

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ННГУ

протокол № 13 от 30.11.2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Моделирование базовых когнитивных функций мозга

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

06.04.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Нейробиология

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 Моделирование базовых когнитивных функций мозга относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-1: Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированном у выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p>ПК-1.1: Знать: основные достижения и проблемы в современной биологической науке, принципы проведения научного исследования и подходы к организации и осуществлению поиска научной информации в базах данных по тематике исследования;</p> <p>ПК-1.2: Уметь: проводить поиск и анализ информации в современных базах данных по избранной теме исследования, подбор методов исследования в соответствии с научными задачами.</p> <p>ПК-1.3: Владеть: навыками поиска и анализа научной информации, выбора методов исследования, формулировки выводов и рекомендаций.</p>	<p>ПК-1.1:</p> <p>Знает основные этапы формирования представлений о нейронных сетях. Способен называть наиболее значимые модели нейронных сетей. Осознает современные проблемы, стоящие перед исследователями при моделировании нейронных сетей мозга.</p> <p>ПК-1.2:</p> <p>Умеет решать задачи, связанные с поиском информации по заданной тематике. Способен определить наиболее подходящие методы для моделирования конкретных функций мозга.</p> <p>ПК-1.3:</p> <p>Владеет навыками, необходимыми для построения схемы исследования моделей нейронных сетей мозга</p>	<p>Практическая задача</p> <p>Тест</p>	<p>Зачёт:</p> <p>Практическая задача</p> <p>Тест</p>

<p>ПК-2: Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры)</p>	<p>ПК-2.1: Знать: современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования;</p> <p>ПК-2.2: Уметь: использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов</p> <p>ПК-2.3: Владеть: навыками работы на современном полевом и лабораторном оборудовании, интерпретации научной биологической информации с применением статистических и аналитических подходов.</p>	<p>ПК-2.1: Знает современные подходы к моделированию нейронных сетей мозга. Знает особенности изученных методов и рамки их применения</p> <p>ПК-2.2: Умеет правильно выбрать метод для исследования конкретных механизмов когнитивных функций мозга. Умеет построить эксперимент для нахождения и объяснения механизмов работы нейронных сетей</p> <p>ПК-2.3: Владеет навыками, необходимыми для моделирования нейронных сетей на различных уровнях организации.</p>	<p>Практическое задание Тест</p>	<p>Зачёт: Тест Практическая задача</p>
<p>ПК-6: Способен использовать нормативные документы, регламентирующие организацию и проведение научно-исследовательских и производственно-технологических биологических, биомедицинских и (или) природоохранных проектных работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры)</p>	<p>ПК-6.1: нормативные документы, регламентирующие проведение научно-исследовательских и производственно-технологических работ;</p> <p>ПК-6.2: применять нормативную базу при планировании и организации мероприятий в рамках проектной деятельности;</p> <p>ПК-6.3: навыками планирования и реализации мероприятий в рамках проектной деятельности с учетом требований действующей нормативной базы.</p>	<p>ПК-6.1: знает нормативную базу, регулирующую проведение работ в лаборатории</p> <p>ПК-6.2: умеет применять нормативную базу при планировании и организации мероприятий в рамках проектной деятельности;</p> <p>ПК-6.3: владеет навыками планирования и реализации мероприятий в рамках проектной деятельности с учетом требований действующей нормативной базы.</p>	<p>Практическая задача Тест</p>	<p>Зачёт: Тест Практическая задача</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	14
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	14
- КСР	1
самостоятельная работа	79
Промежуточная аттестация	0 зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Тема 1. Использование искусственных нейронных сетей в практических задачах по классификации, регрессии и кластеризации. Реализация однослойного персептрона с дельта-правилом обучения на C/C++ либо Python. Применение искусственных нейронных сетей в задаче классификации и регрессии на примере работы ЭМГ-интерфейса. Самоорганизующиеся карты на основе искусственных нейронных сетей. Знакомство с принципами обработки визуальной информации.	33	4	4	8	25
Тема 2. Программирование работы импульсных нейронов и их сетей. Реализация модели Ижикевича средствами C/C++ либо Python. Применение принципов функционального и объектно-ориентированного программирования в моделировании. Циклы и операции с массивами в C/C++ и Python. Моделирование нейрона, синапсов и сети нейронов. Случайные величины и нейронный шум. Моделирование синаптической пластичности. Использование дельта-функции. Метод Эйлера.	49	7	7	14	35
Тема 3. Моделирование когнитивной навигации. Нейрофизиологические основы когнитивной навигации. Локальные и глобальные модели навигации. Компактное внутреннее представление. Гипотеза сжатия времени. Кооперативное поведение на основе КВП. Применение КВП для управления конечностями. Пространство руки. Ассоциативная память и запоминание КВП. Моделирование движения мобильного робота. Моделирование движений верхних конечностей антропоморфного робота.	25	3	3	6	19
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	14	14	29	79

Практические занятия /лабораторные работы организуются, в том числе, в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

На проведение практических занятий / лабораторных работ в форме практической подготовки отводится: очная форма обучения - 6 ч.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "Моделирование базовых когнитивных функций мозга" (-).
- открытый онлайн-курс МООС "-" (-).

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Запрограммировать функцию счета формального нейрона в виде взвешенного сумматора с функцией активации.
2. Организовать многослойную сеть формальных нейронов и реализовать функцию 1 такта счета такой сети, используя готовую функцию счета 1 нейрона.
3. Запрограммировать функцию обучения 1 нейрона по дельта-правилу.
4. Реализовать функцию обучения однослойного персептрона, используя готовую функцию обучения 1 нейрона.
5. Реализовать модель Ижикевича для 1 нейрона, вывести значения трансмембранного потенциала и восстановительной переменной для временного интервала 1 с.
6. Используя готовый модуль программы модели Ижикевича с нейронным шумом построить полносвязную сеть из 100 нейронов и смоделировать активность сети в течение 10 с.
7. Используя готовую модель нейронной сети запрограммировать вывод на экран растровой диаграммы и графика средней частоты сети.
8. Используя готовый модуль программы модели Ижикевича построить сеть из 10 нейронов, в которой элементы замыкаются кольцо и наблюдается циклическая активность.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Практическая задача) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. Пройти компьютерный тест с динамическими и статическими объектами и сгенерировать КВП для статического варианта данного теста в программе "GUI_CIR".
2. Пройти компьютерный тест с динамическими и статическими объектами и сгенерировать КВП для динамического варианта данного теста в программе "GUI_CIR".
3. Пройти компьютерный тест с динамическими и статическими объектами. Используя данные теста построить кривые обучения.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическая задача)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	В случае выполнения 50% или более
не зачтено	Процент выполнения менее 50%

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-1

1. Нейрон-резонатор характеризуется:
 - a. наличием определенного порога возбуждения;
 - b. **отсутствием определенного порога возбуждения;**
 - c. **разной чувствительностью к внешней стимуляции, наносимой с разной частотой;**
 - d. генерацией пачки импульсов в ответ на одиночное воздействие.
2. В нейронной сети с триплетным правилом STDP при наличии альтернативных путей проведения возбуждения и высокочастотной стимуляции будет усиливаться:
 - a. самый длинный путь;
 - b. **самый короткий путь;**
 - c. самый слабый путь;
 - d. самый сильный путь;
 - e. **область, находящаяся в непосредственной близости к стимулятору.**
3. Нейроаниматы представляют собой:
 - a. роботы, предназначенные для развлечения;
 - b. роботы-ассистенты, используемые для нейрореабилитации;
 - c. **роботы, управляемые нейронными сетями и демонстрирующие некоторые аспекты поведения животных.**
4. Отображение межнейронных связей с помощью векторного поля весов обладает информативностью в случае:
 - a. нейронной сети с частотным типом кодирования;
 - b. **нейронной сети с временным типом кодирования.**
5. Компактное внутреннее представление это:
 - a. компактная форма записи работы искусственной нейронной сети;
 - b. **отображение нейронной сетью динамической ситуации, позволяющая «сжимать» время;**
 - c. **отражение динамических объектов реального мира в виде статичных карт.**
6. Кооперативное поведение на основе КВП предполагает:
 - a. Совместное (кооперативное) возбуждение нейронов, формирующих карту.
 - b. Конкуренцию альтернативных путей проведения возбуждения.
 - c. **Рекурсивную когнитивную способность нейронной сети моделировать действия других субъектов.**

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Нейрон-резонатор характеризуется:
 - a. наличием определенного порога возбуждения;
 - b. **отсутствием определенного порога возбуждения;**
 - c. **разной чувствительностью к внешней стимуляции, наносимой с разной частотой;**
 - d. генерацией пачки импульсов в ответ на одиночное воздействие.
2. В нейронной сети с триплетным правилом STDP при наличии альтернативных путей проведения возбуждения и высокочастотной стимуляции будет усиливаться:
 - a. самый длинный путь;
 - b. **самый короткий путь;**
 - c. самый слабый путь;
 - d. самый сильный путь;
 - e. **область, находящаяся в непосредственной близости к стимулятору.**
3. Нейроаниматы представляют собой:
 - a. роботы, предназначенные для развлечения;
 - b. роботы-ассистенты, используемые для нейрореабилитации;
 - c. **роботы, управляемые нейронными сетями и демонстрирующие некоторые аспекты поведения животных.**
4. Отображение межнейрональных связей с помощью векторного поля весов обладает информативностью в случае:
 - a. нейронной сети с частотным типом кодирования;
 - b. **нейронной сети с временным типом кодирования.**
5. Компактное внутреннее представление это:
 - a. компактная форма записи работы искусственной нейронной сети;
 - b. **отображение нейронной сетью динамической ситуации, позволяющая «сжимать» время;**
 - c. **отражение динамических объектов реального мира в виде статичных карт.**
6. Кооперативное поведение на основе КВП предполагает:
 - a. Совместное (кооперативное) возбуждение нейронов, формирующих карту.
 - b. Конкуренцию альтернативных путей проведения возбуждения.
 - c. **Рекурсивную когнитивную способность нейронной сети моделировать действия других субъектов.**

5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-6

1. Модель Ижикевича представляет собой:
 - a. биофизически детализированную модель динамики трансмембранного потенциал а;
 - a. **феноменологическую модель динамики трансмембранного потенциала** ;
 - b. биофизически детализированную модель химического синапса;
 - c. феноменологическую модель химического синапса.
2. Частотное кодирование можно продемонстрировать в модельной нейронной сети со следующим типом долговременной синаптической пластичности:
 - a. парное правило STDP;
 - a. **триплетное правило STDP;**
 - b. **BCM правило;**
 - a. **потенциал-зависимое правило STDP.**
3. Наличие в нейронной сети с парным правилом STDP повторяющихся

паттернов возбуждения ведет к тому, что:

- a. каждый нейрон становится детектором начала локального (по отношению к данному нейрону) паттерна возбуждения;**
 - b. каждый нейрон становится детектором конца локального (по отношению к данному нейрону) паттерна возбуждения;
 - c. каждый нейрон становится детектором всего локального (по отношению к данному нейрону) паттерна возбуждения.
- 4. Согласно правилу обучения Хебба для формального нейрона изменение веса пропорционально:
 - a. выходному значению нейрона;**
 - b. значению соответствующего входа;
 - c. значению веса;
 - a. константе обучения;**
 - d. величине ошибки.
- 5. «Обучение с учителем» (англ. supervised learning) предполагает:
 - a. необходимость взаимодействия нейронной сети с оператором в процессе обучения;
 - a. зависимость процесса обучения от сигнала положительного либо отрицательного подкрепления;
 - b. тренировку сети на серии положительных и отрицательных примеров;**
 - a. настройку сети на входных данных без предъявления целевых выходных значений.
 - c. необходимость взаимодействия нейронной сети с оператором в процессе обучения;
 - d. зависимость процесса обучения от сигнала положительного либо отрицательного подкрепления;**
 - a. тренировку сети на серии положительных и отрицательных примеров;
 - b. настройку сети на входных данных без предъявления целевых выходных значений.
 - e. взвешенной сумме ошибок последующего слоя;**
 - a. взвешенной сумме ошибок предыдущего слоя;
 - f. производной активационной функции;**
 - a. взвешенной сумме ошибок, вычисляемых как разница между выходными значениями нейронов последнего слоя и целевыми значениями сети.
 - b. повторное обучение на данных, не используемых ранее;
 - c. повторное обучение на данных, используемых ранее;
 - g. явление излишне подробного сохранения особенностей данных обучающей выборки, ведущее к ухудшению обобщающей способности сети.**
 - a. аппроксимировать функции;
 - h. сохранять образцы, предъявляемые при обучении и восстанавливать их при предъявлении в искаженном виде.**
 - a. производить логические операции.
 - b. кластеризовывать данные.
 - b. аппроксимировать функции;
 - a. сохранять образцы, предъявляемые при обучении и восстанавливать их при предъявлении в искаженном виде;
 - a. производить логические операции

і. кластеризовывать данные.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценк а	Критерии оценивания
зачтено	<p>Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на практических занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость*. Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета. Студент активно работал на практических занятиях, чему подтверждением является высокий средний балл за текущую успеваемость. Хорошая подготовка. Студент дал полный ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил небольшие неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях, имеет высокие средний балл за текущую успеваемость. В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дал ответ на все теоретические вопросы билета, но допустил неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Имеются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы. Студент работал на практических занятиях, имеет хорошие средний балл за текущую успеваемость. Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показал минимальный уровень теоретических знаний, сделал существенные ошибки при ответе на вопрос при зачете, но при ответах на наводящие вопросы, смог правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия, но имеет низкие средний балл за текущую успеваемость.</p>
не зачтено	<p>Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дал ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы. Студент посещал практические занятия, но имеет очень низкий средний балл за текущую успеваемость. Студент отказался отвечать на вопросы зачёта</p>

5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Практическое задание) для оценки сформированности компетенции ПК-2

- 1) Продемонстрировать эффект кратковременной синаптической депрессии.
- 2) Продемонстрировать эффект кратковременной синаптической фасилитации.
- 3) Продемонстрировать эффект усиления кратчайшего пути распространения возбуждения в нейронной сети.
- 4) Продемонстрировать эффект ослабления альтернативных путей распространения возбуждения в нейронной сети.
- 5) Продемонстрировать эффект сетевой синхронизации при периодической локальной стимуляции.
- 6) Реализовать простейшую сеть с эффектом ассоциативного обучения.

Критерии оценивания (оценочное средство - Практическое задание)

Оценка	Критерии оценивания
--------	---------------------

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задание выполнено с незначительными ошибками
не зачтено	Задание не выполнено

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

			недочетами				
--	--	--	------------	--	--	--	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации

5.3.1 Типовые задания, выносимые на промежуточную аттестацию:

Оценочное средство - Практическая задача

Зачёт

Критерии оценивания (Практическая задача - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Полученное задание выполнено с незначительными ошибками
не зачтено	Полученное задание невыполненно

Типовые задания (Практическая задача - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-1 (Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированному выбору методов исследования, формулированию выводов и

практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

Задание 1

Запрограммировать функцию счета формального нейрона в виде взвешенного сумматора с функцией активации.

Задание 2

Организовать многослойную сеть формальных нейронов и реализовать функцию 1 такта счета такой сети, используя готовую функцию счета 1 нейрона.

Задание 3

Запрограммировать функцию обучения 1 нейрона по дельта-правилу.

Задание 4

Реализовать функцию обучения однослойного персептрона, используя готовую функцию обучения 1 нейрона.

Задание 5

Реализовать модель Ижикевича для 1 нейрона, вывести значения трансмембранного потенциала и восстановительной переменной для временного интервала 1 с.

Задание 6

Используя готовый модуль программы модели Ижикевича с нейронным шумом построить полносвязную сеть из 100 нейронов и смоделировать активность сети в течение 10 с.

Задание 7

Используя готовую модель нейронной сети запрограммировать вывод на экран растровой диаграммы и графика средней частоты сети.

Задание 8

Используя готовый модуль программы модели Ижикевича построить сеть из 10 нейронов, в которой элементы замыкаются кольцо и наблюдается циклическая активность.

Задание 9

Продemonстрировать обучение однослойного персептрона на примере задачи логического И либо ИЛИ.

Задание 10

Продemonстрировать обучение двухслойного персептрона на примере задачи исключающего

Типовые задания (Практическая задача - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-2 (Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных

биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

Задание 1

Продemonстрировать классификацию ЭМГ-паттернов с помощью двухслойного персептрона.

Задание 2

Продemonстрировать эффект кратковременной синаптической депрессии и фасилитации.

Задание 3

Продemonстрировать эффект усиления кратчайшего пути распространения возбуждения в нейронной сети.

Задание 4

Продemonстрировать эффект ослабления альтернативных путей распространения возбуждения в нейронной сети.

Задание 5

Продemonстрировать эффект сетевой синхронизации при периодической локальной стимуляции.

Задание 6

Реализовать простейшую сеть с эффектом ассоциативного обучения.

Задание 7

Сгенерировать КВП для статической ситуации в программе "GUI_CIR".
Сохранить полученные результаты в файл с изображением.

Задание 8

Сгенерировать КВП для динамической ситуации в программе "GUI_CIR".
Сохранить полученные результаты в файл с изображением.

Типовые задания (Практическая задача - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-6 (Способен использовать нормативные документы, регламентирующие организацию и проведение научно-исследовательских и производственно-технологических биологических, биомедицинских и (или) природоохранных проектных работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

Задание 11

Продemonстрировать классификацию ЭМГ-паттернов с помощью двухслойного персептрона.

Задание 12

Продemonстрировать эффект кратковременной синаптической депрессии и фасилитации.

Задание 13

Продemonстрировать эффект усиления кратчайшего пути распространения возбуждения в нейронной сети.

Задание 14

Продemonстрировать эффект ослабления альтернативных путей распространения возбуждения в нейронной сети.

Задание 15

Продemonстрировать эффект сетевой синхронизации при периодической локальной стимуляции.

Задание 16

Реализовать простейшую сеть с эффектом ассоциативного обучения.

Задание 17

Сгенерировать КВП для статической ситуации в программе "GUI_CIR". Сохранить полученные результаты в файл с изображением.

Задание 18

Сгенерировать КВП для динамической ситуации в программе "GUI_CIR". Сохранить полученные результаты в файл с изображением.

Оценочное средство - Тест

Зачёт

Критерии оценивания (Тест - Зачёт)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Тест выполнен более чем на 50%
не зачтено	Тест выполнен менее чем на 50%

Типовые задания (Тест - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-1

(Способен к постановке и разработке актуальной научной проблемы, научному анализу данных и их обобщению в контексте ранее накопленных в мировой науке знаний, аргументированному выбору методов исследования, формулированию выводов и практических рекомендаций на основе проведенного анализа (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. Модель Ижикевича представляет собой:
 - a. биофизически детализированную модель динамики трансмембранного потенциал а;
 - a. феноменологическую модель динамики трансмембранного потенциала**
 - b. биофизически детализированную модель химического синапса;
 - c. феноменологическую модель химического синапса.
2. Частотное кодирование можно продемонстрировать в модельной нейронной сети со следующим типом долговременной синаптической пластичности:
 - a. парное правило STDP;
 - a. триплетное правило STDP;**
 - b. **BCM правило;**
 - a. потенциал-зависимое правило STDP.**
3. Наличие в нейронной сети с парным правилом STDP повторяющихся

паттернов возбуждения ведет к тому, что:

- a. каждый нейрон становится детектором начала локального (по отношению к данному нейрону) паттерна возбуждения;**
 - b. каждый нейрон становится детектором конца локального (по отношению к данному нейрону) паттерна возбуждения;
 - c. каждый нейрон становится детектором всего локального (по отношению к данному нейрону) паттерна возбуждения.
- 4. Согласно правилу обучения Хебба для формального нейрона изменение веса пропорционально:
 - a. выходному значению нейрона;**
 - b. значению соответствующего входа;
 - c. значению веса;
 - a. константе обучения;**
 - d. величине ошибки.
- 5. «Обучение с учителем» (англ. supervised learning) предполагает:
 - a. необходимость взаимодействия нейронной сети с оператором в процессе обучения;
 - a. зависимость процесса обучения от сигнала положительного либо отрицательного подкрепления;
 - b. тренировку сети на серии положительных и отрицательных примеров;**
 - a. настройку сети на входных данных без предъявления целевых выходных значений.
 - c. необходимость взаимодействия нейронной сети с оператором в процессе обучения;
 - d. зависимость процесса обучения от сигнала положительного либо отрицательного подкрепления;**
 - a. тренировку сети на серии положительных и отрицательных примеров;
 - b. настройку сети на входных данных без предъявления целевых выходных значений.
 - e. взвешенной сумме ошибок последующего слоя;**
 - a. взвешенной сумме ошибок предыдущего слоя;
 - f. производной активационной функции;**
 - a. взвешенной сумме ошибок, вычисляемых как разница между выходными значениями нейронов последнего слоя и целевыми значениями сети.
 - b. повторное обучение на данных, не используемых ранее;
 - c. повторное обучение на данных, используемых ранее;
 - g. явление излишне подробного сохранения особенностей данных обучающей выборки, ведущее к ухудшению обобщающей способности сети.**

Типовые задания (Тест - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-2

(Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. Сеть Хопфилда позволяет:
 - a. аппроксимировать функции;

- a. сохранять образцы, предъявляемые при обучении и восстанавливать их при предъявлении в искаженном виде.**
 - a. производить логические операции.
 - b. кластеризовывать данные.
 - b. аппроксимировать функции;
 - a. сохранять образцы, предъявляемые при обучении и восстанавливать их при предъявлении в искаженном виде;
 - a. производить логические операции.
 - c. кластеризовывать данные.**
 - d. биофизически детализированную модель динамики трансмембранного потенциала;**
 - a. феноменологическую модель динамики трансмембранного потенциала;
 - b. биофизически детализированную модель химического синапса;
 - c. феноменологическую модель химического синапса.
 - e. парное правило STDP;**
 - a. триплетное правило STDP;
 - b. BCM правило;
 - f. потенциал-зависимое правило STDP.**
 - g. парное правило STDP;**
 - h. триплетное правило STDP;**
 - i. BCM правило;
 - j. потенциал-зависимое правило STDP.**
 - k. не влияет на скорость передачи сигналов от одного нейрона к другому;
 - l. может менять величину синаптической задержки;**
 - m. может менять величину аксональной задержки.
 - b. наличием определенного порога возбуждения;
 - a. отсутствием определенного порога возбуждения;**
 - c. разной чувствительностью к внешней стимуляции, наносимой с разной частотой;**
 - d. генерацией пачки импульсов в ответ на одиночное воздействие.
1. В нейронной сети с триплетным правилом STDP при наличии альтернативных путей проведения возбуждения и высокочастотной стимуляции будет усиливаться:
 - a. самый длинный путь;
 - a. самый короткий путь;**
 - b. самый слабый путь;
 - c. самый сильный путь;
 - a. область, находящаяся в непосредственной близости к стимулятору.**
 2. Нейроаниматy представляют собой:
 - a. роботы, предназначенные для развлечения;
 - b. роботы-ассистенты, используемые для нейрореабилитации;
 - a. роботы, управляемые нейронными сетями и демонстрирующие некоторые аспекты поведения животных.**
 - b. нейронной сети с частотным типом кодирования;
 - c. нейронной сети с временным типом кодирования.**

Типовые задания (Тест - Зачёт) для оценки сформированности компетенции ПК-6
 (Способен использовать нормативные документы, регламентирующие организацию и проведение научно-исследовательских и производственно-технологических биологических,

биомедицинских и (или) природоохранных проектных работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры))

1. Наличие кратковременной синаптической пластичности:

1. не влияет на скорость передачи сигналов от одного нейрона к другому;

1. может менять величину синаптической задержки;

2. может менять величину аксональной задержки.

2. Нейрон-резонатор характеризуется:

1. наличием определенного порога возбуждения;

1. отсутствием определенного порога возбуждения;

2. **разной чувствительностью к внешней стимуляции, наносимой с разной частотой;**

3. генерацией пачки импульсов в ответ на одиночное воздействие.

3. В нейронной сети с триплетным правилом STDP при наличии альтернативных путей проведения возбуждения и высокочастотной стимуляции будет усиливаться:

1. самый длинный путь;

1. самый короткий путь;

2. самый слабый путь;

3. самый сильный путь;

1. область, находящаяся в непосредственной близости к стимулятору.

4. Нейроаниматы представляют собой:

1. роботы, предназначенные для развлечения;

2. роботы-ассистенты, используемые для нейрореабилитации;

1. роботы, управляемые нейронными сетями и демонстрирующие некоторые аспекты поведения животных.

2. нейронной сети с частотным типом кодирования;

3. нейронной сети с временным типом кодирования.

1. Компактное внутреннее представление это:

1. компактная форма записи работы искусственной нейронной сети;

1. отображение нейронной сетью динамической ситуации, позволяющая «сжимать» время;

1. отражение динамических объектов реального мира в виде статичных карт.

2. Совместное (кооперативное) возбуждение нейронов, формирующих карту.

3. Конкуренцию альтернативных путей проведения возбуждения.

4. Рекурсивную когнитивную способность нейронной сети моделировать действия других субъектов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Перова Валентина Ивановна. Нейронные сети в экономических приложениях : учеб. пособие

для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 080500 "Бизнес-информатика" [и др.]. Ч. 1 : Нейронные сети, обучаемые с учителем / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 130 с. - 102.12., 72 экз.

Дополнительная литература:

1. Перова Валентина Ивановна. Нейронные сети в экономических приложениях : учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 080500 "Бизнес-информатика" [и др.]. Ч. 2 : Нейронные сети, обучаемые без учителя / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2012. - 135 с. - 118.22., 73 экз.
2. Вейвлеты в нейродинамике и нейрофизиологии. - М. : Физматлит, 2013. - 272 с. - ISBN 978-5-9221-1498-1 : 240.00., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

1. ОС Microsoft Windows 10 (или более ранняя), авторские программы Neuronet (версии 1.0 и 2.4), Neurohybrid, GUI_CIR.
2. <http://lcn.epfl.ch/~gerstner/VideoLecturesGerstner.html>
3. <http://www.izhikevich.org/publications/dsn/index.htm>
4. <http://www.pirobot.org/blog/0007>
5. <http://www.scholarpedia.org/article/STDP>
6. http://www.scholarpedia.org/article/Models_of_synaptic_plasticity
7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
8. [webofknowledge.com](http://www.webofknowledge.com)
9. www.scopus.com
10. [elsevierscience.ru](http://www.elsevier.com)
11. elibrary.ru

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению 06.04.01 - Биология.

Автор(ы): Лобов Сергей Анатольевич, доктор физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Казанцев Виктор Борисович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 06.09.2022, протокол № 1.