

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Акчурин Сергей Владимирович

Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии

Дата подписания: 2025.08.28 11:29:19

Уникальный программный ключ:

7abcc100773ae7c9c6b4a7a083ff3fbbf160d2a



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВОРГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт экономики и управления АПК

Кафедра прикладной информатики

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института

зоотехнии и биологии

Акчурин С.В.

“28” августа 2025 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ФТД.01 Нейроинтерфейсы: анализ биоданных**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление 06.04.01 Биология

Направленность: Биоинформатика

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения – очная

Год начала подготовки – 2025

Москва, 2025

Разработчик: Потапов Б.В., д.т.н.

  
«28» августа 2025 г.

Рецензент: Щедрина Е.В., к.п.н., доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов

  
«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.04.01 Биология и учебного плана по данному направлению.

Программа обсуждена на заседании кафедры прикладной информатики протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой прикладной информатики:  
Худякова Е.В., д.э.н., профессор

  
«28» августа 2025 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии института зоотехнии и биологии  
Маннапов А.Г., д.б.н., профессор

  
«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой  
разведения, генетики и биотехнологии животных  
Гладких М.Ю., к.с.-х.н., доцент

  
«28» августа 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ /



## Аннотация

### **рабочей программы учебной дисциплины «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» для подготовки магистров по направлению 06.04.01 «Биология» направленности (профилю) Биоинформатика**

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся целостного представления о современных нейроинтерфейсных технологиях как междисциплинарной области, объединяющей нейробиологию, биоинформатику, анализ биологических сигналов и методы обработки данных, а также развитие профессиональных компетенций в области анализа и интерпретации нейробиологических данных. В рамках освоения дисциплины предполагается углубление знаний о биологических и физиологических механизмах формирования нейросигналов, лежащих в основе функционирования нейроинтерфейсов, а также освоение базовых методов регистрации, предварительной обработки и анализа биоданных, используемых в системах взаимодействия «мозг – компьютер». Особое внимание уделяется пониманию природы нейробиологических сигналов, их вариабельности, наличию шумов и артефактов, а также ограничениям, связанным с биологическими особенностями нервной системы.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений, по направлению подготовки 06.04.01 «Биология».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3.

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» ориентирована на формирование у магистрантов компетенций в области современных нейротехнологий и методов анализа нейробиологических данных, используемых в системах взаимодействия «мозг – компьютер» (Brain–Computer Interfaces, BCI). Дисциплина носит междисциплинарный характер и объединяет элементы нейробиологии, биоинформатики, анализа биосигналов и вычислительных методов обработки данных.

В рамках дисциплины рассматриваются основные подходы к построению нейроинтерфейсов, их классификация по способу регистрации сигналов (инвазивные, полуинвазивные, неинвазивные), а также биологические и физиологические предпосылки формирования нейросигналов. Особое внимание уделяется типам биоданных, используемых в нейроинтерфейсных системах, включая электроэнцефалографические и электромиографические сигналы, их характеристикам как временных рядов и ограничениям, обусловленным индивидуальной вариабельностью и наличием шумов и артефактов.

Значительная часть дисциплины посвящена практическим аспектам анализа биоданных: изучаются методы предварительной обработки сигналов (фильтрация, подавление артефактов, нормализация), временной и спектральный анализ, извлечение информативных признаков и формирование признакового пространства для последующей классификации. Рассматриваются базовые подходы

к распознаванию состояний или намерений пользователя, критерии оценки качества классификации и интерпретации результатов с учётом нейрофизиологического контекста.

В практической части дисциплины обучающиеся осваивают типовой аналитический пайплайн обработки нейробиологических данных: от первичного анализа структуры и качества датасетов до построения и оценки моделей распознавания. Также изучаются прикладные кейсы использования нейроинтерфейсов в биомедицинской реабилитации, когнитивных исследованиях и системах управления, обсуждаются ограничения и перспективы нейроинтерфейсных технологий, а также этические аспекты работы с нейробиоданными и персональными биометрическими данными.

Дисциплина обеспечивает подготовку магистрантов к выполнению исследовательских и прикладных задач в области биоинформатики и нейробиологии, а также к анализу экспериментальных данных в рамках научно-исследовательской работы и подготовки магистерской диссертации.

**Общая трудоёмкость дисциплины / в том числе практическая подготовка:** 72 часов/2 зачётные единицы.

**Промежуточный контроль:** зачет.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Цель освоения дисциплины является формирование у обучающихся целостного представления о современных нейроинтерфейсных технологиях как междисциплинарной области, объединяющей нейробиологию, биоинформатику, анализ биологических сигналов и методы обработки данных, а также развитие профессиональных компетенций в области анализа и интерпретации нейробиологических данных. В рамках освоения дисциплины предполагается углубление знаний о биологических и физиологических механизмах формирования нейросигналов, лежащих в основе функционирования нейроинтерфейсов, а также освоение базовых методов регистрации, предварительной обработки и анализа биоданных, используемых в системах взаимодействия «мозг – компьютер». Особое внимание уделяется пониманию природы нейробиологических сигналов, их вариабельности, наличию шумов и артефактов, а также ограничениям, связанным с биологическими особенностями нервной системы.

Цель дисциплины также заключается в формировании у магистрантов навыков применения инструментов биоинформатики и анализа данных для решения прикладных и исследовательских задач, связанных с нейроинтерфейсами. Освоение дисциплины направлено на развитие аналитического мышления, способности интерпретировать результаты обработки биоданных с учётом нейрофизиологического контекста и использовать полученные знания при выполнении научно-исследовательских работ, проектной деятельности и в профессиональной сфере, связанной с биомедицинскими и нейротехнологиями..

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» входит в вариативную часть основной образовательной программы магистратуры по направлению

подготовки 06.04.01 «Биология», направленность «Биоинформатика», и ориентирована на формирование специализированных профессиональных компетенций, связанных с анализом сложных биологических данных и применением современных вычислительных методов в нейробиологических исследованиях.

Изучение дисциплины опирается на результаты освоения обучающимися фундаментальных и общепрофессиональных дисциплин бакалавриата и магистратуры, включая нейробиологию, физиологию человека и животных, биоинформатику, математическую статистику, методы анализа данных, основы программирования и вычислительной обработки информации. Полученные ранее знания создают необходимую теоретическую и методологическую базу для понимания механизмов формирования нейробиологических сигналов и особенностей их анализа.

Дисциплина занимает важное место в системе подготовки магистрантов-биоинформатиков, поскольку интегрирует биологические знания с современными методами обработки и интерпретации данных, характерными для междисциплинарных направлений науки. Она обеспечивает связь между теоретическими основами нейронаук и практическими инструментами анализа биоданных, что особенно актуально в условиях активного развития нейротехнологий, биомедицинских систем и интеллектуальных интерфейсов.

Освоение дисциплины способствует формированию у обучающихся понимания роли нейроинтерфейсов в современных научных исследованиях и прикладных разработках, включая медицинскую диагностику и реабилитацию, когнитивные исследования, системы поддержки принятия решений и человеко-машинное взаимодействие. Дисциплина также закладывает основы для дальнейшего изучения специализированных курсов, связанных с машинным обучением в биологии, анализом больших биомедицинских данных, вычислительной нейробиологией и разработкой интеллектуальных систем.

Результаты освоения дисциплины используются при выполнении научно-исследовательской работы магистрантов, подготовке магистерской диссертации, а также при прохождении практик и стажировок, ориентированных на анализ экспериментальных данных и разработку биоинформатических решений. Таким образом, дисциплина «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» занимает системообразующее место в учебном плане магистерской программы, обеспечивая междисциплинарную подготовку обучающихся и их готовность к профессиональной и исследовательской деятельности в области биоинформатики и нейробиологии.

Рабочая программа дисциплины «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

### **4 Структура и содержание дисциплины**

Курс проходит во 2-м семестре и рассчитан на 4 часа лекций, 12 часов практических занятий.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится на практических занятиях с помощью практических работ и оценки самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль проводится в форме зачета во 2-м семестре.

#### **4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам**

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины (профессиональные компетенции)

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	Способен ставить, формализовывать и решать научные задачи, в том числе разрабатывать и исследовать, системно анализировать научные проблемы, получать новые научные результаты.	ПКос-1.1 Знать: Способен находить, анализировать и обобщать информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности.	информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности.		
			ПКос-1.2 Уметь: реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности, формулировать цели, задачи, обоснованно подбирать методы научного исследования, адекватных поставленной цели исследования.	реферировать научные труды, составлять аналитические обзоры накопленных сведений в мировой науке и производственной деятельности, формулировать цели, задачи, обоснованно подбирать методы научного исследования, адекватных поставленной цели исследования.		
			ПКос-1.3 Владеть: навыками самостоятельного выбора и			навыками самостоятельного выбора и обоснования цели и

			обоснования цели и задач научного исследования, выполнения теоретических и экспериментальных исследований с использованием современных цифровых средств и технологий.			задач научного исследования, выполнения теоретических и экспериментальных исследований с использованием современных цифровых средств и технологий.
2	ПКос-2	Способен обрабатывать и критически оценивать результаты научно-исследовательских работ, обобщать полученные экспериментальные данные с использованием современных цифровых средств и технологий.	ПКос-2.1 Знать: правила и методики анализа результатов научных исследований, специализированное программное обеспечение, способы обработки получаемых эмпирических данных и их интерпретации.	правила и методики анализа результатов научных исследований, специализированное программное обеспечение, способы обработки получаемых эмпирических данных и их интерпретации.		
			ПКос-2.2 Уметь: анализировать получаемую полевую и лабораторную биологическую информацию с использованием современной вычислительной техники; систематизировать экспериментальные данные; обобщать			

			<p>полученные результаты в контексте ранее накопленных в науке знаний; получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; представлять результаты научных исследований; нести ответственность за качество выполняемых работ.</p>		<p>получать новые достоверные факты на основе наблюдений, опытов, научного анализа эмпирических данных; представлять результаты научных исследований; нести ответственность за качество выполняемых работ.</p>	
			<p>ПКос-2.3 Владеть: навыками подготовки научных публикаций, отчетов, обзоров, патентов и докладов; участия в организации и проведении научных семинаров и конференций; статистическими методами сравнения полученных экспериментальных данных и определения закономерностей; способностью формулировать</p>			<p>навыками подготовки научных публикаций, отчетов, обзоров, патентов и докладов; участия в организации и проведении научных семинаров и конференций; статистическими методами сравнения полученных экспериментальных данных и определения закономерностей; способностью формулировать выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных</p>

			выводы и практические рекомендации на основе репрезентативных и оригинальных результатов исследований.			и оригинальных результатов исследований.
3	ПКос-4	Способен профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием (приборами и установками, специализированными пакетами прикладных программ) в избранной предметной области	ПКос-4.1 Знать: специфику полевых и лабораторных работ в соответствии с избранной предметной областью, принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ).	специфику полевых и лабораторных работ в соответствии с избранной предметной областью, принципы работы используемого оборудования (специализированных пакетов прикладных программ).		
			ПКос-4.2 Уметь: проводить эксперименты с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ).		проводить эксперименты с использованием исследовательского оборудования (пакетов прикладных программ).	
			ПКос-4.3 Владеть: способностью оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов.			способностью оценивать точность полученных экспериментальных (численных) результатов.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
		№ 3
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>16,25</b>	<b>16,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	16	16
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	4	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	12	12
<i>консультации перед зачетом</i>	-	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>55,75</b>	<b>55,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	46,75	46,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:		Зачет

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
Тема 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы формирования нейро-сигналов.	28,75	2	6	0	20,75
Тема 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.	34	2	6	0	26
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0	0	0,25	0
Консультации перед зачетом		0	0	0	
Подготовка к зачету (контроль)	9	0	0	0	9
<b>Всего за 2-й семестр</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>0,25</b>	<b>55,75</b>

## **Тема 1.**

Тема 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы формирования нейросигналов.

В лекции рассматриваются теоретические и биологические основы нейроинтерфейсов как междисциплинарного направления, находящегося на стыке нейробиологии, биоинформатики и технологий анализа данных. Вводится понятие нейроинтерфейса (brain–computer interface, BCI), раскрывается его назначение и основные области применения в научных исследованиях, медицине, реабилитации и системах человеко-машинного взаимодействия.

Особое внимание уделяется историческим этапам развития нейроинтерфейсов, начиная с первых экспериментов по регистрации биоэлектрической активности мозга и заканчивая современными интеллектуальными системами. Рассматривается классификация нейроинтерфейсов по способу регистрации сигналов (инвазивные, полуинвазивные и неинвазивные), а также их биологические и технические ограничения.

В рамках лекции анализируются нейрофизиологические механизмы генерации нейросигналов, включая биоэлектрическую активность нейронов, синаптическую передачу и формирование суммарных потенциалов. Рассматриваются основные источники биоданных, используемых в нейроинтерфейсах, такие как электроэнцефалография (ЭЭГ) и электромиография (ЭМГ), их биологическая природа и особенности регистрации.

Лекция формирует у обучающихся базовое понимание биологических предпосылок функционирования нейроинтерфейсов и закладывает фундамент для дальнейшего изучения методов анализа нейробиологических данных в рамках дисциплины.

## **Тема 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.**

Лекция посвящена рассмотрению типов биоданных, используемых в нейроинтерфейсных системах, и основным подходам к их анализу в рамках биоинформатики и обработки сигналов. Рассматриваются особенности нейробиологических данных как сложных временных рядов, характеризующихся высокой вариабельностью, зашумлённостью и индивидуальными различиями. В лекции подробно анализируются основные виды биосигналов, применяемых в нейроинтерфейсах, включая электроэнцефалографические и электромиографические данные, а также обсуждаются особенности их регистрации, хранения и представления в цифровом виде. Отдельное внимание уделяется проблеме артефактов и шумов, возникающих при записи биосигналов, и их биологическим и техническим источникам.

Рассматриваются базовые этапы анализа биоданных в нейроинтерфейсах, включающие предварительную обработку сигналов, фильтрацию, нормализацию и оценку качества данных. Дается обзор основных методов временного и спектрального анализа, применяемых для извлечения информативных характеристик нейросигналов.

Лекция также затрагивает вопросы интерпретации результатов анализа биоданных с учётом нейрофизиологического контекста и ограничений применяемых методов. Формируется понимание роли анализа данных как ключевого элемента в разработке и оценке эффективности нейроинтерфейсных систем.

### 4.3 Лекции/практические занятия

Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия представлено в таблице 4.

**Таблица 4**  
**Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	№ темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Тема 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы формирования нейро-сигналов.	Лекция № 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы формирования нейро-сигналов.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-4.1; ПКос-4.3	-	2
		Практическое занятие № 1. Обзор и подготовка нейробиологических данных. Практическое занятие № 2. Предварительная обработка биосигналов. Практическое занятие № 3. Временной и спектральный анализ биоданных.		устный опрос	64
2.	Тема 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.	Лекция № 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.	ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3	-	2
		Практическое занятие № 4. Извлечение признаков из нейробиологических данных. Практическое занятие № 5. Классификация и интерпретация нейробиологических данных. Практическое занятие № 6. Применение нейроинтерфейсов и анализ практических кейсов.		устный опрос	6

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины представлены в таблице 5.

Таблица 5

##### Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	Тема 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы формирования нейро-сигналов.	Методы предварительной обработки биосигналов. ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-4.2; ПКос-4.3
2.	Тема 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.	Методология извлечения признаков из нейробиологических данных. ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2; ПКос-2.3; ПКос-4.1; ПКос-4.2; ПКос-4.3

#### 5 Образовательные технологии

Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий представлено в таблице 6.

Таблица 6

##### Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Тема 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы формирования нейро-сигналов.	ПЗ Компьютерные симуляции (программа GPSS World)
2.	Тема 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.	ПЗ Компьютерные симуляции (Система Anylogic, Draw.io)

#### 6 Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

##### Вопросы для устного опроса

**Тема 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы формирования нейро-сигналов.**

1. Что понимается под нейроинтерфейсом и каково его основное назначение?
2. Какие этапы можно выделить в истории развития нейроинтерфейсов?

3. В чём различия между инвазивными, полуинвазивными и неинвазивными нейроинтерфейсами?
4. Какие биологические процессы лежат в основе формирования нейросигналов?
5. Почему электроэнцефалография широко используется в нейроинтерфейсах?
6. Какие преимущества и ограничения имеют неинвазивные методы регистрации сигналов?
7. Какую роль играет нейробиология в разработке нейроинтерфейсов?
8. Какие области применения нейроинтерфейсов наиболее перспективны?
9. Какие типы биоданных используются в системах ВСИ?
10. В чём заключается междисциплинарный характер нейроинтерфейсов?1.

## **Тема 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.**

1. Какие типы биоданных используются в нейроинтерфейсах и чем они отличаются?
2. Почему нейробиологические данные считаются сложными для анализа?
3. Какие основные источники шумов и артефактов характерны для биосигналов?
4. В чём заключается цель предварительной обработки биоданных?
5. Какие методы фильтрации применяются при анализе нейросигналов?
6. Чем отличается временной анализ биосигналов от спектрального?
7. Какие характеристики нейросигналов могут использоваться как информативные признаки?
8. Почему важна биологическая интерпретация результатов анализа?
9. Какие ограничения следует учитывать при анализе нейробиологических данных?
10. Какую роль играет анализ биоданных в эффективности нейроинтерфейса?

### **Практические задания**

#### **Практическое занятие 1. Обзор и подготовка нейробиологических данных.**

Практическое занятие направлено на формирование у обучающихся первичных навыков работы с нейробиологическими данными, используемыми в системах нейроинтерфейсов. В рамках занятия студенты знакомятся с особенностями представления биоданных, источниками их получения и основными требованиями к качеству данных, применяемых в нейроинтерфейсных исследованиях.

В начале занятия рассматриваются основные типы нейробиологических данных, включая электроэнцефалографические и электромиографические сигналы, а также их характеристики как временных рядов. Особое внимание уделяется специфике биоданных, связанной с их высокой вариабельностью, зависимостью от физиологического состояния испытуемого и чувствительностью к внешним воздействиям. Обсуждаются особенности экспериментального

дизайна при сборе нейроданных и влияние условий регистрации на качество сигналов.

Далее обучающиеся знакомятся с распространёнными форматами хранения нейробиологических данных, структурой файлов и метаданными, сопровождающими экспериментальные записи. Рассматриваются примеры открытых нейрофизиологических датасетов, используемых в научных исследованиях и образовательной практике. Студенты анализируют структуру данных, определяют количество каналов, частоту дискретизации, длительность записи и другие ключевые параметры.

Практическая часть занятия включает визуализацию временных рядов биосигналов, первичную оценку их качества и выявление характерных особенностей сигналов. Обучающиеся учатся интерпретировать графическое представление нейробиологических данных и формируют понимание необходимости предварительной обработки перед проведением более сложного анализа. В результате занятия формируется базовое представление о подготовительном этапе анализа биоданных в нейроинтерфейсных системах.

## **Практическое занятие 2. Предварительная обработка биосигналов.**

Практическое занятие посвящено изучению и освоению методов предварительной обработки нейробиологических сигналов, являющихся обязательным этапом анализа биоданных в нейроинтерфейсах. Основная цель занятия заключается в формировании у обучающихся понимания значимости предварительной обработки и её влияния на достоверность результатов дальнейшего анализа.

В ходе занятия рассматриваются основные виды шумов и артефактов, характерных для нейробиологических данных, включая физиологические (движения глаз, мышечная активность, сердечные сокращения) и технические источники искажений. Обсуждается природа этих артефактов, причины их возникновения и способы их выявления на временных и спектральных представлениях сигналов.

Практическая часть занятия включает освоение методов фильтрации биосигналов, направленных на подавление нежелательных частотных компонентов и шумов. Рассматриваются полосовые, низкочастотные и высокочастотные фильтры, а также принципы их применения к нейробиологическим данным. Обучающиеся выполняют фильтрацию экспериментальных сигналов и анализируют изменения формы сигналов после обработки.

Кроме того, в рамках занятия рассматриваются методы нормализации и стандартизации биоданных, позволяющие привести сигналы к сопоставимому масштабу. Студенты оценивают качество сигналов до и после предварительной обработки, анализируют влияние выбранных параметров обработки на сохранение биологически значимой информации. Занятие формирует практические навыки подготовки биоданных к последующему анализу и интерпретации.

### **Практическое занятие 3. Временной и спектральный анализ биоданных.**

Практическое занятие направлено на освоение методов временного и спектрального анализа нейробиологических сигналов, широко применяемых в системах нейроинтерфейсов. Занятие формирует у обучающихся понимание того, как различные методы анализа позволяют выявлять информативные характеристики биосигналов.

В теоретической части занятия кратко рассматриваются основные показатели временного анализа, включая амплитудные характеристики, статистические параметры и особенности формы сигналов. Обсуждается значение временных характеристик для анализа активности нейронных и мышечных систем.

Основное внимание уделяется спектральному анализу биосигналов. Рассматриваются принципы преобразования Фурье и способы представления сигналов в частотной области. Обучающиеся изучают понятие спектральной плотности мощности и её интерпретацию с точки зрения нейрофизиологии. Анализируются характерные частотные диапазоны нейросигналов и их функциональное значение.

Практическая часть занятия включает выполнение спектрального анализа экспериментальных биоданных, построение спектров и анализ распределения мощности по частотам. Студенты сравнивают временные и спектральные представления сигналов, делают выводы о преимуществах и ограничениях каждого подхода. В результате занятия формируются навыки применения методов анализа сигналов для извлечения биологически значимой информации.

### **Практическое занятие 4. Извлечение признаков из нейробиологических данных.**

Практическое занятие посвящено изучению методов извлечения признаков из нейробиологических данных, являющихся ключевым этапом при построении нейроинтерфейсных систем. Основная цель занятия – сформировать у обучающихся представление о признаковом описании биосигналов и его роли в анализе и классификации данных.

В рамках занятия рассматриваются основные типы признаков, используемых при анализе нейробиологических сигналов, включая временные, частотные и статистические признаки. Обсуждаются принципы выбора признаков с учётом специфики анализируемых данных и задач нейроинтерфейса.

Практическая часть занятия включает вычисление различных признаков для экспериментальных сигналов, формирование признаковых векторов и анализ их информативности. Студенты сравнивают различные наборы признаков, оценивают их чувствительность к изменениям сигналов и устойчивость к шумам.

Особое внимание уделяется проблеме избыточности признаков и необходимости их отбора. Обсуждаются подходы к снижению размерности

признакового пространства и повышению эффективности последующего анализа. В результате занятия формируются практические навыки подготовки данных к этапу классификации и интерпретации.

### **Практическое занятие 5. Классификация и интерпретация нейробиологических данных.**

Практическое занятие направлено на освоение базовых подходов к классификации нейробиологических данных и интерпретации результатов анализа в контексте нейроинтерфейсов. Основной акцент делается на понимании логики классификационных методов, а не на глубокой математической формализации.

В ходе занятия рассматриваются основные задачи классификации в нейроинтерфейсных системах, такие как распознавание состояний, намерений или типов активности. Обсуждаются принципы обучения классификаторов и критерии оценки их эффективности.

Практическая часть занятия включает применение простых классификационных методов к ранее сформированным признаковым данным. Обучающиеся анализируют результаты классификации, оценивают точность моделей и обсуждают факторы, влияющие на качество распознавания.

Особое внимание уделяется биологической интерпретации результатов классификации, а также ограничениям используемых методов. Студенты учатся критически оценивать полученные результаты и учитывать особенности нейробиологических данных при их интерпретации.

### **Практическое занятие 6. Применение нейроинтерфейсов и анализ практических кейсов.**

Практическое занятие посвящено рассмотрению прикладных аспектов использования нейроинтерфейсов и анализу реальных кейсов из области нейробиологии и биомедицины. Основная цель занятия – показать практическую значимость методов анализа биоданных и их роль в современных научных и прикладных разработках.

В рамках занятия рассматриваются примеры применения нейроинтерфейсов в медицинской реабилитации, когнитивных исследованиях, системах управления и научных экспериментах. Обсуждаются особенности реализации нейроинтерфейсных решений и требования к анализу биоданных в реальных условиях.

Практическая часть занятия включает анализ конкретных кейсов с использованием ранее изученных методов обработки и анализа данных. Студенты обсуждают возможные источники ошибок, ограничения и перспективы развития нейроинтерфейсных технологий.

Занятие также затрагивает этические и биологические аспекты использования нейроинтерфейсов, формируя у обучающихся ответственное отношение к применению нейротехнологий. В завершение занятия студенты готовят краткий аналитический вывод, обобщающий полученные знания и навыки.

## 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенций по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

В основу традиционной системы положены принципы, в соответствии с которыми происходит формирование оценки за ответ (решение теста), осуществляется в ходе текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся. Критерии оценки успеваемости представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии оценки успеваемости

Критерии оценки	Оценка
5	Отличное знание теоретических основ имитационного моделирования, владение навыками работы в компьютерной программе. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий
4	Хорошее знание теоретических основ математического моделирования, знание основных основ работы в компьютерной программе для реализации имитационных моделей. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
3	Удовлетворительное знание теоретических основ имитационного моделирования, знание смысла основных моделируемых экономических процессов. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
2	Несоответствие вышеназванным критериям. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Смирязев, А. В. Генетическая дивергенция родительских форм и наследственная изменчивость потомства. Биометрико-генетический анализ : [Электронный ресурс] : монография / А. В. Смирязев ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. - 134 с. - URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/3345.pdf>.

2. Овчинников, П. Е. Применение искусственных нейронных сетей для обработки сигналов : [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие /

П. Е. Овчинников. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2012. - 32 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/153253>.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Коломеева, Е. С. Статистическое исследование эффективности животноводства в условиях структурных изменений аграрного сектора : [Электронный ресурс] : монография / Е. С. Коломеева, М. В. Кагилова ; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Электрон. текстовые дан. - Москва : Перо, 2020. - 199 с. : рис., табл. - URL: <http://elib.timacad.ru/dl/local/711.pdf>.

2. Смиряев, А. В. Моделирование наследственной изменчивости расчетных признаков : [Электронный ресурс] / А. В. Смиряев. - Электрон. текстовые дан. - // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии : Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета - МСХА имени К.А. Тимирязева. - 2013. - Вып. 5. - Ст. 7. - с. 77-91. - Загл. с титул. экрана. - URL: <http://elib.timacad.ru/dl/full/07-2013-5.pdf>.

3. Москвитин, А. А. Данные, информация, знания: методология, теория, технологии : [Электронный ресурс] : монография / А. А. Москвитин. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 236 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/288968>. - ISBN 978-5-507-45865-3.

4. Макшанов, А. В. Современные технологии интеллектуального анализа данных : [Электронный ресурс] : учебное пособие для СПО / А. В. Макшанов, А. Е. Журавлев, Л. Н. Тындыкарь. - Санкт-Петербург : Лань, 2020. - 228 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/149343>. - ISBN 978-5-8114-5451-8.

## 8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. AgFunder Network Partners — <https://agfunder.com/>.
2. Agricultural Technology (AgTech) — <https://www.agtech.com/>.
3. TechCrunch: AgTech — <https://techcrunch.com/tag/agtech/>.
4. <http://www.gpss.ru> (открытый доступ).
5. <http://www.anylogic.ru> (открытый доступ).
6. <http://www.vensim.com> (открытый доступ).

## 9 Перечень программного обеспечения

Перечень программного обеспечения представлен в таблице 8.

Таблица 8

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Тема 1. Введение в нейроинтерфейсы и биологические основы	Microsoft Visio	Компьютерный симулятор	Microsoft	1992г.

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
	формирования нейросигналов.				
2.	Тема 2. Биоданные в нейроинтерфейсах и методы их анализа.	Vensim	Компьютерный симулятор	Ventana Sitems	1985г. и позже
		Python (с библиотеками Pandas, NumPy, Scikit-learn, Tensor-Flow)	Компьютерный симулятор	Python Software Foundation	1991г. и позже

## 10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекции проводятся в специализированной аудитории, оборудованной мультимедийным проектором для демонстрации компьютерных презентаций. Для проведения практических занятий по дисциплине «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» необходима компьютерная аудитория.

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями представлены в таблице 9.

**Таблица 9**

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Аудитория для проведения занятий лекционного типа №32, уч. корпус №21	Видеопроектор 3500 Лм, Ноутбук HP 15-da0065ur, 15.6", Intel Pentium
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Корпус 1, Аудитория 201	Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с) и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE.
Аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Корпус 1, Аудитория 206	Количество рабочих мест: 24 Встроенные сетевые адаптеры (Intel I219-V или Realtek RTL8111H), интерфейс RJ-45, скорость 10/100/1000 Мбит/с. Точки доступа: Ubiquiti UniFi AP AC Pro, стандарты IEEE 802.11a/b/g/n/ac, частоты 2.4 ГГц (450 Мбит/с)

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
	и 5 ГГц (1300 Мбит/с), поддержка MU-MIMO, питание PoE.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова	Читальные залы библиотеки
Общежитие № 7	Комната для самоподготовки

## 11 Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Посещение лекционных (с конспектированием рассматриваемых вопросов) и практических занятий (с выполнением практических работ), а также проработка рекомендуемой литературы являются необходимым и достаточным условием для получения необходимых знаний, практических умений и навыков по изучаемой дисциплине.

Подготовка студентов к занятиям носит индивидуальный характер, но такая подготовка должна включать изучение конспектов лекций и рекомендуемой литературы, что позволяет усвоить необходимые знания по изучаемой теме. Для получения консультаций по вопросам, ответы на которые студент не смог найти в процессе проработки материалов, предусмотрено внеаудиторное время. Самостоятельная работа студентов организуется в соответствии с методическими указаниями и должна быть выполнена в объеме, предусмотренном данной рабочей программой. Самостоятельная работа формирует навыки поиска необходимой информации и способствует лучшему усвоению материала.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие лекционного типа, обязан отработать его в одной из следующих форм:

- индивидуальная консультация по инициативе студента (рекомендуемая форма);
- индивидуальная проработка студентом лекционного материала по рекомендуемой литературе, компьютерным презентациям и конспектам, выполненным другими студентами, с последующим устным опросом;
- реферат на тему, предложенную преподавателем.

Трудоемкость реферата не может превышать количества часов лекционных занятий, пропущенных студентом. Рекомендуемый объем реферата – не более 10 страниц. Оригинальность реферата проверяется. По требованию преподавателя студент должен быть готов представить доказательства оригинальности реферата (например, ксерокопии использованных источников, сайты в сети Интернет, копии библиотечных абонентских карточек и др.), а также объяснить значения терминов, встречающихся в реферате.

С разрешения преподавателя студент имеет право отработать пропущенное практическое задание самостоятельно и отчитаться по нему на ближайшем

практическом занятии (если это не противоречит его плану) либо во время, назначенное преподавателем для индивидуальных консультаций.

Если самостоятельная отработка практической работы невозможна по техническим причинам либо в связи с недостаточной подготовленностью студента, то кафедра прикладной информатики организует дополнительное практическое занятие для всех студентов, не выполнивших практические работы в срок и не отработавших их самостоятельно.

Пропуск занятия по документально подтвержденной деканатом уважительной причине не является основанием для снижения оценки выполненной практической работы.

## **12 Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Для обеспечения большей наглядности лекционные занятия должны проводиться в аудиториях, оборудованных проекционной аппаратурой для демонстрации компьютерных презентаций. По каждой теме (вопросу) преподаватель должен сформировать список рекомендуемой литературы.

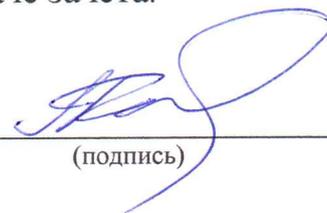
Начало практических занятий следует отводить под обсуждение вопросов студентов по содержанию и методике выполнения практических работ. Допускается при таком обсуждении использование одной из технологий интерактивного обучения. Для проведения индивидуальных консультаций должно быть предусмотрено внеаудиторное время. При проведении практических занятий для формирования необходимых компетенций следует использовать активные и интерактивные образовательные технологии, описанные в п. 5 данной рабочей программы. Невыполнение требований к практическим заданиям является основанием для повторного выполнения практической работы с измененным вариантом заданий и снижения оценки.

Контроль знаний студентов проводится в формах текущей аттестаций. Текущая аттестация студентов проводится постоянно на практических занятиях с помощью контроля результатов выполнения практических и тестовых заданий, устного опроса, а также на контрольной неделе. Промежуточная аттестация студентов проводится в форме зачета (2-й семестр).

Рекомендуется определять сроки проведения контрольных мероприятий, максимальная оценка за каждое из них и правила перевода общего количества баллов, полученных при изучении дисциплины, в итоговый результат (зачет).

Выполнение практических занятий является обязательным для всех обучающихся. Студенты, не выполнившие в полном объеме работы, предусмотренные учебным планом, не допускаются к сдаче зачета.

**Программу разработал:**  
Потапов Б.В., д.т.н.



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины ФТД.01

«Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 «Биология» направленности (профилю) «Биоинформатика»  
(квалификация выпускника – магистр)

Щедриной Е.В., кандидатом педагогических наук, доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, (далее по тексту рецензент), проведено рецензирование рабочей программы дисциплины «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» по направлению 06.04.01 «Биология» (магистр) направленности (профилю) «Биоинформатика» - разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре прикладной информатики (разработчик – Потапов Б.В., д.т.н.).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» закреплены три компетенции (9 индикаторов). Дисциплина «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. **Результаты обучения**, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» составляет 72 часа / 2 зач.ед.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.04.01 «Биология» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Методы и технологии искусственного интеллекта в профессиональной деятельности» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 06.04.01 «Биология».

11. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (устный опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и защита практических работ), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений ФГОС ВО направления 06.04.01 «Биология».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника, дополнительной литературой – 4 наименования и соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 06.04.01 «Биология».

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Нейроинтерфейсы: анализ биоданных» ОПОП ВО по направлению 06.04.01 «Биология» направленности (профилю) «Биоинформатика» (квалификация выпускника – магистр) - разработанная Потаповым Б.В. д.т.н., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Щедрин Е.В., кандидат педагогических наук,  
доцент кафедры систем автоматизированного проектирования инженерных расчетов



(подпись)

«28» августа 2025 г.