

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Университет «Дубна»
(филиал «Протвино» государственного университета «Дубна»)

Кафедра «Информационные технологии»

УТВЕРЖДАЮ
Директор

_____ А.А. Евсиков

« 30 » июня 2023г.

Рабочая программа дисциплины

Нейрокомпьютерные системы

наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки
**09.03.01 – «Информатика и вычислительная
техника»**

код, наименование

Уровень высшего образования
бакалавриат

бакалавриат, магистратура, специалитет

Направленность (профиль) образовательной программы
**«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизирован-
ных систем»**

Форма обучения
очная, заочная

очная, очно-заочная, заочная

Протвино, 2023 г.

Автор программы:

Маков П.В., доцент, к.т.н., доцент, кафедра «Информационные технологии»

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом высшего образования и учебным планом по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Программа рассмотрена на заседании кафедры «Информационные технологии»

Протокол заседания № 11 от « 20 » июня 2023 г.

Заведующий кафедрой _____ / Нурматова Е.В./
(подпись) (фамилия, имя, отчество)

Рецензент:

Оглавление

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)	4
3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП	4
4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников).....	4
5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	5
6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий	5
7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)	7
8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения.....	7
9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	7
10 Ресурсное обеспечение	Ошибка! Закладка не определена.
11 Язык преподавания	13

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целью курса “Нейрокомпьютерные системы” является подготовка будущего бакалавра к участию во всех фазах исследования, разработки, создания и применения управляющих систем, основанных на использовании искусственных нейронных сетей.

В задачи дисциплины входит теоретическая и практическая подготовка студентов к новым условиям работы в информационном обществе. В ходе освоения дисциплины “Нейрокомпьютерные системы” решаются следующие основные задачи: изучение основных положений теории искусственных нейронных систем, изучение математических основ построения нейрокомпьютерных систем, практическое решение задач с помощью нейронных сетей, рассматриваются прикладные аспекты нейронных систем.

2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля) являются:

- автоматизированные системы обработки информации и управления;
- системы автоматизированного проектирования и информационной поддержки жизненного цикла промышленных изделий.

3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ОД.10 «Нейрокомпьютерные системы» входит в обязательные дисциплины вариативной части блока дисциплин учебного плана.

Программа дисциплины “Нейрокомпьютерные системы” содержит структуру курса, посвященного изучению теоретических и практических основ нейрокомпьютерных систем.

Приступая к изучению дисциплины “Нейрокомпьютерные системы” студент должен иметь знания и навыки по дисциплинам “Математический анализ”, “Алгебра и геометрия”, “Теория вероятностей и математическая статистика”, “Информатика”, “Программирование на языке высокого уровня”.

После освоения дисциплины “Нейрокомпьютерные системы” студент будет подготовлен к изучению дисциплин “Системы промышленной автоматизации”, “Человеко-машинное взаимодействие”, работе над выпускной квалификационной работы и последующей работе на предприятии в качестве инженера по профилю подготовки “Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем”.

4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень (этап) освоения) (последний – при наличии в карте компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности</i>	<i>Знать:</i> – основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем <i>Уметь:</i> – использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ <i>Владеть:</i>

	– навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач
--	---

*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- «Архитектор программного обеспечения» №67 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 11.04.2014 г. №228н);
- «Администратор баз данных» №146 (приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 17 сентября 2014 г. №647н)

5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых:

51 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:

34 часов – лекционные занятия;

17 часа – практические занятия.

57 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:											
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них								Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.	Всего
VII семестр													
Нейронные сети и их характеристики.		2							2				
Модели нейронов.		2		1					3		23	28	
Архитектура нейронных сетей.		2		1					3	1			
Общие принципы обучение нейронных сетей.		2		2					4	1			
Нейронные сети с пороговой функцией активации.		2		1					3	1			
Линейные НС.		2		1					3	1			
Многослойные нейронные сети.		4							4	1	23	27	
Алгоритм обратного распространения ошибок для обучения многослойных нейронных сетей.		4		2					6	1			
Нейронные сети с радиальными базисными функциями.		2		1					3	1			
Рекуррентные и самоорганизующиеся нейронные сети.		4		2					6	1			
Элементы глобальной оптимизации.		4		2					6	1			
Нейронные экспертные системы.		2		2					4	1		1	
Прикладные нейронные системы.		2		2					4	1		1	
Промежуточная аттестация <u>зачет</u> (указывается форма проведения)**													
Итого		34		17					51	11	46	57	

*Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

** Промежуточная аттестация может проходить как в традиционных формах (зачет, экзамен), так и в иных формах: балльно-рейтинговая система, защита портфолио, комплексный экзамен, включающий выполнение практических заданий (возможно наряду с традиционными ответами на вопросы по программе дисциплины (модуля)).

7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Методические указания к практическим занятиям

Тематика практических задач:

1. Создание и обучение нейронных сетей;
2. Разделение классов с помощью НС;
3. Аппроксимация функций с помощью НС;
4. Моделирование ассоциативной памяти с помощью сети Хопфилда.

Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий

Решение практических задач с помощью НС.

Методические указания для самостоятельной работы обучающихся и прочее

<i>№ п/п</i>	<i>№ раздела дисциплины</i>	<i>Содержание самостоятельной работы</i>	<i>Трудоемкость</i>
1	3-13	Выполнение текущих домашних заданий	11
2	2-7	УО2.1. Доклад по теме разделов 2-7	23
3	8-11	УО2.2. Доклад по теме разделов 8-11	23

8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

Перечень обязательных видов учебной работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение практических задач и заданий на практических занятиях;
- выполнение устных сообщений

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий).

Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
VII семестр	Лекционные занятия	Решение практических задач с помощью НС, разбор конкретных ситуаций.	34
Всего:			34

9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

Полная карта компетенций ПК-3 приведена в документе «Матрица формирования компетенций» по направлению бакалавриата 09.03.01 Информатика и вычислительная техника»

- Описание шкал оценивания.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения.

В течение VII семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	35
2	Подготовка доклада/сообщения (УО2.1)	20
3	Подготовка доклада/сообщения (УО2.2)	20
4	Аудиторные занятия (посещение)	25
Итого:		100

Максимальное количество баллов, которые студент может набрать за семестр – **100** баллов.

Если студент набрал в течение семестра от **70** до **100** баллов, то он получает автоматическую оценку «зачтено». Если студент не набрал минимального числа баллов (**70** баллов) в течение семестра, то он в обязательном порядке сдает зачет.

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к зачету.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к зачету.

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
71-100	Возможность получения автоматической оценки «зачтено»
51-70	Студент допущен к зачету
0-50	Студент не допущен к зачету

Текущий контроль успеваемости осуществляется в процессе выполнения практических и самостоятельных работ в соответствии с ниже приведенным графиком.

График выполнения самостоятельных работ студентами во VII семестре

Виды работ	Недели учебного процесса																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
УО2.1		ВЗ						33									
УО2.2									ВЗ						33		

ВЗ – выдача задания

33 – защита задания

- Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Компетенция ПК-3 - способность обосновывать принимаемые проектные решения, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

код и формулировка компетенции

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции **)	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		1	2	3	4	5	
Знать (ПК-3): – основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем –	I - пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает основные понятия по основам общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает множественные грубые ошибки.	Удовлетворительно знает основные понятия основы общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает достаточно серьезные ошибки.	Хорошо знает основные понятия по основам общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует свободное и уверенное знание основных понятий по основам общей теории сложных систем, классификацию и закономерности систем, методы и модели описания и анализа систем Не допускает ошибок.	Устный опрос
Уметь (ПК-3): – использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ	I - пороговый	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Допускает	Демонстрирует удовлетворительное умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении	Демонстрирует достаточно устойчивое умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ	Демонстрирует устойчивое умение использовать полученные теоретические знания: для получения, хранения, переработки информации; при решении различных задач с использованием специализированных программ Не допускает	Выполнение практического задания

			множественные грубые ошибки.	различных задач с использованием специализированных программ Допускает достаточно серьезные ошибки.	Допускает отдельные негрубые ошибки.	ошибок.	
<i>Владеть (ПК-3):</i> – навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач	I - пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Допускает множественные грубые ошибки.	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач. Допускает достаточно серьезные ошибки.	Демонстрирует хороший уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Допускает отдельные негрубые ошибки.	Демонстрирует высокий уровень владения навыками применения современных технических средств и информационных технологий для решения задач Не допускает ошибок.	<i>Выполнение практического задания</i>

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Список вопросов к зачету

1. Биологический нейрон. Классификация ИНС.
2. Математическая модель нейрона.
3. Функции активации нейронных элементов.
4. Однослойные и многослойные НС.
5. Формальные способы задания структуры ИНС.
6. Структурная и функциональная схемы.
7. Обучение с учителем. Обучение без учителя. Конкурентное обучение.
8. Задачи обучения: ассоциативная память; распознавание образов; аппроксимация функций.
9. Нейронные сети с пороговой функцией активации.
10. Правило обучения Хебба.
11. Процедура обучения Розенблата.
12. Линейные НС. Правило обучения Видроу-Хоффа.
13. Линейная ассоциативная память.

14. Использование псевдообратной матрицы для обучения линейных нейронных сетей. Использование линейных нейронных сетей. Нелинейная ассоциативная память. Линейная нейронная сеть для прогнозирования. Фильтрация сигнала.
15. Многослойные нейронные сети. Топология и анализ многослойных нейронных сетей.
16. Алгоритм обратного распространения ошибок для обучения многослойных нейронных сетей.
17. Нейронные сети с радиальными базисными функциями.
18. Алгоритм интерполяции данных.
19. Алгоритмы кластеризации данных.
20. Рекуррентные и самоорганизующиеся нейронные сети.
21. Сети Элмана.
22. Сети Хопфилда.
23. Генетические алгоритмы.
24. Метод отжига.

Варианты устных сообщений (УО2.1)

1. История возникновения парадигмы нейронных сетей. Биологический нейрон. Классификация ИНС. Область применения искусственных нейронных систем. Характеристики нейронных сетей.
2. Основные элементы нейронных сетей. Математическая модель нейрона. Основные элементы формального нейрона. Функции активации нейронных элементов.
3. Персептрон. Процедура обучения Розенблата. Геометрическая интерпретация обучения персептрона Розенблата. Решение логической задачи «И».
4. Однослойные и многослойные НС. Полносвязные иерархические сети.
5. Обучение с учителем.
6. Задачи обучения: распознавание образов; аппроксимация функций; управление; фильтрация.
7. Топология и анализ многослойных нейронных сетей.

Варианты устных сообщений (УО2.2)

1. Математические основы алгоритма обратного распространения ошибок. Алгоритм обратного распространения ошибок. Обобщённое дельта правило для различных функций активации нейронных элементов.
2. Правило обучения Видура-Хоффа. Выбор адаптивного шага обучения (метод наискорейшего спуска).
3. Анализ ЛНС. Использование линейных нейронных сетей. Линейная нейронная сеть для прогнозирования. Фильтрация сигнала.
4. Функции активации НС с РБФ. Алгоритм интерполяции данных. Алгоритмы кластеризации данных.
5. Сети Хопфилда.
6. Генетические алгоритмы.

- Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Процедура промежуточной аттестации проходит в соответствии с «Положением балльно-рейтинговой системы оценки и текущем контроле успеваемости студентов», а также «Положением о промежуточной аттестации» университета «Дубна».

10 Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Яхьяева, Г.Э. Основы теории нейронных сетей / Г.Э. Яхьяева. – 2-е изд., испр. – Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. – 200 с. : ил. – (Основы информационных технологий). - ISBN 978-5-94774-818-5 - Текст : электронный.// ЭБС "Университетская библиотека онлайн". – URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429110> (дата обращения: 09.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

2. Тарков, М.С. Нейрокомпьютерные системы : учебное пособие / М.С. Тарков. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2006. - 142 с.: ил., табл. - (Основы информационных технологий). - ISBN 5-9556-0063-9 - Текст : электронный. // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233289> (дата обращения: 15.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей: Пер. с англ. - М.: "Вильямс", 2001. - 287 с.: ил.

Дополнительная учебная литература

1. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. - М.: Ф и С, 2004. — 344 с.: ил.
2. Алексеева Т.В. Информационные аналитические системы: учебник / Т. В. Алексеева, Ю. В. Амириди, В. В. Дик и др.; под ред. В. В. Дика. - М.: МФПУ Синергия, 2013. - 384 с. - (Университетская серия). - ISBN 978-5-4257-0092-6. — Текст : электронный. // ЭБС "Znaniy.com". - URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/451186> (дата обращения: 09.04.2021). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Бессмертный, И. А. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие для вузов / И. А. Бессмертный. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 157 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07467-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/451721> (дата обращения: 15.04.2020). Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

• Периодические издания

1. Информационные технологии и вычислительные системы: научный журнал / Учредитель: Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН; гл. ред. Попков Ю.С. - М.: ФГУ Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН. — Журнал выходит 2 раза в полуг. — Основан в 1995 г. - ISSN 2071-8632. — Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8746
2. Информация и безопасность: научный журнал / Учредители: Воронежский государственный технический университет; гл. ред. Остапенко А.Г. — Воронеж: Воронежский государственный технический университет. — Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1998 году. - ISSN 1682-7813. — Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8748>
3. Информатика и системы управления: научное издание / Учредитель: Амурский государственный университет; гл. ред. Е.Л. Еремин. — Благовещенск: Амурский государственный университет. — журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 2001 г. — ISSN: 1814-2400. - Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=9793>
4. Открытые системы СУБД / Учредитель: ООО «Издательство «Открытые системы»; гл. ред. Д. Волков. — М.: Издательство «Открытые системы». — журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1993 году. — ISSN: 1028-7493. — Текст : электронный. — Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <https://www.osp.ru/os/archive>
5. Программные продукты и системы: международный научно-практический журнал / Учредитель: Куприянов В.П.; гл. ред. Савин Г.И. - Тверь: Центрпрограммсистем. — журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1988 году. — ISSN: 0236-235X. — Текст : электронный. — Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <http://swsys.ru/>
6. Российские нанотехнологии: научный журнал / Учредитель: НИЦ "Курчатовский институт"; гл. ред. Ковальчук М.В. — М.: Общество с ограниченной ответственностью Парк-медиа — Журнал выходит 6 раз в год. — Основан в 2006 году. - ISSN 1993-4068. — Текст : электронный. — Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <https://nanorfe.elpub.ru/jour/issue/viewIssue/16/15#>
7. Системный администратор / Учредитель: "Издательский дом "Положевец и партнеры"; гл. ред. Г. Положевец. — М.: Общество с ограниченной ответственностью "Издательский дом "Положевец и партнеры". — Журнал выходит 12 раз в год. - Основан в 2002 году. - ISSN 1813-5579. — Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9973

• Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы и базы данных

1. ЭБС «Znaniy.com»: <http://znaniy.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>

5. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.пф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

Научные поисковые системы

1. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций. <https://scholar.google.ru/>
3. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>
4. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>.
2. Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования Coding Craft <http://codingcraft.ru/>.
3. Портал Life-prog <http://life-prog.ru/>.
4. OpenNet www.opennet.ru.
5. Алгоритмы, методы, программы algolist.manual.ru.
6. Сервер министерства высшего образования www.informika.ru.

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Проведение лекционных занятий предполагает использование комплектов слайдов и программных презентаций по рассматриваемым темам.

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программа Scilab, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК): оборудование в собственности

11 Язык преподавания

Русский