем искусственного интеллекта								
<b>ПК-3: Способен к модернизации программного средства и его окружения</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-3-У1 Уметь оценивать качество работы нейронной сети								
<b>ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>								
<b>Уметь:</b>								
ПК-1-У1 Уметь проводить сравнительный анализ литературных источников								
ПК-1-У2 Уметь готовить презентационные материалы по выполненной работе в соответствии со стандартами оформления научной документации								
<b>УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий</b>								
<b>Уметь:</b>								
УК-1-У1 выбирать архитектуру нейронной сети для решения конкретной инженерной задачи								
<b>УК-2: Способен интегрировать знания и принимать решения в сложных ситуациях, формулировать суждения на основе неполной или ограниченной информации, управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла</b>								
<b>Уметь:</b>								
УК-2-У1 формализовать задачу для последующего решения с помощью систем искусственного интеллекта								
<b>ОПК-6: Способен осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования, разрабатывать компоненты программно-аппаратных комплексов обработки информации и автоматизированного проектирования</b>								
<b>Уметь:</b>								
ОПК-6-У1 Уметь интерпретировать результаты работы нейронных сетей в различных задачах								
<b>ОПК-2: Способен проектировать и разрабатывать оригинальные алгоритмы и программные средства, в том числе с использованием современных интеллектуальных технологий, для решения профессиональных задач в условиях неопределенности и альтернативных решений в рамках междисциплинарных областей</b>								
<b>Уметь:</b>								
ОПК-2-У1 Уметь формализовать задачу с точки зрения нейроматематики								
<b>ПК-3: Способен к модернизации программного средства и его окружения</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-3-В1 Владеть навыками в области создания, модификации нейронных сетей для геологических систем								
<b>ПК-1: Способен к проведению научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем</b>								
<b>Владеть:</b>								
ПК-1-В1 Владеть методами анализа задач для их решения с помощью нейронных сетей								

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. История нейронных сетей</b>							

1.1	Основные понятия. Исторические моменты возникновения. Этапы развития. Причины появления математических моделей искусственных сетей. Модель МакКаллока-Питса. Книга Минского и Пайперта. Спад интереса к нейросетевым технологиям в 1960- 1970 гг. Возрождение исследований в области нейроматематики. Исследования Хебба, Гросберга, Кохонена и др. Современное состояние в области нейрокомпьютинга. Перспективы использования нейровычислений. /Лек/	3	3	ОПК-5-31 ПК-1-31 ПК-3-31 УК-6-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2		КМ1	
1.2	Проработка лекционного материала /Ср/	3	2	ОПК-5-31	Л1.1 Л1.2Л3.1			
	<b>Раздел 2. Формальная модель нейрона. Построение нейронной сети. Персептрон.</b>							
2.1	Формальный нейрон. Виды функций активации. Ограниченность модели формального нейрона. Примеры формализации различных задач. Задачи классификации. Распознавание букв алфавита. Прогнозирование одномерной функции. Аппроксимация многомерной функции. Формализация задачи. Выбор количества слоёв. Выбор количества нейронов в слое. Подготовка данных. Однослойный персептрон. Двухслойный, трёхслойный персептрон. Примеры применения персептронов. Способность нейронных сетей к обобщению. /Лек/	3	6	ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1		КМ1	
2.2	Проработка лекционного материала. Изучение библиотек для реализации многослойного персептрона. /Ср/	3	10	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-5-31 ПК-1-У1	Л1.1 Л1.2Л2.2Л3. 1 Э1			
	<b>Раздел 3. Сети Кохонена. Сеть встречного распространения.</b>							

3.1	Задача классификации. Алгоритмы классификации. Структура сети Кохонена. Особенности нейронов в сети Кохонена. Обучение слоя Кохонена. Обучение без учителя. Примеры обучения. Метод выпуклой комбинации. Примеры работы сети. Режимы работы сети Кохонена. Режимы аккредитации и интерполяции. Применение сети Кохонена для сжатия данных. Структура сети СВР. Слой Кохонена. Слой Гроссберга. Описание работы СВР. Обучение СВР. Сжатие данных. Пример работы СВР. /Лек/	3	7	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
3.2	Проработка лекционного материала. Поиск и изучение программных инструментов для реализации рассмотренных моделей искусственных нейронных сетей. /Ср/	3	12	ПК-1-У1 ПК-1-У2	Л1.1 Л1.2Л3.1 Э1			
<b>Раздел 4. Адаптивная резонансная теория.</b>								
4.1	Концепция. Проблема стабильности и пластичности. Сети АРТ-1. Сети АРТ-2. Структура сети АРТ. Слой распознавания. Латеральные и тормозящие связи. Слой сравнения. Функционирование сети АРТ. Положительные качества и недостатки АРТ. /Лек/	3	1	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2 Э1		КМ1	
4.2	Проработка лекционного материала. /Ср/	3	5	ОПК-2-31 ОПК-5-31 ОПК-6-31 ПК-1-31 ПК-3-31	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			
<b>Раздел 5. Синтез модели нейронной сети по заданной задаче.</b>								
5.1	Разработка математической и программной модели искусственной нейронной сети по заданным входным данным. /Пр/	3	51	ОПК-2-У1 ОПК-6-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 УК-1-У1 УК-2-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1			Р1
5.2	Формализация заданной задачи. Выбор и обоснование выбора модели искусственной нейронной сети. /Ср/	3	20	ПК-1-У1 ПК-1-У2 ПК-1-В1 ПК-3-У1 ПК-3-В1 УК-1-У1 УК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Э1			Р1

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Устные опросы в часы контактной работы	ОПК-6-31;ОПК-5-31;ОПК-2-31;УК-6-31;ПК-3-31;ПК-1-31	<p>1. What are neural networks? What is the result of neural networks modeling? Problems arising in modeling. Properties of biological and artificial neural networks. Method of artificial neural network implementation.</p> <p>2. Place of artificial neural networks among other problem-solving methods. Types of problems solvable using artificial neural networks. Shortcomings and limitations of artificial neural networks.</p> <p>3. Formal neuron. Types of activation function. Limitation of formal neuron model.</p> <p>4. Multilayer perceptron. Structure, operating algorithm. Steps of problem-solving using an artificial neural network.</p> <p>5. Formalization of problem conditions for NN. Input and output data preparation. Selection of layer number.</p> <p>6. Single-layer perceptron learning.</p> <p>7. Problem of XOR swap and its solution.</p> <p>8. Perceptron representability.</p> <p>9. Error back-propagation method.</p> <p>10. Network paralysis. Step selection based on parameters. Local minimums. Transient instability.</p> <p>11. Dynamical neuron addition. NN ability to generalization;</p> <p>12. Unsupervised learning. Network with linear reward.</p> <p>13. Problem of classification. Kohonen network.</p> <p>14. Learning of the Kohonen layer. Convex combination method.</p> <p>15. Kohonen network operating modes. NN application for data compression.</p> <p>16. Back-propagation network: Scheme, learning, properties.</p> <p>17. Genetic algorithms of NN learning: Positive and negative features.</p> <p>18. Relation between stability and plasticity in data storage. Network ART-1: Structure, description of network elements.</p> <p>19. ART-1 network functioning. Vector storage and classification by the network.</p>
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Практическая работа	ОПК-6-У1;ОПК-2-У1;УК-2-У1;УК-1-У1;ПК-3-У1;ПК-3-В1;ПК-1-У1;ПК-1-У2;ПК-1-В1	Разработка математической и программной модели искусственной нейронной сети по заданным входным данным

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из 2х вопросов:

1. What are neural networks? What is the result of neural networks modeling? Problems arising in modeling. Properties of biological and artificial neural networks. Method of artificial neural network implementation.
2. Place of artificial neural networks among other problem-solving methods. Types of problems solvable using artificial neural networks. Shortcomings and limitations of artificial neural networks.
3. Formal neuron. Types of activation function. Limitation of formal neuron model.
4. Multilayer perceptron. Structure, operating algorithm. Steps of problem-solving using an artificial neural network.
5. Formalization of problem conditions for NN. Input and output data preparation. Selection of layer number.
6. Single-layer perceptron learning.
7. Problem of XOR swap and its solution.
8. Perceptron representability.
9. Error back-propagation method.
10. Network paralysis. Step selection based on parameters. Local minimums. Transient instability.
11. Dynamical neuron addition. NN ability to generalization;
12. Unsupervised learning. Network with linear reward.
13. Problem of classification. Kohonen network.
14. Learning of the Kohonen layer. Convex combination method.
15. Kohonen network operating modes. NN application for data compression.
16. Back-propagation network: Scheme, learning, properties.
17. Genetic algorithms of NN learning: Positive and negative features.
18. Relation between stability and plasticity in data storage. Network ART-1: Structure, description of network elements.
19. ART-1 network functioning. Vector storage and classification by the network.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Экзаменационная оценка:

Оценка "отлично" выставляется студенту, полностью ответившему на два теоретических вопроса экзаменационного билета, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, предусмотренного программой; усвоившему основную и знакомому с дополнительной литературой по программе; умеющему творчески и осознанно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоившему взаимосвязь основных понятий и умеющему применять их к анализу и решению практических задач; безупречно выполнившему в процессе изучения дисциплины все задания, предусмотренные формами текущего контроля;

Оценки "хорошо" заслуживает студент, ответивший полностью на два вопроса экзаменационного билета и не ответивший или ответивший частично на другой вопрос, при этом обнаруживший полное знание учебного материала, предусмотренного программой; успешно выполнивший все задания, предусмотренные формами текущего контроля;

Оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, ответившему на один теоретический вопрос экзаменационного билета, или на два вопроса, но допустив погрешности в ответе;

Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, не ответившему ни на один вопрос экзаменационного билета, обнаружившему пробелы в знании основного материала, предусмотренного программой, допустившему принципиальные ошибки в ответах; не выполнившему отдельные задания, предусмотренные формами текущего контроля.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Галушкин А. И.	Нейронные сети: основы теории: монография	Библиотека МИСиС	М.: Горячая линия - Телеком, 2010
Л1.2	Калитин Д. В.	Artificial neural networks (N 3052): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2018

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Яхьяева Г. Э.	Основы теории нейронных сетей	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л2.2	Калитина О. С.	Автоматизированное логическое проектирование трехзначного сотового нейрона для управления горным роботом-манипулятором: учеб. пособие для студ. спец. САП?	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2007

#### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
--	---------------------	----------	------------	-------------------

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.1	Петровичев Е. И.	Введение в искусственные нейронные сети: учеб. пособие по дисц. "Нейротехнологии в управлении"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2008

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Онлайн симулятор работы нейронной сети. [Электронный ресурс] Режим доступа: <a href="https://playground.tensorflow.org/">https://playground.tensorflow.org/</a> свободный	<a href="https://playground.tensorflow.org/">https://playground.tensorflow.org/</a>		
----	---	---	--	--

#### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Visual Studio 2015			
П.2	Microsoft SQL server 2016			
П.3	Microsoft Office			
П.4	LMS Canvas			
П.5	MS Teams			
П.6	Python			
П.7	ОС Linux (Ubuntu) / Windows			

#### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:			
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>			
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>			
И.4	— Российская Государственная библиотека <a href="https://www.rsl.ru">https://www.rsl.ru</a>			
И.5	— Единое окно доступа к информационным ресурсам <a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>			
И.6	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):			
И.7	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И.8	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>			
И.9	— наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>			
И.10	— научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>			

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
Л-538а	Учебная аудитория:	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, стационарные компьютеры 10 шт., комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Л-529	Компьютерный класс	доска аудиторная маркерная, комплект учебной мебели на 32 рабочих места, 22 ПК
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В соответствии с расписанием занятий студенты самостоятельно прорабатывают материал выданный перед очередной лекцией (читают литературу, проводят поисковые исследования в сети Internet). Перед выполнением практических работ, студенты знакомятся с работой и самостоятельно прорабатывают необходимый материал. После выполнения работ, студенты самостоятельно проводят анализ проделанной работы и готовят отчёты по ним.