ЦЕНТРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДЕНА

Решением Ученого совета
АНО ВО «Центральный университет»
«24» июня 2025 г.
Протокол №2

Рабочая программа дисциплины (модуля)
«Нейронауки и нейроинтерфейсы»

Направление подготовки: *02.03.01 Математика и компьютерные науки*

Направленность (профиль) подготовки: *Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика»*

Квалификация (степень) выпускника: *бакалавр*

Форма обучения: *очная*

Срок освоения программы: *4 года*

Год набора: *2025*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 0215B0C000D1B3FEB44A37EE631E0C27D4
Владелец: Ивашкевич Евгений Васильевич
Действителен: с 13.01.2026 до 13.04.2027

Электронный документ

Москва
2025

Содержание

1. **Краткая характеристика дисциплины (модуля)** 3
2. **Перечень планируемых результатов обучения** 5
3. **Тематический план** 7
4. **Содержание дисциплины (модуля)** 8
5. **Учебно-методическое обеспечение** 9
6. **Материально-техническое обеспечение** 9
7. **Методические и оценочные материалы** 11

1. Краткая характеристика дисциплины (модуля)

Рабочая программа дисциплины (модуля) «Нейронауки и нейроинтерфейсы» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 807 от 23.08.2017 года.

Изучение дисциплины (модуля) «Нейронауки и нейроинтерфейсы» позволяет понять основы работы мозга и разработать технологии для прямого взаимодействия человека с компьютером, что открывает новые возможности в медицине, реабилитации и управлении устройствами. Это знание способствует развитию инновационных решений в области искусственного интеллекта и человеко-машинного взаимодействия.

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Настоящая дисциплина (модуль) включена в учебный план по программе подготовки бакалавриата по направлению 02.03.01 «Математика и компьютерные науки», профиль «Программа двух дипломов НИУ ВШЭ и ЦУ «Прикладная математика и информатика» и входит в вариативную часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений как дисциплина по выбору.

Дисциплина (модуль) доступна к изучению на 1, 2, 3 или 4 курсе с 1 по 8 семестры на выбор, совместно с одной из дисциплин на выбор, входящих в группу дисциплин «Софт-навыки».

Цель изучения дисциплины (модуля): освоение принципов функционирования нервной системы и разработке технологий, которые позволяют эффективно взаимодействовать с ней для улучшения качества жизни и создания новых интерфейсов между человеком и машиной.

Задачи изучения дисциплины (модуля):

— формирование знаний по темам: базовые основы психофизиологии человека, принципы работы с медицинским оборудованием, коды головного мозга человека, методы обработки сигналов (в том числе ЭЭГ и ВП), теоретические основы электроники;

— развитий понимания по темам: методики наработки психоэмоционального состояния человека, методика проектирования интерфейсов "мозг-компьютер", математические алгоритмы обработки сигналов;

— освоение умений: создавать интерфейс "мозг-компьютер", обрабатывать сигналы ЭЭГ и ВП, использовать измерительные приборы и подключать элементы интерфейса к человеку, создавать математические алгоритмы и на их основе комплексы программ по обработке сигналов головного мозга.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

знать:

— базовые основы психофизиологии человека и коды головного мозга;

— принципы работы с медицинским оборудованием и измерительными приборами;

— методы обработки сигналов (в том числе ЭЭГ и ВП);

— теоретические основы электроники;

— математические алгоритмы обработки сигналов;

уметь:

— обрабатывать сигналы ЭЭГ и ВП;

— использовать измерительные приборы и подключать элементы интерфейса к человеку;

— создавать математические алгоритмы и на их основе комплексы программ по обработке сигналов головного мозга;

владеть:

- Навыками создания интерфейса "мозг-компьютер";
- Методикой проектирования интерфейсов "мозг-компьютер";
- Методиками наработки психоэмоционального состояния человека.

2. Перечень планируемых результатов обучения

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) при проведении учебных занятий в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками Университета и в форме самостоятельной работы обучающихся:

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)
УК-1.	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1.	Знает методы поиска и анализа информации в области разработки, основные принципы критической оценки источников информации и их релевантности
		УК-1.2.	Умеет критически оценивать источники информации и синтезировать данные из различных источников для решения задач, применять системный подход к анализу и решению комплексных проблем
		УК-1.3.	Имеет практический опыт работы с современными инструментами и технологиями для обработки информации, формулировании и структурировании задач на основе полученной информации
УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1.	Знает действующие правовые нормы, регулирующие деятельность в области решения задач, основные методы и подходы к определению круга задач
		УК-2.2.	Умеет определять круг задач в рамках поставленной цели, выбирать оптимальные способы решения задач, учитывая имеющиеся ресурсы и ограничения
		УК-2.3.	Имеет практический опыт применения знаний о правовых нормах и ресурсах в реальных ситуациях, разработки и реализации решений в соответствии с установленными ограничениями
ОПК-1.	Способен консультировать и использовать фундаментальные знания в области математического анализа, комплексного и функционального анализа	ОПК-1.1.	Знает основные концепции и теории в области математического анализа и смежных дисциплин; методы и подходы, используемые в различных областях

	алгебры, аналитической геометрии, дифференциальной геометрии и топологии, дифференциальных уравнений, дискретной математики и математической логики, теории вероятностей, математической статистики и случайных процессов, численных методов, теоретической механики в профессиональной деятельности		математики
		ОПК-1.2.	Умеет применять математические методы для решения профессиональных задач
		ОПК-1.3.	Имеет практический опыт разработки и реализация математических моделей в профессиональной деятельности
ПК-1.	Способен формулировать задачи с математической точностью, обосновывать утверждения строго и анализировать полученные результаты в области математики и компьютерных наук	ПК-1.1.	Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических наук, программирования и информационных технологий
		ПК-1.2.	Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике
		ПК-1.3.	Имеет опыт работы с задачами в области математики и компьютерных наук, включая применение математических методов для решения практических задач

3. Тематический план

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Трудоемкость, академические часы				ТКУ (текущий контроль успеваемости)
		Очная форма				
		Аудиторная работа		Контроль	Самостоятельная работа	
		Лекции	Семинары (практические занятия)			
1	Введение в нейроинтерфейсы	2			8	Домашние задания
2	Введение в обработку сигналов мозга	2			8	Домашние задания
3	Спектральный анализ ЭЭГ	2			8	Квиз
4	Очистка сигнала методом ICA	2			8	Квиз
5	Выделение признаков для машинного обучения	2	2		8	Аудиторная работа, Квиз
6	Классификация моторных образов (BCI)	2			8	Аудиторная работа, Квиз, Домашние задания
7	SSVEP-нейроинтерфейс	2	2		8	Аудиторная работа, Квиз, Домашние задания
8	Форсайт-сессия: от природы к машине	2			8	Аудиторная работа, Квиз,
9	Знакомство с нейроинтерфейсом и окружением Neiry	2	2		8	Аудиторная работа, Квиз
10	Написание классификатора для управления	2			8	Аудиторная работа, Квиз, Домашние задания
11	Знакомство с микроконтроллерами ESP-32	2	2		4	Проект
	Зачет с оценкой					Проект
	Итого:	***22***	***8***		***84***	
Объем дисциплины (модуля) (в ак. ч.)		***114***				
Объем дисциплины (модуля) (в зач. ед.)		***3***				

4. Содержание дисциплины (модуля)

№п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Содержание дисциплины (модуля) по темам
1	Введение в нейроинтерфейсы	Нейроинтерфейсы и области их применения + демонстрация нейроинтерфейса Введение в нейрофизиологию: Принципы организации мозговой активности: от локализационизма к специализированным нейрональным ансамблям Активность мозга в поведении: электрофизиологическая и метаболическая активность нейрона, нейро-глиальные взаимодействия, специализация нейронов и методы, позволяющие это оценить ЭЭГ, история метода, принцип работы, ритмы ЭЭГ, возможности и ограничения, артефакты. Демонстрация работы электроэнцефалографа
2	Введение в обработку сигналов мозга	Предобработка ЭЭГ: фильтрация (ФНЧ, ФВЧ), удаление шумов. Основы ЭЭГ: частотные ритмы (альфа, бета, тета), основные артефакты (глазные, мышечные)
3	Спектральный анализ ЭЭГ	FFT, спектрограмма. Связь ритмов с состояниями мозга
4	Очистка сигнала методом ICA	Принцип независимых компонент (ICA). Автоматическое и ручное удаление артефактов (глазные, ЭКГ, мышечные)
5	Выделение признаков для машинного обучения	Признаки из ЭЭГ: средняя мощность, дисперсия, асимметрия, отношения ритмов. Задачи классификации и регрессии в BCI
6	Классификация моторных образов (BCI)	Декодирование моторных образов (левая/правая рука). Common Spatial Patterns (CSP). Классификаторы: LDA, SVM, логистическая регрессия
7	SSVEP-нейроинтерфейс	BCI на основе SSVEP (мигающие стимулы 5–30 Гц). Обнаружение частоты по спектру. Архитектура реального BCI
8	Форсайт-сессия: от природы к машине	Форсайт-сессия: от природы к машине
9	Знакомство с нейроинтерфейсом и окружением Neiry	Знакомство с нейроинтерфейсом и окружением
10	Написание классификатора для управления	Настройка фильтров и тестирование классификации
11	Знакомство с микроконтроллерами ESP-32	Интеграция машинного обучения в систему

5. Учебно-методическое обеспечение

Университет располагает полным набором лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, включая продукты отечественного производства.

Каждый студент в течение всего периода обучения получает индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде университета. Эти системы предоставляют возможность доступа к ресурсам из любой точки, где есть подключение к сети Интернет, как на территории университета, так и за его пределами.

Студентам обеспечен удаленный доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Основная литература:

1. Соколова, Л. В. Психофизиология. Развитие учения о мозге и поведении : учебник для вузов / Л. В. Соколова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08318-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/562910.

2. Ковалева, А. В. Нейрофизиология, физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем : учебник для вузов / А. В. Ковалева. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-5087-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/583144.

3. Чертыковцев, В. К. Организация человеко-машинного взаимодействия : учебник для вузов / В. К. Чертыковцев. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 111 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20087-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/588932.

Дополнительная литература:

1. Нейротехнологии / Под ред. Ю.Е. Шелепина, В.Н. Чихмана / Авторы: С.В. Алексеенко, В.М. Бондарко, В.Н. Васильев, П.П. Васильев, О.В. Жукова, А.Р. Кезели, М.П. Кирпичников, А.М. Ламминпия, Е.Ю. Малахова, Р.О. Малашин, Г.А. Моисеенко, С.В. Муравьева, М.А. Островский, С.В. Пономарев, С.В. Пронин, А.В. Соколов, А.С. Тибилов, Г.Е. Труфанов, В.А. Фокин, А.К. Хараузов, В.Н. Чихман, Е.Ю. Шелепин, К.Ю. Шелепин, Ю.Е. Шелепин, Е.Г. Якимова. — СПб.: Изд-во ВВМ, 2018. — 397 с. — ISBN 978-5-9651-1198-5.

2. Нейронауки. Исследование мозга, 4-е изд., в трех томах, том 1./ Марк Ф. Беар, барри У. Коннорс, Майкл А. Парадизо; пер. с англ. Т.В. Иссмаил, В.А. Голингера. – Киев.: «Диалектика», 2020. – 418 с.: ил. – Парал. Тит. Англ. – ISBN 978-617-7874-13-2.

6. Материально-техническое обеспечение

Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения, которые представляют собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского (практического) типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Изучение дисциплины (модуля) обеспечивается в учебных аудиториях, оснащенных:

— столами и стульями;
— компьютерной техникой;
— механическими калькуляторами;
— специализированным оборудованием, включая демонстрационное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе приспособленные для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья, оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Обучающимся предоставляется доступ (в том числе удаленный) к ресурсам информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронным ресурсам (в том числе электронным библиотечным системам, современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам):

№	Наименование портала (издания, курса, документа)	Ссылка
1.	Научная электронная библиотека elibrary.ru библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp
2.	База данных для IT-специалистов	https://habr.com
3.	База данных ScienceDirect	https://www.sciencedirect.com
4.	Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации	https://minobrnauki.gov.ru/
5.	Федеральный портал «Российское образование"	https://www.edu.ru/
6.	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	http://window.edu.ru/
7.	Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов	http://school-collection.edu.ru/
8.	Федеральный центр информационно - образовательных ресурсов	http://fcior.edu.ru/

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), в том числе комплект лицензионного программного обеспечения, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

Наименование ПО	Производство	Лицензионное / свободно распространяемое
Операционные системы:		
Microsoft Imagine (Windows Client, Server)	зарубежное	лицензионное
Браузеры:		
Яндекс.Браузер	отечественное	свободно распространяемое
Google Chrome	зарубежное	свободно распространяемое
Офисные приложения:		
Microsoft Imagine (Visio, OneNote)	зарубежное	лицензионное
TeXstudio	зарубежное	свободно распространяемое
Adobe Acrobat Reader	зарубежное	свободно распространяемое
Программное обеспечение для планирования и учета времени:		
Toggle app	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления проектами:		
Microsoft Imagine (Project)	зарубежное	лицензионное
Системы управления базами данных:		
Microsoft Imagine (SQL Server)	зарубежное	лицензионное
Системы резервного копирования (backup):		

Acronis Backup Advanced for HyperV	зарубежное	лицензионное
Справочно-правовые системы:		
КонсультантПлюс: справочно-правовая система	отечественное	лицензионное
Средства антивирусной защиты:		
Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition	отечественное	лицензионное
Среды разработки:		
Visual Studio Code	зарубежное	свободно распространяемое
Bash (Unix shell)	зарубежное	свободно распространяемое
Anaconda	зарубежное	свободно распространяемое
Robotic Operating System	зарубежное	свободно распространяемое
CopelliaSim	зарубежное	свободно распространяемое
Google Colaboratory	зарубежное	свободно распространяемое
Пакеты программных средств и библиотек:		
AutoPsy	зарубежное	свободно распространяемое
Interactive Disassembler (IDA)	зарубежное	свободно распространяемое
Системы управления библиографической информацией:		
Zotero	зарубежное	свободно распространяемое
Сервисы и службы:		
Bind	зарубежное	свободно распространяемое
Docker	зарубежное	свободно распространяемое

7. Методические и оценочные материалы

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В процессе изучения дисциплины (модуля) «Нейронауки и нейроинтерфейсы» в рамках текущего контроля успеваемости используются такие виды учебной работы, как лекции, семинары, домашние задания, квизы и проект, а также различные виды самостоятельной работы обучающихся по заданию преподавателя, направленные на развитие навыков профессиональной лексики, закрепление практических профессиональных компетенций, поощрение инициатив.

Лекция – систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера.

В процессе лекций рекомендуется вести конспект лекций: кратко и схематично фиксировать основные идеи, выводы и обобщения лекции; выделять важные мысли, ключевые слова и термины. Необходимо отметить вопросы или материалы, которые вызывают затруднения, и попытаться найти ответы в рекомендованной литературе. Если разобраться в материале не удается, следует сформулировать вопрос и задать его преподавателю на консультации или во время семинарского (практического) занятия.

Семинар – это форма учебной деятельности, проводимая в учебном заведении под руководством преподавателя, где студенты активно участвуют в обсуждениях, практических заданиях и других формах взаимодействия.

Для успешной подготовки к семинару рекомендуется заранее ознакомиться с темой занятия и основными материалами, чтобы иметь возможность активно участвовать в обсуждении. Также полезно подготовить вопросы и идеи для обсуждения, что поможет глубже понять материал и продемонстрировать заинтересованность.

Аудиторная работа – активная работа студента на семинаре, его ответы на вопросы преподавателя и участие в дискуссии.

Для успешного участия в семинаре студентам рекомендуется заранее ознакомиться с

темой обсуждения, прочитать необходимые материалы и подготовить вопросы. Важно активно слушать и вовлекаться в дискуссию, высказывая свои мнения и аргументируя их. При ответах на вопросы преподавателя стоит быть уверенным, четким и логичным, опираясь на изученный материал. Также полезно поддерживать диалог с однокурсниками, чтобы обогатить обсуждение и расширить свои знания.

Домашнее задание – набор задач по темам недели.

При работе над домашними заданиями важно внимательно ознакомиться с требованиями и сроками выполнения. Рекомендуется разбивать задания на этапы, чтобы избежать перегрузки и лучше усвоить материал. Использовать различные источники информации, включая учебники и онлайн-ресурсы, для более глубокого понимания темы.

Проект – исследовательская работа по курсу и презентация результатов.

Для успешной подготовки к проекту: четко определите цели и задачи проекта, распределите роли и обязанности между участниками, а также установите сроки выполнения каждой части работы. Регулярно проводите встречи для обсуждения прогресса и решения возникающих вопросов.

Квиз – это интерактивное тестирование, направленное на проверку знаний и понимания изучаемого материала.

Для успешной подготовки к квизу рекомендуется внимательно изучить основные понятия и методы, изучаемые на курсе. Полезно решать практические задачи и примеры, чтобы закрепить теоретические знания. Также стоит ознакомиться с типичными вопросами и форматами заданий, чтобы лучше подготовиться к тестированию.

Самостоятельная работа – работа студентов, направленная на углубленное изучение отдельных тем и вопросов учебной дисциплины (модуля).

В процессе самостоятельной работы студенты взаимодействуют с рекомендованными материалами при минимальном участии преподавателя. Задачи студента включают работу с конспектами лекций (обработка текста), повторное изучение учебных материалов планов и тезисов ответов, изучение дополнительных тем, выполнение учебно-исследовательских заданий и другое.

Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Критерии получения уровня и оценивания сформированности компетенций по дисциплине (модулю) «Нейронауки и нейроинтерфейсы»

Оценивание уровня учебных достижений, обучающихся по дисциплине (модулю), осуществляется в виде текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) осуществляется в форме ***зачета с оценкой***, при этом проводится оценка компетенций, сформированных по дисциплине.

Для оценивания текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используется десятибалльная шкала оценивания, которая соотносится с традиционной пятибалльной шкалой следующим образом, если иное не указано в силлабусе дисциплины:

Десятибалльная оценка	**Пятибалльная оценка**	**Оценка за зачет**	**Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)**
10	Отлично	Зачтено	Студент полностью владеет знаниями, изложенными в рабочей
9	Отлично	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
8	Отлично	Зачтено	программе, и глубоко осмысляет дисциплину. Он самостоятельно и логически последовательно отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее важном. Умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя ключевые моменты и устанавливая причинно-следственные связи. Четко формулирует ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты дисциплины (модуля) с практическими задачами.
7	Хорошо	Зачтено	Студент обладает знаниями предмета почти в полном объеме рабочей программы и самостоятельно, логически последовательно и всесторонне отвечает на все вопросы, акцентируя внимание на наиболее значимых моментах. Он умеет анализировать, сравнивать, классифицировать, обобщать, конкретизировать и систематизировать изученный материал, выделяя его ключевые аспекты и устанавливая причинно-следственные связи. Формулирует свои ответы, уверенно интерпретирует результаты анализов и других исследований, а также решает сложные ситуационные задачи. Студент хорошо знаком с методами исследования, необходимыми для практической
6	Хорошо	Зачтено	

Десятибалльная оценка	Пятибалльная оценка	Оценка за зачет	Общая характеристика результата обучения по дисциплине (модулю)
			деятельности, и умеет связывать теоретические аспекты предмета с практическими задачами.
5	Удовлетворительно	Зачтено	Студент обладает базовыми знаниями по дисциплине (модулю), но испытывает трудности при самостоятельных ответах и использует неточные формулировки. В ходе ответов он допускает ошибки, касающиеся сути вопросов. Студент способен решать только самые простые задачи и владеет лишь минимальным набором методов исследования.
4	Удовлетворительно	Зачтено	
3	Не сдан	Не зачтено	Студент не овладел обязательным минимумом знаний по предмету и не может ответить на вопросы, даже если преподаватель задает дополнительные наводящие вопросы.
2	Не сдан	Не зачтено	
1	Не сдан	Не зачтено	

Дисциплина (модуль) «Нейронауки и нейроинтерфейсы» оценивается следующим образом:

Активность	Вес	Количество	Описание
Накопительная оценка			
Домашние задания	30%	6	Набор задач по темам недели
Квиз	20%	9	Интерактивное тестирование, направленное на проверку знаний и понимания изучаемого материала
Аудиторная работа	30%	15	Активная работа студента на занятии
Проект	20%	1	Исследовательская работа по дисциплине (модулю) и презентация результатов

Итоговая оценка по дисциплине (модулю) «Нейронауки и нейроинтерфейсы» выставляется по накопительной оценке: «0,3 × среднее за домашние задания + 0,2 × квиз + 0,3 × аудиторная работа + 0,2 × проект».

Текущий контроль успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

Примерные вопросы для подготовки к занятию

Семинар 1.

1. Какие основные типы биосигналов выделяются в психофизиологии человека и каковы их источники?
2. В чем заключаются особенности физиологии возбудимых тканей и как они обеспечивают передачу нервных импульсов?
3. Какие структурные и функциональные особенности характерны для нейронов,

обеспечивающих передачу сигналов?

4. Что такое электроэнцефалограмма (ЭЭГ) и вызванные потенциалы, и как они используются для исследования мозговой активности?

5. Какие виды артефактов могут возникать при записи биосигналов, и какие методы применяются для их минимизации?

Семинар 2.

1. Какие основные методы обработки сигналов используются в анализе вызванных потенциалов (ERP), и как они влияют на интерпретацию данных?

2. Какие разновидности форм волн ERP существуют, и как каждая из них связана с определенными когнитивными процессами?

3. Каковы основные методы регистрации и анализа вызванных потенциалов, и какие параметры они позволяют оценить?

4. Что такое спектральный анализ, и как он применяется для изучения ЭЭГ и других биосигналов?

5. В чем заключается суть Фурье анализа, и как он помогает в определении спектральных характеристик ЭЭГ?

Семинар 3.

1. Какие базовые элементы электроники существуют и каковы их функции в электрических цепях? Приведите примеры применения каждого элемента.

2. Каковы основные принципы работы осциллографа, и какие параметры сигнала можно измерять с его помощью? Объясните, как правильно интерпретировать полученные данные.

3. В чем заключается принцип работы тестера (мультиметра), и какие основные функции он выполняет при измерении электрических параметров?

4. Каковы основные отличия между аналоговыми и цифровыми устройствами в схемотехнике, и какие примеры можно привести для каждой категории?

5. Какова роль микропроцессоров в современных электронных устройствах, и какие ключевые принципы их работы следует учитывать при проектировании схем?

Примерные задания для квиза

1. Что такое психофизиология человека?
   a) Изучение связи между психологическими процессами и физиологическими реакциями организма
   b) Изучение химических реакций в организме
   c) Анализ генетических мутаций
   d) Моделирование климатических изменений
   (a)

2. Какие сигналы относятся к биосигналам организма?
   a) Только звуковые волны
   b) Радиоволны от устройств
   c) Электрические, механические и химические сигналы, возникающие в организме
   d) Световые сигналы от ламп
   (c)

3. Что является особенностью возбудимых тканей в физиологии?
   a) Они состоят только из жировых клеток
   b) Они способны генерировать и проводить электрические импульсы
   c) Они не проводят электричество

d) Они не реагируют на внешние раздражители
(b)

4. Что измеряет электроэнцефалограмма (ЭЭГ)?
   a) Температуру тела
   b) Кровяное давление
   c) Частоту дыхания
   d) Электрическую активность мозга
   (d)

5. Что такое артефакты в контексте ЭЭГ?
   a) Внутренние химические реакции
   b) Генетические маркеры
   c) Внешние помехи или шумы, искажающие запись сигналов
   d) Полезные сигналы от мозга
   (c)

6. Какой метод используется для разложения сигнала на частотные компоненты?
   a) Метод линейной регрессии
   b) Фурье-анализ
   c) Метод кластерного анализа
   d) Метод статистического моделирования
   (b)

7. Что такое спектральный анализ в обработке сигналов?
   a) Подсчет количества пиков в сигнале
   b) Усреднение значений сигнала
   c) Анализ распределения энергии сигнала по частотам
   d) Измерение амплитуды сигнала во времени
   (c)

8. Какие формы волн относятся к вызванным потенциалам (ERP)?
   a) Шумовые сигналы от приборов
   b) Постоянные уровни напряжения
   c) Только синусоидальные волны
   d) Разновидности волн, возникающих в ответ на стимулы, такие как P300 или N100
   (d)

9. Что характеризуют спектральные характеристики ЭЭГ?
   a) Количество нейронов в мозге
   b) Скорость кровотока
   c) Распределение мощности по частотным диапазонам мозга (альфа, бета и т.д.)
   d) Температуру окружающей среды
   (c)

10. Какой метод применяется для оценки вызванных потенциалов?
    a) Метод случайного леса
    b) Метод градиентного спуска
    c) Анализ корреляций с погодой
    d) Усреднение сигналов по множеству проб (averaging)
    (d)

11. Что такое базовые элементы электроники?
    a) Только механические детали
    b) Химические вещества для батарей
    c) Резисторы, конденсаторы, транзисторы, диоды и интегральные схемы
    d) Только резисторы и конденсаторы
    (c)

12. Для чего используется осциллограф в электронике?
    a) Для подсчета количества электронов
    b) Для генерации звуковых волн
    c) Для измерения температуры
    d) Для визуализации и анализа электрических сигналов во времени
    (d)

13. Что изучает схемотехника аналоговых устройств?
    a) Только цифровые коды
    b) Генерацию случайных чисел
    c) Проектирование схем для непрерывных сигналов, таких как усилители и фильтры
    d) Только механические соединения
    (c)

14. Какой принцип лежит в основе работы микропроцессорных устройств?
    a) Световые эффекты
    b) Обработка данных с помощью программ и логических операций
    c) Химические реакции
    d) Механическое давление
    (b)

15. Что измеряет мультиметр (тестер) в электронике?
    a) Температуру воздуха
    b) Уровень шума в помещении
    c) Только вес объектов
    d) Напряжение, ток, сопротивление и другие электрические параметры
    (d)

16. Что такое мозг-компьютерный интерфейс (BCI)?
    a) Прибор для анализа крови
    b) Генератор электромагнитных волн
    c) Система, позволяющая взаимодействовать с компьютером напрямую через сигналы мозга
    d) Устройство для измерения пульса
    (c)

17. Какие сигналы регистрируют нейроинтерфейсы в BCI?
    a) Световые импульсы от лазеров
    b) Радиосигналы от телевизоров
    c) Только звуковые сигналы
    d) ЭЭГ, fMRI или другие биосигналы мозга
    (d)

18. Что включает сборка аппаратной части BCI?
    a) Изготовление химических растворов

b) Установку механических рычагов
c) Подключение электродов, усилителей и компьютера для обработки сигналов
d) Только программное обеспечение
(c)

19. Какие алгоритмы используются для распознавания ритмов мозга в BCI?
a) Методы рисования графиков
b) Химический анализ проб
c) Алгоритмы машинного обучения, такие как SVM или нейросети
d) Только статистические тесты
(c)

20. Что такое библиотеки и пакеты для реализации BCI?
a) Музыкальные приложения
b) Книги по психологии
c) Только физические инструменты
d) Программные инструменты, такие как Python-библиотеки (например, MNE или PyBCI) для обработки сигналов
(d)

Примерные домашние задания

Домашнее задание 1.

Задание 1.

Напишите краткий обзор (1-2 страницы) основных методов обработки сигналов, используемых в психофизиологии, включая фильтрацию, сглаживание и выделение признаков. Приведите примеры их применения в анализе биосигналов.

Задание 2.

Выберите одну разновидность формы волны ERP (например, N200 или P300) и подготовьте презентацию (5-7 слайдов), в которой опишите ее характеристики, связь с когнитивными процессами и методы регистрации.

Задание 3.

Исследуйте и опишите (1-2 страницы) различные методы регистрации вызванных потенциалов, такие как стимуляция и анализ, а также их преимущества и недостатки. Включите примеры исследований, использующих эти методы.

Задание 4.

Выполните практическое задание, используя программное обеспечение (например, MATLAB или Python), для выполнения спектрального анализа заданного набора данных ЭЭГ. Подготовьте отчет (2-3 страницы) с описанием использованных методов, полученных результатов и их интерпретации.

Задание 5.

Напишите эссе (1-2 страницы) о значении Фурье анализа в изучении спектральных характеристик ЭЭГ. Обсудите, как Фурье анализ помогает в выявлении различных частотных компонентов ЭЭГ и их связи с нейрофизиологическими состояниями.

Домашнее задание 2.

Задание 1.

Подготовьте краткий доклад (1-2 страницы) с описанием основных электронных компонентов (резисторы, конденсаторы, диоды, транзисторы). Для каждого элемента укажите его назначение, символ и пример применения в схемах.

Задание 2.

Выполните измерения сопротивления, напряжения и тока в простой электрической цепи с помощью тестера (мультиметра). Составьте отчет с описанием процедуры, полученными результатами и выводами.

Задание 3.

Ознакомьтесь с принципами работы осциллографа и запишите видео или сделайте фотоэкран с демонстрацией измерения сигнала (например, синусоидального или прямоугольного). Опишите основные параметры сигнала, измеренные с помощью прибора.

Задание 4.

Нарисуйте и проанализируйте две простые схемы: одну аналоговую (например, усилитель на транзисторе) и одну цифровую (например, логический элемент ИЛИ). Опишите принцип их работы и основные отличия.

Задание 5.

Изучите архитектуру базового микропроцессора и составьте схему его основных блоков (ЦПУ, память, интерфейсы). Напишите краткое эссе (1 страница) о роли микропроцессоров в современных электронных системах и их применении.

Домашнее задание 3.

Задание 1.

Подготовьте отчет (2-3 страницы) о различных типах медицинского оборудования, используемого в нейрофизиологии, включая ЭЭГ, МРТ и другие. Опишите принцип работы каждого устройства и его применение в клинической практике.

Задание 2.

Создайте презентацию (5-7 слайдов) о структуре и принципах работы нейроинтерфейсов. Включите в нее информацию о типах сигналов, которые они регистрируют, и их применении в реабилитации и нейропсихологии.

Задание 3.

Исследуйте различные методики регистрации сигналов мозг-компьютерных интерфейсов (например, ЭЭГ, ЭКГ, МЭГ). Напишите эссе (1-2 страницы) о преимуществах и недостатках каждой методики, а также о том, в каких случаях они наиболее эффективны.

Задание 4.

Выполните практическое задание по сборке простого мозг-компьютерного интерфейса с использованием доступного оборудования (например, Arduino и ЭЭГ-датчика). Подготовьте отчет с описанием процесса сборки и полученных результатов.

Задание 5.

Разработайте алгоритм для распознавания базовых ритмов мозга (альфа, бета, тета) с использованием программного обеспечения (например, Python с библиотеками для обработки сигналов). Опишите шаги реализации и представьте результаты в виде графиков и таблиц.

Примерное описание задания и критерии оценивания к проекту

Цель проекта:

Разработать и реализовать мозг-компьютерный интерфейс (МКИ) для регистрации и анализа биосигналов человека, с акцентом на психоэмоциональные состояния, используя методы математического анализа сигналов и элементы электроники.

Задачи проекта:

1. Изучить основные биосигналы, их физиологические основы и особенности регистрации.
2. Применить методы математического анализа сигналов для обработки зарегистрированных данных.
3. Составить схемотехническое решение для сборки аппаратной части интерфейса.
4. Разработать алгоритмы для распознавания базовых ритмов мозга (альфа, бета, тета).

5. Оценить эффективность разработанного интерфейса в контексте определения психоэмоциональных состояний.

Критерии оценки проекта:

1. **Теоретическая база (30%)**

— Полнота и глубина изучения психофизиологии человека и биосигналов.

— Качество анализа методов обработки сигналов и их применение к биосигналам.

— Освещение принципов работы электроники и схемотехники, используемых в проекте.

2. **Практическая реализация (40%)**

— Качество сборки аппаратной части интерфейса (точность, аккуратность, соответствие схемотехническому решению).

— Эффективность алгоритмов распознавания ритмов мозга (точность распознавания, скорость обработки данных).

— Успешность регистрации и анализа психоэмоциональных состояний (проверка на реальных данных, наличие тестирования).

3. **Документация и презентация (20%)**

— Полнота документации (отчеты, схемы, графики, результаты тестирования).

— Четкость и логичность представления информации в презентации (структура, визуальные материалы, объяснение результатов).

4. **Инновационность и креативность (10%)**

— Оригинальность подхода к разработке интерфейса и алгоритмов.

— Внедрение новых методов или технологий в проект (например, использование современных библиотек и пакетов для анализа сигналов).

Ожидаемые результаты:

— Рабочий мозг-компьютерный интерфейс, способный регистрировать и анализировать биосигналы.

— Доклад о проведенном исследовании с выводами и рекомендациями по использованию интерфейса для анализа психоэмоциональных состояний.

— Презентация проекта, демонстрирующая процесс разработки и полученные результаты.

Задания для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ п/п	Задание	Ответ	Компетенция
1.	При регистрации электроэнцефалограммы (ЭЭГ) часто возникают артефакты, например, от моргания или мышечной активности. Какой из перечисленных подходов наиболее системно поможет снизить влияние артефактов при анализе сигнала? a) Игнорировать участки с артефактами при анализе b) Использовать фильтрацию и методы спектрального анализа для выделения полезного сигнала c) Увеличить амплитуду сигнала для подавления артефактов d) Записывать сигнал только в состоянии покоя без движения	b	УК-1
2.	При разработке портативного нейроинтерфейса "мозг-компьютер" с ограниченными вычислительными ресурсами и требованиями к точности регистрации ЭЭГ, какой метод обработки сигналов наиболее оптимален для снижения влияния артефактов?	b	УК-2

	a) Использование сложных пространственных фильтров, требующих больших ресурсов b) Применение адаптивной фильтрации с учётом ограничений по мощности и времени обработки c) Игнорирование артефактов и последующая ручная обработка данных d) Увеличение числа электродов для повышения качества сигнала		
3.	Какой из перечисленных методов наиболее эффективно применяется для подавления артефактов в ЭЭГ-сигналах при построении интерфейсов «мозг-компьютер»? a) Прямое усреднение сигнала без фильтрации b) Усиление сигнала с помощью оператора свертки c) Адаптивное фильтрование с использованием алгоритма LMS d) Применение дискретного косинусного преобразования без предварительной обработки	c	ПК-1
4.	При анализе вызванных потенциалов (ERP) необходимо учитывать артефакты, возникающие из-за движений пациента. Какое математическое действие позволит формализовать задачу удаления артефактов из временного ряда ЭЭГ? a) Построение модели шума и применение адаптивного фильтра b) Усиление сигнала с помощью оператора свертки c) Применение дискретного косинусного преобразования без фильтрации d) Применение порогового детектирования амплитуды	a	ПК-1
5.	Назовите ключевой этап обработки биосигналов, который позволяет отделить полезный мозговой сигнал от артефактов и шумов.	Фильтрация/ Предварительная обработка сигналов	УК-1
6.	Как называется процесс выбора метода обработки ЭЭГ-сигналов, учитывающий требования точности, скорость обработки и соответствие нормативам?	Оптимизация обработки сигналов	УК-2
7.	Как называется процесс, который используется для извлечения информации из биосигналов, таких как вызванные потенциалы, с помощью анализа их спектральных характеристик?	Спектральный анализ	ОПК-1
8.	Какой метод анализа временных рядов биосигналов используется для выделения и оценки вызванных потенциалов с учётом шума?	Скользящее усреднение/Усреднение по триггерам	ПК-1
9.	Как называется основной биосигнал, регистрируемый при построении интерфейсов мозг-компьютер, отражающий электрическую активность коры головного мозга?	Электроэнцефалограмма/ЭЭГ	ПК-1