

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила
Канта»
Высшая школа компьютерных наук и прикладной математики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Суперкомпьютерные технологии моделирования распределенных систем и
процессов»**

Шифр: 01.03.02

**Направление подготовки: «Прикладная математика и информатика»
Профиль: «Искусственный интеллект и анализ данных»**

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Калининград
2023

Лист согласования

Составители:

1. Верещагин Сергей Дмитриевич, к. ф.-м.н., доцент
2. Верещагин Михаил Дмитриевич, к. ф.-м.н., доцент
3. Мищук Богдан Ростиславович, к. ф.-м.н., доцент

Рабочая программа утверждена на заседании
Ученого совета ОНК «Институт высоких технологий»

Протокол № 4 от «24» января 2023 г.

Председатель Ученого совета ОНК
«Институт высоких технологий»

Профессор, д.ф.-м.н.

А.В. Юров

Руководитель ОПОП ВО

Е.П. Ставицкая

Содержание

1. Наименование дисциплины «Суперкомпьютерные технологии моделирования распределенных систем и процессов».
2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы.
4. Виды учебной работы по дисциплине.
5. Содержание дисциплины, в том числе практической подготовки в рамках дисциплины, структурированное по темам.
6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы.
7. Методические рекомендации по видам занятий
8. Фонд оценочных средств
 - 8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины
 - 8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности в процессе текущего контроля
 - 8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине
 - 8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания
9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Наименование дисциплины: «Суперкомпьютерные технологии моделирования распределенных систем и процессов».

Целью курса «Суперкомпьютерные технологии моделирования распределенных систем и процессов» - сформировать практические навыки владения методами построения, параллельной реализации и исследования моделей и методов распределенной обработки информации.

Курс «Суперкомпьютерные технологии моделирования распределенных систем и процессов» посвящен описанию классических и современных распределенных вычислительных моделей и алгоритмов – клеточных автоматов, нейронных сетей, генетических алгоритмов, методов роевого интеллекта и т.д. Большая часть рассматриваемого в курсе материала относится к таким актуальным в настоящее время научным направлениям, как естественные вычисления (Natural Computing) и биологически инспирированные вычисления (Bio-Inspired Computing), ориентированных, в частности, на исследование вычислительных возможностей различных природных (в том числе физических и биологических) систем. Популярность рассматриваемых в курсе моделей, их высокая вычислительная сложность и высокая степень встроенного параллелизма определяют широкий интерес к эффективной параллельной реализации данных моделей на современных массивных параллельных вычислительных системах. Теоретические занятия по курсу сопровождаются двумя видами практикума – построение и визуализация моделей и алгоритмов в системе многоагентного моделирования NetLogo и разработка параллельных приложений для рассматриваемых моделей с использованием технологии параллельного программирования MPI.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения образовательной программы (ИДК)	Результаты обучения по дисциплине
ПК-8. Способен разрабатывать системы анализа больших данных	ПК-8.1. Разрабатывает программные компоненты извлечения, хранения, подготовки больших данных с учетом вариантов использования больших данных, определений, словарей и эталонной архитектуры больших данных	Знать: классические распределенные и современные распределенные вычислительные модели, базовые алгоритмы распределенной обработки информации Уметь: моделировать сложные распределенные системы, разрабатывать параллельные алгоритмы для распределенных алгоритмических моделей, оценивать эффективность распределенных алгоритмов В1 (СПК-44) Владеть:

		навыками построения, параллельной реализации и исследования моделей и методов распределенной обработки информации
--	--	---

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

«Суперкомпьютерные технологии моделирования распределенных систем и процессов» представляет собой дисциплину Части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.ДВ.05.02), дисциплина по выбору, направления подготовки бакалавриата 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», профиль «Искусственный интеллект и анализ данных».

4. Виды учебной работы по дисциплине.

Виды учебной работы по дисциплине зафиксированы учебным планом основной профессиональной образовательной программы по указанному направлению и профилю, выражаются в академических часах. Часы контактной работы и самостоятельной работы обучающегося и часы, отводимые на процедуры контроля, могут различаться в учебных планах ОПОП по формам обучения. Объем контактной работы включает часы контактной аудиторной работы (лекции/практические занятия/ лабораторные работы), контактной внеаудиторной работы (контроль самостоятельной работы), часы контактной работы в период аттестации. Контактная работа, в том числе может проводиться посредством электронной информационно-образовательной среды университета с использованием ресурсов сети Интернет и дистанционных технологий

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане). Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

№ п/п	Наименование разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплин
1.	Тема 1. Естественные вычислительные модели	Понятие естественных вычислительных моделей, история возникновения и развития, параллельная структура естественных моделей, задача отображения естественных

		моделей на архитектуру параллельной вычислительной системы.
2.	Тема 2. Методы Монте-Карло	Методы Монте-Карло Понятие метода Монте-Карло. Интегрирование методом Монте-Карло Модель случайных блужданий Задача о разорении игрока: параллельная реализация
3.	Тема 3. Клеточные автоматы	Понятие клеточного автомата, клеточные автоматы фон Неймана. Клеточные автоматы Конвея, игра «Жизнь», алгоритмическая полнота автоматов Конвея, саморепликация в игре «Жизнь». Одномерные клеточные автоматы, типы поведения, способы определения, вопросы реализации. Моделирование физических, химических и биологических процессов с помощью клеточных автоматов
4.	Тема 4. Системы Линденмайера	Понятие L-системы, классификация L-системы. Система подстановок, эволюция, примеры построения фрактальных структур. Моделирование процессов роста и формообразования с помощью L-систем. Вариации L-систем: стохастические системы, контекстно-зависимые системы, параметрические системы.
5.	Тема 5. Марковские системы	Понятие Марковского автомата, система подстановок, алгоритм применения. Одномерные Марковские автоматы. Алгоритмическая универсальность. Моделирование физических, химических и биологических систем с помощью Марковских автоматов. Двумерные Марковские автоматы. Алгоритмы параллельных подстановок.
6.	Тема 6. Сети Петри	Понятие сети Петри, места, переходы, метки. Функционирование сетей Петри. Классификация традиционных сетей Петри. Моделирование с помощью сетей Петри. Временные сети Петри. Сети Петри с ингибиторными дугами, алгоритмическая универсальность. Цветные сети Петри.
7.	Тема 7. Нейронные сети	Понятие естественной нейронной сети, нейроны, синапсы, обработка информации в нервной системе. Искусственный нейрон. Искусственные нейронные сети. Персептрон Розенблатта. Анализ Минского. Многослойные персептроны, алгоритм обучения Error Back Propagation. Рекуррентные нейронные сети, сети Хопфилда. Применение искусственных нейронных сетей

8.	Тема 8. Генетические алгоритмы	Основные понятия генетического кодирования. Обобщенная схема генетического алгоритма, функция приспособленности, операторы отбора, мутации и скрещивания. Функционирование генетического алгоритма. Области применения, решение сложных комбинаторных задач с помощью генетических алгоритмов.
9.	Тема 9. Муравьиные алгоритмы	Понятие муравьиного алгоритма. Теоретические результаты. Метаэвристика муравьиной колонии. Вариации муравьиных алгоритмов. Параллельная реализация. Применение муравьиных алгоритмов для решения сложных оптимизационных задач.
10.	Тема 10. Модели роевого интеллекта	Роевой интеллект. Модель Рейнолдса коллективного поведения стаи птиц.
11.	Тема 11. Метод роя частиц	Метод роя частиц, вариации метода, параллельная реализация. Метод бактериального поиска. Пчелиные алгоритмы
12.	Тема 12. Алгоритм бактериального поиска	Бактериальный поиск. Хемотаксис бактерий Алгоритм бактериального поиска Роевое поведение бактерий Алгоритм пчелиного поиска Поведение пчел в природе Описание алгоритма
13.	Тема 13. Алгоритмы роевой робототехники	Сортировка предметов. Муравьиный алгоритм сортировки. Препятствия. Сортировка объектов с непрерывным типом. Алгоритм прямого возвращения. Задача уборки территории
14.	Тема 14. Мембранные системы	Понятие P-систем. Мультимножества и операции над мультимножествами. Мембраны, способы взаимодействия. Алгоритмическая универсальность мембранных систем. Решение с помощью мембранных систем сложных задач комбинаторной оптимизации.
15.	Тема 15. ДНК-вычисления	Понятие ДНК, операции над ДНК, синтез, анализ, секвенирование. Применение ДНК для решения вычислительных задач. Опыт Адлемана, кодирование графа, алгоритм отбора. Применение ДНК для решения задачи SAT3, схема кодирования Липтона, алгоритм решения. Стикерная модель.

6. Рекомендуемая тематика учебных занятий в форме контактной работы

Рекомендуемая тематика учебных занятий лекционного типа (предусматривающих преимущественную передачу учебной информации преподавателями):

№ п/п темы	Наименование разделов (тем) дисциплины
1	Лекция 1. Естественные вычислительные модели
2	Лекция 2. Методы Монте-Карло
3	Лекция 3. Клеточные автоматы
4	Лекция 4. Системы Линденмайера
5	Лекция 5. Марковские системы
6	Лекция 6. Сети Петри
7	Лекция 7. Нейронные сети
8	Лекция 8. Генетические алгоритмы
9	Лекция 9. Муравьиные алгоритмы
10	Лекция 10. Модели роевого интеллекта
11	Лекция 11. Метод роя частиц
12	Лекция 12. Алгоритм бактериального поиска
13	Лекция 13. Сортировка предметов.
	Лекция 14. Алгоритм прямого возвращения. Задача уборки территории
14	Лекция 15. Мультимножества и операции над мультимножествами. Лекция 16. Решение с помощью мембранных систем сложных задач комбинаторной оптимизации
15	Лекция 17. Применение ДНК для решения вычислительных задач Лекция 18. Применение ДНК для решения задачи SAT3, схема кодирования Липтона, алгоритм решения. Стикерная модель.

Рекомендуемая тематика практических занятий:

№ п/п темы	Наименование разделов (тем) дисциплины
1	Методы Монте-Карло
2	Клеточные автоматы. Системы Линденмайера
3	Марковские системы. Сети Петри
4	Нейронные сети. Генетические алгоритмы
5	Муравьиные алгоритмы
6	Метод роя частиц
7	Алгоритм бактериального поиска
8	Решение с помощью мембранных систем сложных задач комбинаторной оптимизации
9	Применение ДНК для решения вычислительных задач

Требования к самостоятельной работе обучающихся

1. Работа с лекционным материалом, предусматривающая проработку конспекта лекций и учебной литературы, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.
2. Выполнение домашнего задания, предусматривающего решение задач, выполнение упражнений, выдаваемых на практических занятиях, по всем темам из п. 6 настоящей рабочей программы.

Руководствуясь положениями статьи 47 и статьи 48 Федерального закона от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» научно-педагогические работники и иные лица, привлекаемые университетом к реализации данной образовательной программы, пользуются предоставленными академическими правами и свободами в части свободы преподавания, свободы от вмешательства в профессиональную деятельность; свободы выбора и использования педагогически обоснованных форм, средств, методов обучения и воспитания; права на творческую инициативу, разработку и применение авторских программ и методов обучения и воспитания в пределах реализуемой образовательной программы и отдельной дисциплины.

Исходя из рамок, установленных учебным планом по трудоемкости и видам учебной работы по дисциплине, преподаватель самостоятельно выбирает тематику занятий по формам и количеству часов проведения контактной работы: лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем и (или) занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия), и (или) групповые консультации, и (или) индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, в том числе индивидуальные консультации (по курсовым работам/проектам – при наличии курсовой работы/проекта по данной дисциплине в учебном плане).

Рекомендуемая тематика занятий максимально полно реализуется в контактной работе с обучающимися очной формы обучения. В случае реализации образовательной программы в заочной / очно-заочной форме трудоемкость дисциплины сохраняется, однако объем учебного материала в значительной части осваивается обучающимися в форме самостоятельной работы. При этом требования к ожидаемым образовательным результатам обучающихся по данной дисциплине не зависят от формы реализации образовательной программы.

7. Методические рекомендации по видам занятий

Лекционные занятия.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Практические и семинарские занятия.

На практических и семинарских занятиях в зависимости от темы занятия выполняется поиск информации по решению проблем, практические упражнения, контрольные работы, выработка индивидуальных или групповых решений, итоговое обсуждение с обменом знаниями, участие в круглых столах, разбор конкретных ситуаций, командная работа, представление портфолио и т.п.

Самостоятельная работа.

Самостоятельная работа осуществляется в виде изучения литературы, эмпирических данных по публикациям и конкретным ситуациям из практики, подготовке индивидуальных работ, работа с лекционным материалом, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины; поиск и обзор литературы и электронных источников; чтение и изучение учебника и учебных пособий.

8. Фонд оценочных средств

8.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в рамках учебной дисциплины

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении обучающимися дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой тем учебных занятий. Изучение каждой темы предполагает овладение обучающимися необходимыми компетенциями. Результат аттестации обучающихся на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций.

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства по этапам формирования компетенций
		текущий контроль по дисциплине
Тема 1. Естественные вычислительные модели	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 2. Методы Монте-Карло	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 3. Клеточные автоматы	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 4. Системы Линденмайера	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 5. Марковские системы	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 6. Сети Петри	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 7. Нейронные сети	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 8. Генетические алгоритмы	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 9. Муравьиные алгоритмы	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 10. Модели роевого интеллекта	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 11. Метод роя частиц	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 12. Алгоритм бактериального поиска	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 13. Алгоритмы роевой робототехники	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 14. Мембранные системы	ПК-8.1.	Тест, решение задач
Тема 15. ДНК-вычисления	ПК-8.1.	Тест, решение задач

8.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности процессе текущего контроля

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем оценки результатов выполнения заданий практических (семинарских) занятий, самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом и посещения занятий/активность на занятиях.

В качестве оценочных средств текущего контроля успеваемости предусмотрены:

Тестирование

выполнение заданий на практических (семинарских) занятиях

Примерный тест для текущего контроля успеваемости.

Задание №10. Метод роя частиц

1 Какие из следующих «колоний» могут служить моделями роевого поведения? Отметьте все верные ответы.

- (a) колония тараканов;
- (b) львиный прайд;
- (c) стая рыб;
- (d) толпа людей.

2 Принцип простой ностальгии означает, что частица старается

- (a) попасть в точку глобального максимума целевой функции;
- (b) не приближаться к другим частицам;
- (c) сохранить текущую скорость.
- (d) вернуться в точку, в которой ею было достигнуто лучшее значение целевой функции;

3 По каким правилам обновляются состояния (положение и скорость) частиц в методе роя частиц (полагая $\tau = 1$)?

- (a)
$$\begin{cases} x_i \leftarrow x_i + v_i, \\ v_i \leftarrow x_i + \alpha(p_i - x_i) + \beta(g - x_i); \end{cases}$$
- (b)
$$\begin{cases} x_i \leftarrow x_i + \alpha(p_i - x_i), \\ v_i \leftarrow v_i + \beta(g - x_i); \end{cases}$$
- (c)
$$\begin{cases} x_i \leftarrow x_i + v_i, \\ v_i \leftarrow v_i + \alpha(p_i - x_i) + \beta(g - x_i); \end{cases}$$
- (d)
$$\begin{cases} x_i \leftarrow x_i + v_i, \\ v_i \leftarrow v_i - \alpha(p_i + x_i) - \beta(g + x_i); \end{cases}$$

4 Рассмотрим задачу минимизации функции $F(x) = |x_1| + |x_2|$ с помощью метода роя частиц. Пусть рой состоит из двух частиц, заданы их текущие координаты $x_{1,2}$, скорости $v_{1,2}$ и координаты лучших точек их траекторий $p_{1,2}$:

$$x_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}, v_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, p_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{ и } x_2 = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}, v_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, p_2 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix}.$$

Полагая $\alpha = \beta = \tau = 1$, вычислите положение второй частицы на следующем шаге эволюции системы (сначала обновляется скорость, затем координаты).

5 Преобразуйте вектор $(34, -12, 7, 87, 1, -33, 8, 14)$ в перестановку чисел от 1 до 8.

Примерное практическое задание по параллельному программированию.

Практическая часть

Выполните параллельную реализацию оригинального метода роя частиц.

Выполните параллельную реализацию того же метода, основанную на островной модели (по аналогии с островной моделью генетического алгоритма).

Выполните численное сравнение скорости сходимости двух параллельных версий при условии равенства числа используемых в них частиц. Необходимо построить графики сходимости метода от номера итерации при минимизации

- сферической функции

$$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i^2;$$

- функции Растригина

$$f(x) = 10n + \sum_{i=1}^n (x_i^2 + 10 \cos 2\pi x_i);$$

- функции Розенброка

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n-1} ((1 - x_i)^2 + 100(x_{i+1} - x_i^2)^2).$$

Указанные зависимости следует построить для нескольких значений числа параллельных процессов $P \in \{2, 4, 8, 16\}$.

По результатам выполнения задания необходимо подготовить отчет, в который должны входить

- ФИО, email;
- номер и название задания (как в заголовке этого документа);
- параметры расчета, указанные графики сходимости;
- полный код параллельной программы.

Подготовленный отчет (в pdf-формате) должен быть выслан на адрес ershovnm@gmail.com.

8.3. Перечень вопросов и заданий для промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к экзамену

1. Одномерные клеточные автоматы
2. Двумерные двоичные клеточные автоматы
3. Клеточный автомат Конвея
4. Алгоритмическая универсальность клеточных автоматов
5. Одномерные Марковские автоматы
6. Алгоритмическая универсальность Марковских автоматов
7. Двумерные Марковские автоматы
8. Алгоритмы параллельных подстановок
9. Мембранные системы
10. Алгоритмическая универсальность мембранных систем
11. Решение задачи о гамильтоновом пути с помощью мембранных систем
12. ДНК вычисления
13. Опыт Адлемана
14. Решение задачи SAT3 с помощью ДНК-вычислений
15. Сети Петри
16. Временные сети Петри
17. Ингибиторные сети Петри
18. Цветные сети Петри
19. Искусственные нейронные сети
20. Персептрон Розенблатта
21. Многослойные нейронные сети, алгоритм обучения Error Back Propagation
22. Рекуррентные нейронные сети
23. Генетические алгоритмы
24. Решение задач комбинаторной оптимизации с помощью генетических алгоритмов
25. Муравьиные алгоритмы
26. Роевые алгоритмы

8.4. Планируемые уровни сформированности компетенций обучающихся и критерии оценивания

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня (этапы формирования компетенции, критерии оценки сформированности)	Пятибалльная шкала (академическая) оценка	Двухбалльная шкала, зачет	БРС, % освоения (рейтинговая оценка)
Повышенный	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень. Умение самостоятельно принимать решение, решать</i>	отлично	зачтено	86-100

		проблему/задачу теоретического и прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий			
Базовый	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу с большей степени самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения	хорошо		71-85
Удовлетворительный (достаточный)	Репродуктивная деятельность	Изложение в пределах задач курса теоретически и практически контролируемого материала	удовлетворительно		55-70
Недостаточный	Отсутствие признаков удовлетворительного уровня		неудовлетворительно	не зачтено	Менее 55

9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

Основная литература

1. Пенькова, Т. Г. Модели и методы искусственного интеллекта : учебное пособие / Т. Г. Пенькова, Ю. В. Вайнштейн. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-4043-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1816605> (дата обращения: 04.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Алымова, Е. В. Конечные автоматы и формальные языки : учебник / Е. В. Алымова, В. М. Деундяк, А. М. Пеленцын ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону : Таганрог : Издательство Южного федерального университета. 2018. - 292 с. - ISBN 978-5-9275-2397-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1020503> (дата обращения: 05.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

2. Сергеев, Н. Е. Системы искусственного интеллекта. Часть 1: Учебное пособие / Сергеев Н.Е. - Таганрог: Южный федеральный университет, 2016. - 118 с.: ISBN 978-5-9275-2113-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/991954> (дата обращения: 04.04.2023). – Режим доступа: по подписке.

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

- НЭБ Национальная электронная библиотека, диссертации и прочие издания
- ЭБС Консультант студента
- ПРОСПЕКТ ЭБС
- ЭБС ZNANIUM.COM
- ЭБС IBOOKS.RU
- Электронно-библиотечная система (ЭБС) Кантитана (<https://elib.kantiana.ru/>)

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Программное обеспечение обучения включает в себя:

- система электронного образовательного контента БФУ им. И. Канта – www.lms3.kantiana.ru, обеспечивающую разработку и комплексное использование электронных образовательных ресурсов;
- серверное программное обеспечение, необходимое для функционирования сервера и связи с системой электронного обучения через Интернет;
- корпоративная платформа webinar.ru;
- установленное на рабочих местах обучающихся ПО: Microsoft Windows 7, Microsoft Office Standart 2010, антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security.
- СУБД PostgreSQL (Свободное ПО, лицензия - Freeware).
- MongoDB (Свободное ПО, лицензия - Freeware).

12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для проведения занятий лекционного типа, практических и семинарских занятий используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные техническими средствами обучения – мультимедийной проекционной техникой. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования.

Для проведения лабораторных работ, (практических занятий – при необходимости) используются специальные помещения (учебные аудитории), оснащенные специализированным лабораторным оборудованием: персональными компьютерами с возможностью выхода в интернет и с установленным программным обеспечением, заявленным в п.11.

Для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются специальные помещения (учебные аудитории), оборудованные специализированной мебелью (для обучающихся), меловой / маркерной доской.

Для организации самостоятельной работы обучающимся предоставляются помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья университетом могут быть представлены специализированные средства обучения, в том числе технические средства коллективного и индивидуального пользования.