

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Институт информационных технологий и анализа данных»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании Совета института ИТиАД им. Е.И.Попова

Протокол №8 от 24 февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН»

Направление: 09.03.02 Информационные системы и технологии

Информационные системы и технологии в административном управлении

Квалификация: Бакалавр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой электронной подписью Составитель программы: Хритова Мария Анатольевна Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Утвердил: Говорков Алексей Сергеевич Дата подписания: 19.06.2025

Документ подписан простой электронной подписью Согласовал: Аршинский Вадим Леонидович Дата подписания: 18.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Технологии блокчейн» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКС-1 Способен проводить научные исследования при разработке, внедрении и сопровождении информационных технологий и систем на всех этапах жизненного цикла	ПКС-1.7

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКС-1.7	Способен использовать блокчейн технологии	Знать предпосылки и историю возникновения технологии блокчейн; основы криптографии; принцип работы технологии Blockchain; принцип работы алгоритмов консенсуса; специфику работы блокчейн-платформ Bitcoin, Ethereum; примеры реализованных проектов. Уметь разрабатывать архитектуру блокчейн-проектов; анализировать необходимые технические решения для реализации; создавать и запускать в блокчейн-сети смартконтракты; ставить задачи для разработки блокчейн-проектов; выдвигать идеи проектов с применением технологии. Владеть техническими терминами; основными навыками для создания проектов с применением технологии блокчейн; технологией создания проектов на платформе Ethereum.

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Технологии блокчейн» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Программирование на языке высокого уровня», «Математическая логика и дискретная математика», «Информатика», «Базы данных»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика», «Проектирование информационных систем», «Проектная деятельность»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 3 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины	108	108
Аудиторные занятия, в том числе:	48	48
лекции	16	16
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	32	32
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	60	60
Трудоемкость промежуточной аттестации	0	0
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 6

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в технологию распределенных реестров	1	2			1	8	1, 2, 3	24	Тест, Доклад
2	Введение в криптоматематик у распределенных реестров	2	2					3	2	Тест
3	История появления технологии блокчейн. Система Биткоин	3	2			2	8	2, 3	10	Отчет, Тест
4	Архитектура сети Блокчейн	4	2					3	2	Тест
5	Консенсус	5	2					3	2	Тест
6	Виды алгоритмов консенсуса	6	4					3	2	Тест
7	Платформа Ethereum и другие блокчейн-проекты	7	2			3, 4	16	2, 2, 3	18	Тест, Отчет
	Промежуточная аттестация									Зачет с оценкой
	Всего		16				32		60	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 6

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в технологию распределенных реестров	Введение в технологию распределенных реестров. Централизованные и децентрализованные институты. Преимущества и недостатки распределенных реестров. Блокчейн на карточках. Блокчейн на практике.
2	Введение в криптоматематику распределенных реестров	Введение. Простейшие шифры. Шифр Цезаря. Ассиметричный шифр. Примеры ассиметричных шифров. Хэш-функция: свойства, применение. Математика блокчейна.
3	История появления технологии блокчейн. Система Биткоин	История появления: предпосылки создания технологии, первые прототипы криптовалюты. Характеристики системы Биткоин. Принцип работы технологии блокчейн. Принцип работы системы Биткоин. Криптовалюта биткоин: особенности, устройство биткоин-адреса.
4	Архитектура сети Блокчейн	Одноранговая пиринговая сеть. Архитектура сети. Анатомия транзакции в системе Биткоин. Классификация узлов сети. Виды блокчейн-сетей. Типы доступа к блокчейн-сетям.
5	Консенсус	Понятие консенсуса. Алгоритм и протокол консенсуса. Задача о византийских генералах. Атаки на блокчейн-сети. Алгоритм консенсуса доказательства выполнения работы. Понятие майнинга и принцип работы. Майнинговые фермы, революция вычислителей. Криптоджекинг или скрытый майнинг.
6	Виды алгоритмов консенсуса	Алгоритм доказательства доли владения: предпосылки возникновения, принцип работы. Сравнение алгоритмов консенсуса Proof of Work и Proof of Stake. Алгоритмы семейства "византийская отказоустойчивость". Алгоритмы семейства "потомки Proof of Stake". Алгоритмы семейства "потомки Proof of Work". Алгоритмы семейства "альтернативные решения". Криптовалюта. Токен. Биржи и криптовалютные миксеры. Электронный кошелек.
7	Платформа Ethereum и другие блокчейн-проекты	Предпосылки создания платформы Ethereum. Криптовалюта платформы Ethereum. Функциональные возможности платформы Ethereum. Умные контракты, газ, EVM. Стандарты токенов Ethereum. Проекты, использующие платформу Ethereum. SingularityNET. Сравнение системы Bitcoin и платформы Ethereum. Анатомия транзакции в сети Ethereum. Блокчейн-проекты и криптовалюты.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 6

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Обзор технологии блокчейн	8
2	Разработка блокчейн на Python	8
3	Разработка смарт-контракта и развертывание на платформе Ethereum	8
4	Разработка собственного ICO-проекта	8

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 6

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к зачёту	14
2	Подготовка к практическим занятиям	32
3	Тестирование по разделам дисциплин	14

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: групповая дискуссия, разбор конкретных ситуаций, компьютерная симуляция, лекция-беседа

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

Онлайн курс "Блокчейн: архитектура и принцип работы". Режим доступа:
https://openedu.ru/course/spbu/BLOCK_ARCH/?session=spring_2024_istu

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Онлайн курс "Занимательный блокчейн". Режим доступа:
<https://openedu.ru/course/spbu/ENTERBLOCK/>

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 6 | Отчет

Описание процедуры.

Выполнение практических заданий № 2, 3 и 4 состоит из двух частей: необходимо выполнить практическое задание и подготовить и защитить отчет. Реализация решения практического задания осуществляется рекомендованными языками программирования (Python, Solidity) и средами разработки (PyCharm, IDE Remix). В ходе выполнения практического задания студент должен применить теоретические знания по соответствующей теме, полученные в ходе изучения курса, а также приобрести

практические навыки разработки блокчейн-приложений и применения блокчейн-технологий. Подготовка отчета необходима для закрепления полученных знаний и навыков. Для успешной сдачи необходимо продемонстрировать работу разработанного программного решения (собственный блокчейн, смарт-контракт), подготовить и защитить отчет.

Список тем контрольных вопросов для защиты отчета:

Практическое занятие 2: Разработка блокчейн на Python

1. Принцип работы Блокчейна.
2. Структура блока в Блокчейне.
3. Структура транзакций в блоке.
4. Хэш-функция, реализация и применение.
5. Понятие консенсуса. Используемый алгоритм консенсуса.
6. Реализация базового Proof of Work.

Практическое занятие 3: Разработка смарт-контракта и развертывание на платформе Ethereum

1. Понятие умного контракта.
2. Преимущества и недостатки смарт-контрактов.
3. Платформа Ethereum.
4. Анатомия транзакции в сети Ethereum.
5. Понятие Газа, оценка.
6. Написание смарт-контракта на языке Solidity.

Практическое занятие 4: Разработка собственного ICO-проекта

1. Сущность и формы ICO.
2. Оформление ICO через различные правовые конструкции.
3. Основные этапы ICO-проекта.
4. Отличие проектов ICO и IEO.
5. Пример ICO-проекта.

Критерии оценивания.

В процессе защиты отчета по практическому занятию, студенту задаются контрольные вопросы теоретического и практического характера, соответствующие теме работы. Для успешной защиты отчета студенту необходимо дать краткое изложение основных результатов полученных в ходе выполнения задания, устно ответить на вопросы. Успешная защита отчета является необходимым условием для выставления оценки "зачтено" по соответствующему практическому занятию.

6.1.2 семестр 6 | Доклад

Описание процедуры.

В ходе выполнения практического занятия №1 необходимо выполнить индивидуальное задание. По выбранной теме студенту необходимо самостоятельно найти информацию из дополнительных источников, изучить найденный материал, составить и презентовать доклад. Доклад оформляется в виде презентации. Временные ограничения - 10 мин. Список возможных тем для доклада:

1. История Блокчейна.
2. Применение блокчейн технологий. Реальные интересные проекты.
3. Блокчейн как технология в основе Биткойна. Таксономия блокчейнов.
4. Основы криптографии (Криптография с открытым ключом, RSA, ElGamal.

Эллиптические кривые.

5. Инфраструктура криптографии с открытым ключом.

6. Существующие инфраструктурные консорциумы для блокчейн. Их особенности и направления разработок.

7. Основные роли блокчейн-пользователей. Мотивация агентов.

8. Консенсус. Правила, история, ценность. Виды и механизмы консенсусов.

9. Proof-of-work - парадоксы майнинга. Технические особенности. Преимущества и недостатки.

10. Алгоритм консенсуса Proof of Stake.

11. Языки программирования для блокчейна (Solidity, Vyper, синтаксис, примеры)

12. Hyperledger. Существующие проекты, их направления развития. Примеры использования.

13. Блокчейн платформа Ethereum.

14. Обзор популярных платформ создания блокчейна.

15. Алгоритм разработки блокчейна на любом языке программирования.

16. Смарт-контракт. Разработка смарт-контракта. Примеры реализаций.

17. Хэш-функция. Хэширование. Реализация на языках программирования, примеры.

18. Виды атак на блокчейн-сеть.

Критерии оценивания.

В процессе защиты доклада по практическому занятию, студенту задаются вопросы по соответствующей теме работы. Для успешной защиты доклада студенту необходимо достоверно и в достаточной мере презентовать подготовленный материал, устно ответить на дополнительные вопросы. Успешная защита доклада является необходимым условием для выставления оценки "зачтено" по соответствующему практическому занятию.

6.1.3 семестр 6 | Тест

Описание процедуры.

После изучения каждой темы дисциплины студенту необходимо выполнить контрольное тестирование по соответствующему разделу дисциплины. Тест включает 10-15 вопросов с возможными несколькими вариантами ответов.

Примеры вопросов теста по теме "Архитектура сети Блокчейн":

1. Выберите верное утверждение:

- a) Технология распределенных реестров - частный случай технологии блокчейн
- b) Технология блокчейн - частный случай технологии распределенных реестров

2. Выберите верные утверждения:

- a) Новые транзакции рассылаются всем узлам;
- b) Новые транзакции всегда находятся только у 1 центрального узла;
- c) Узлы-майнеры объединяют пришедшие транзакции в пулы;
- d) Узлы-майнеры объединяют пришедшие транзакции в блок;
- e) Узлы-майнеры пытаются подобрать хэш блока, удовлетворяющий текущей сложности;
- f) Узлы принимают блок, только если все транзакции в нем корректны и не используют уже потраченные средства;
- g) Свое согласие с новыми данными узлы выражают останавливая работу

3. Что происходит в системе в случае раздвоения цепи блоков?

- a) Сеть прекращает работу
- b) Ноды прекращают синхронизацию
- c) Сеть продолжает работу в нормальном режиме и работает над удлинением одной из версий цепи

- d) Сеть разделяется на два новых направления
4. Каких типов бывают полные узлы:
- a) Упрощенные
 - b) Архивные
 - c) Легкие узлы
 - d) Мастер-узлы
 - e) Контрольные узлы
 - f) Узлы-майнеры
 - g) Авторитетные узлы
 - h) Скоростные узлы
5. Форк - это
- a) разветвление существующей системы на основную и дочернюю
 - b) возможность создания двух параллельных одинаковых веток блокчейн-сети
 - c) изменение правил, определяющих способ проверки корректности блока, его валидации посредством изменения исходного программного кода
6. Какие типы организации и подключения к блокчейн-сети существуют?
- a) Публичный блокчейн
 - b) Публичный блокчейн с разрешениями
 - c) Закрытый блокчейн с ограничениями
 - d) Закрытый блокчейн
 - e) Блокчейн-сети консорциума
 - f) Закрытые блокчейн-сети консорциума
 - g) Закрытые публичные сети

Критерии оценивания.

При оценивании выполненного теста студента, подсчитывается количество правильных ответов. Для получения оценки "удовлетворительно" необходимо правильно ответить на 60-70% вопросов, оценки "хорошо" - 70-80%, оценка "отлично" выставляется при правильном ответе на 80% и более вопросов.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКС-1.7	Демонстрирует полученные знания и навыки применения технологии блокчейн на практических примерах.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий.

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 6, Типовые оценочные средства для проведения дифференцированного зачета по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Зачет ставится по результат выполнения практических заданий, посещения лекций, по результатам выполненных тестов и ответов на вопросы из билета к зачету. Для допуска к зачету должны быть выполнены и защищены все практически задания за семестр, сданы все тесты по по разделам дисциплины с минимальной оценкой "удовлетворительно". На зачете студент должен устно ответить на вопросы билета.

Студент вправе не отвечать на вопросы билета и получить зачет по дисциплине, если он пропустил не более одной лекции по дисциплине в течение семестра, активно работал в ходе практических занятий. Оценка выставляется как среднее значение по результатам сданных тестов.

Список вопросов к зачету:

1. Предпосылки создания технологии Блокчейн. Хронология появления децентрализованной платежной системы.
2. Хэш-функция. Особенность. Свойства. "Лавинный эффект".
3. Первые прототипы криптовалюты.
4. Электронная цифровая подпись. Метод шифрования RSA. Схемы шифрования (симметричное, ассиметричное).
5. Первые прототипы криптовалюты. Проект Хэла Финни RPoW, протокол Ника Сабо BitGold.
6. Характеристики системы Биткоин.
7. Принцип работы технологии Блокчейн. Использование функции хэширования в системе Блокчейн. Пример.
8. Принцип работы системы Биткоин. Приватный ключ. Открытый ключ. Алгоритм консенсуса доказательства выполнения работы. Хэш-дерево или дерево Меркла.
9. Криптовалюта биткоин. Особенности. Эмиссия биткойна. Награда за создание блока. Причины ценности валюты биткоин.
10. Устройство биткоин-адреса. Форматы. Алгоритм получения биткоин-адреса.
11. Одноранговая пиринговая сеть. Общий принцип работы таких сетей. Преимущества. Терминология и соответствующая терминология для блокчейн-сетей . Известные проекты, протоколы.
12. Архитектура сети Блокчейн. Категории узлов, их функциональные отличия и возможности. Правила работы сети. Пул транзакций.
13. Анатомия транзакции в системе Биткоин. (Основной блок, блоки in, out).
14. Категории узлов в блокчейн-сетях (узлы консенсуса, узлы аудита, легкие клиенты, скоростные узлы). Деление узлов по функциональным возможностям (полные: упрощенные и архивные (мастер-узлы, узлы майнеры, авторитетные узлы)).
15. Виды блокчейн-сетей. Форк. Типы форков (софтфорк, хардфорк). Причины для проведения форка. Улучшения сети относящиеся к софтфорку, изменения сети характерные при хардфорке. Примеры форков.
16. Типы доступа к блокчейн-сетям. 4 принципиально разных типа организации и подключения блокчейн-сети.
17. Понятие консенсуса. Протокол консенсуса. Алгоритм консенсуса.
18. Задача о византийских генералах. Византийские ошибки. Византийская отказоустойчивость.
19. Атаки на блокчейн-сети. Группы атак (на уровне создания блока, на уровне сети, на

уровне пользователя). Атака 51%. Атака изменения системного времени. Атака Двойная трата цифровой валюты (Race / Finney / Vector 76/ изменение историй транзакций). Атака Сивилы/ Затмения/ отказ в обслуживании / атака в виде форков / атака манипуляции с транзакциями.

20. Алгоритм консенсуса доказательства выполнения работы. История создания. Главные принципы работы сети с данным алгоритмом. Хэш, число Nonce, Target. Сложность сети, хэшрейт.

21. Понятие майнинга и принцип работы. Майнер, процесс майнинга. Эволюция майнингового оборудования. Ферма, пулы.

22. Алгоритм доказательства доли владения. (Проект Вей Дая B-money - прародитель алгоритма PoS). Принцип работы алгоритма. Форжинг, митинг.

23. Сравнение алгоритмов консенсуса Proof of Work и Proof of Stake.

24. Алгоритмы консенсуса семейства "византийская отказоустойчивость" (BFT, FBA, PBFT, DBFT, SBFT).

25. Алгоритмы консенсуса семейства "потомки Proof of Stake" (DPoS, LPoS, PoA, PoI, PoWeight).

26. Алгоритмы консенсуса семейства "потомки Proof of Work" (PoB, PoET, PoC, PoActivity).

27. Алгоритмы консенсуса "альтернативные решения". PoR, DAG.

28. Криптовалюта в сравнении с фиатными деньгами. Законодательное регулирование криптовалют. Токен, токенизация. Биржи и криптовалютные миксеры.

29. Электронный кошелек. Ключи. Виды криптовалютных кошельков.

30. Предпосылки создания платформы Ethereum. Хардфорки системы Эфириум.

31. Криптовалюта платформы Ethereum. Особенности, эмиссия. Разбиение криптовалюты.

32. Функциональные возможности платформы Ethereum. ICO, IEO. DApp. Характеристики и виды децентрализованных приложений. DAO.

33. Умные контракты, газ, EVM. Преимущества и недостатки смарт-контрактов. Стандарты токенов Ethereum.

34. Проекты, использующие платформу Ethereum. OmiseGO/ Golem / Maker. Проект SingularityNET.

35. Общее сравнение системы Bitcoin и платформы Ethereum.

36. Анатомия транзакции в сети Ethereum. Типы транзакций в сети Эфириум.

37. Blockchain-проекты и криптовалюты. проекты Ripple, BitcoinCash, Litecoin, EOS, TRON и др. (на выбор 3 проекта).

38. Распределенные реестры в нефинансовых приложениях (примеры областей использования).

Пример задания:

Типовой билет к зачёту:

Вопрос 1:

Предпосылки создания технологии Блокчейн. Хронология появления децентрализованной платежной системы.

Вопрос 2:

Анатомия транзакции в сети Ethereum. Типы транзакций в сети Ethereum.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительн о	Неудовлетворительно
Глубокое	хорошее	понимание	наличие грубых

понимание теоретических основ технологии блокчейн, отличные знания основных понятий, грамотное и логически стройное изложение материала при ответах на все вопросы из билета, знание дополнительно рекомендованной литературы.	понимание теоретических основ технологии блокчейн и знания основных понятий, незначительные неточности при ответах на заданные вопросы.	теоретических основ технологии блокчейн с незначительными пробелами, знания только самых основных понятий, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных вопросов, необходимость наводящих вопросов для получения верного ответа от студента.	ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.
--	---	---	--

7 Основная учебная литература

1. Говорков А.С. онлайн курс «Применение блокчейна в научных исследованиях». Режим доступа: <https://el.istu.edu/course/view.php?id=6269>
2. Параллельные вычисления на GPU. Архитектура и программная модель CUDA: учебное пособие для вузов / А.В. Боресков [и др.]. - Москва: Изд-во МГУ им. М.В. Ломоносова, 2012.
3. Тапскотт Д. Технология блокчейн: то, что движет финансовой революцией сегодня: пер. с англ. / Д. Тапскотт, А. Тапскотт. - Москва: Эксмо, 2017.
4. Григорьев С.В. Онлайн курс "Распределённые вычисления и блокчейн-приложения". Режим доступа: <https://el.istu.edu/enrol/index.php?id=7417>
5. Онлайн курс "Блокчейн: архитектура и принцип работы". Режим доступа: https://openedu.ru/course/spbu/BLOCK_ARCH/?session=spring_2024_istu

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Сковиков А. Г. Цифровая экономика. Электронный бизнес и электронная коммерция : учебное пособие для вузов / А. Г. Сковиков, 2021. - 260.
2. Блокчейн в платежных системах, цифровые финансовые активы и цифровые валюты : учебное пособие для магистратуры / под редакцией Т. Э. Рождественской, А. А. Ситника, 2022. - 128.
3. Криптографические основы блокчейн-технологий / Е. А. Ищукова [и др.], 2022. - 302.
4. Баланов А. Н. Блокчейн : учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов, 2024. - 212.
5. Петренко А. С. Квантово-устойчивый блокчейн / А. С. Петренко, 2023. - 320.
6. Свон М. Блокчейн: Схема новой экономики. - М.: Олимп-Бизнес, 2017.

7. Mukhopadhyay M. Ethereum Smart Contract Development: Build Blockchain-based Decentralized Applications Using Solidity / M. Mukhopadhyay, 2018. - 278.
8. Bashir I. Mastering Blockchain. Distributed Ledger Technology, Decentralization, and Smart Contracts Explained / I. Bashir, 2018. - 647.
9. Kulkarni K. Learn Bitcoin and Blockchain. Understanding Blockchain and Bitcoin Architecture to Build Decentralized Applications / K. Kulkarni, 2018. - 91.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Свободно распространяемое программное обеспечение Интегрированная среда разработки Remix IDE
2. Свободно распространяемое программное обеспечение Кроссплатформенная интегрированная среда разработки PyCharm (Python). Версия PyCharm Community Edition.

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютер "i5-4440(3.1)/8Gb/500Gb/VGA/23"" или аналогичный по техническим характеристикам: не менее 30 шт.
2. Проектор Epson EB-460i LCD или аналогичный по техническим характеристикам