

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
цифровых технологий



/ Кургалин С.Д.

28.02.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.01 НЕЙРОКОМПЬЮТЕРНЫЙ ИНТЕРФЕЙС

- 1. Код и наименование направления подготовки:**
02.03.01 Математика и компьютерные науки
- 2. Профиль подготовки:**
распределенные системы и искусственный интеллект
- 3. Квалификация выпускника:**
бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**
кафедра цифровых технологий
- 6. Составители программы:**
Туровский Ярослав Александрович, д.т.н., доцент
- 7. Рекомендована:**
НМС ФКН (протокол № 3 от 25.02.2022)
- 8. Учебный год:** 2024-2025 **Семестр:** 5

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины является формирование представлений о системах нейрокомпьютерных интерфейсов в разных приложениях.

Задачи дисциплины: овладение методами конструирования, оценки и прогноза эффективности систем нейрокомпьютерных интерфейсов, т.е. систем, управляемых напрямую активностью головного мозга минуя традиционные физиологические (мышцы, нервы) и технические (клавиатура, джойстик, мышь) каналы коммуникации.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина относится к блоку Б1 учебного плана (часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору).

Для успешного освоения дисциплины необходимо предварительное изучение математического анализа, технологий программирования, теории вероятностей, математической статистики.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

| Код | Название компетенции | Код(ы) | Индикатор(ы) | Планируемые результаты обучения |
|------|--|--------|--|---|
| ПК-1 | Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий. | ПК-1.1 | Обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук, программирования и информационных технологий | Знать: методы математического и алгоритмического моделирования в медицине. |
| | | ПК-1.2 | Умеет находить, формулировать и решать стандартные задачи в собственной научно-исследовательской деятельности в математике и информатике | Уметь: выбирать и адаптировать существующие методы для построения медицинских информационных систем. |
| | | ПК-1.3 | Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике и информатике | Владеть: навыками выбора и адаптации существующих методов моделирования для решения прикладных задач. |
| ПК 3 | Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники. | ПК-3.1 | Знает основные методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программных продуктов и программных комплексов, их сопровождения, администрирования и развития (эволюции) | Знать: области применения нейрокомпьютерных интерфейсов, основные виды нейрокомпьютерных интерфейсов, их преимущества и недостатки. |

| | | | | |
|------|--|--------|--|--|
| | | ПК-3.2 | Умеет использовать методы проектирования и производства программного продукта, принципы построения, структуры и приемы работы с инструментальными средствами, поддерживающими создание программного продукта | Уметь: проектировать простейшее виды нейрокомпьютерных интерфейсов. |
| | | ПК-3.3 | Имеет практический опыт применения указанных выше методов и технологий | Владеть: навыками создания простейших видов нейрокомпьютерных интерфейсов. |
| ПК 4 | Способен использовать современные методы разработки и реализации конкретных алгоритмов математических моделей на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования. | ПК-4.1 | Знает современные методы разработки и реализации алгоритмов математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | Знать: алгоритмы, используемые для проектирования нейрокомпьютерных интерфейсов. |
| | | ПК-4.2 | Умеет разрабатывать и реализовывать алгоритмы математических моделей на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | Уметь: реализовывать алгоритмы, используемые для проектирования нейрокомпьютерных интерфейсов. |
| | | ПК-4.3 | Имеет практический опыт разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования | Владеть: навыками разработки и тестирования нейрокомпьютерных интерфейсов. |

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 3/108.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

13. Трудоемкость по видам учебной работы

| Вид учебной работы | | Трудоемкость | |
|--|--------------|--------------|--------------|
| | | Всего | По семестрам |
| | | | 5 семестр |
| Аудиторные занятия | | 66 | 66 |
| в том числе: | лекции | 34 | 34 |
| | практические | 16 | 16 |
| | лабораторные | 16 | 16 |
| Самостоятельная работа | | 42 | 42 |
| в том числе: курсовая работа (проект) | | | |
| Форма промежуточной аттестации (зачет с оценкой) | | | |
| Итого: | | 108 | 108 |

13.1. Содержание дисциплины

| №п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела дисциплины | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК* |
|--------------------------------|--|---|---|
| 1. Лекции | | | |
| 1.1 | Введение. | Понятие нейрокомпьютерного интерфейса. Строение нервной ткани. Морфология и гистология. Строение нейрона. Морфология и цитология. Электрогенез нервной ткани. Морфофизиологические основы. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18811 |
| 1.2 | Методы исследования работы мозга | Электроэнцефалограмма. Принципы регистрации и методы обработки. МРТ. Принципы регистрации и методы обработки. ПЭТ. Принципы регистрации и методы обработки. МЭГ. Принципы регистрации и методы обработки. Вызванные потенциалы Принципы регистрации и обработка. Церебральная оксиметрия. Принципы регистрации и методы обработки. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18811 |
| 1.3 | Принципы функционирования различных типов нейрокомпьютерных интерфейсов. | Асинхронные НКИ. Синхронные НКИ. НКИ на мю-ритме. НКИ на потенциале P-300. НКИ на потенциале SSVEP. НКИ на анализе фоновой активности мозга. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18811 |
| 2. Лабораторные занятия | | | |
| 2.1 | Методы исследования работы мозга | Электроэнцефалограмма. Принципы регистрации и методы обработки. МРТ. Принципы регистрации и методы обработки. ПЭТ. Принципы регистрации и методы обработки. МЭГ. Принципы регистрации и методы обработки. Вызванные потенциалы Принципы регистрации и обработка. Церебральная оксиметрия. Принципы регистрации и методы обработки. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18811 |
| 2.2 | Принципы функционирования различных типов нейрокомпьютерных интерфейсов. | Асинхронные НКИ. Синхронные НКИ. НКИ на мю-ритме. НКИ на потенциале P-300. НКИ на потенциале SSVEP. НКИ на анализе фоновой активности мозга. | https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=18811 |

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины | Виды занятий (количество часов) | | | | |
|-------|---|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1 | Введение. | 10 | 0 | 0 | 6 | 16 |
| 2 | Методы исследования работы мозга | 12 | 6 | 6 | 12 | 36 |
| 3 | Принципы функционирования различных типов | 12 | 10 | 10 | 24 | 56 |
| | Итого: | 34 | 16 | 16 | 42 | 108 |

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины складывается из аудиторной работы (учебной деятельности, выполняемой под руководством преподавателя) и внеаудиторной работы (учебной деятельности, реализуемой обучающимся самостоятельно).

Аудиторная работа состоит из работы на лекциях и выполнения практических заданий в объёме, предусмотренном учебным планом. Лекция представляет собой последовательное и систематическое изложение учебного материала, направленное на знакомство обучающихся с основными понятиями и теоретическими положениями изучаемой дисциплины.

Лекционные занятия формируют базу для практических занятий, на которых полученные теоретические знания применяются для решения конкретных практических задач. Обучающимся для успешного освоения дисциплины рекомендуется вести конспект лекций и практических занятий.

Самостоятельная работа предполагает углублённое изучение отдельных разделов дисциплины с использованием литературы, рекомендованной преподавателем, а также конспектов лекций, конспектов практических занятий. В качестве плана для самостоятельной работы может быть использован раздел 13.1 настоящей рабочей программы, в котором зафиксированы разделы дисциплины и их содержание. В разделе 13.2 рабочей программы определяется количество часов, отводимое на самостоятельную работу по каждому разделу дисциплины. Большее количество часов на самостоятельную работу отводится на наиболее трудные разделы дисциплины. Для самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины используется перечень литературы и других ресурсов, перечисленных в пунктах 15 и 16 настоящей рабочей программы. Обязательным элементом самостоятельной работы является выполнение домашнего задания.

Успешность освоения дисциплины определяется систематичностью и глубиной аудиторной и внеаудиторной работы обучающегося.

При использовании дистанционных образовательных технологий и электронного обучения требуется выполнять все указания преподавателей, вовремя подключаться к онлайн-занятиям, ответственно подходить к заданиям для самостоятельной работы.

В рамках дисциплины предусмотрено проведение трёх текущих аттестаций за семестр. Результаты текущей успеваемости учитываются при выставлении оценки по промежуточной аттестации в соответствии с положением П ВГУ 2.1.04.16–2019 «Положение о текущей и промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся на факультете компьютерных наук Воронежского государственного университета с использованием балльно-рейтинговой системы».

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. Для лиц с нарушением слуха при необходимости допускается присутствие на лекциях и практических занятиях ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекциях и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата при

необходимости допускается присутствие ассистента на лекциях и практических занятиях. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

| №п /п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Акимов, С. С. Человеко-машинное взаимодействие : учебное пособие / С. С. Акимов. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 103 с. — ISBN 978-5-7410-2007-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159745 |
| 2 | Ветров, С. В. Человеко-машинное взаимодействие : учебное пособие / С. В. Ветров. — Чита : ЗабГУ, 2022. — 181 с. — ISBN 978-5-9293-3012-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/363551 |

б) дополнительная литература:

| №п /п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Ильина, И. Е. Введение в биомедицинскую инженерию : учебное пособие / И. Е. Ильина, О. Н. Морозова. — Тамбов : ТГТУ, 2017. — 118 с. — ISBN 978-5-8265-1701-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/319619 |
| 2 | Туровский, Я. А. Введение в анализ одномерных медицинских сигналов : учебное пособие для вузов / Я.А. Туровский. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. — 87 с. — Тираж 50. 5,4 п.л. |

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

| №п /п | Ресурс |
|-------|--|
| 1 | ЗНБ ВГУ: https://lib.vsu.ru/ |
| 2 | Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online": http://biblioclub.ru/ |
| 3 | Электронно-библиотечная система "Лань": https://e.lanbook.com/ |
| 4 | Электронно-библиотечная система "Консультант студента": http://www.studmedlib.ru |
| 5 | Электронный университет ВГУ: https://edu.vsu.ru/ |

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

| №п/ п | Источник |
|-------|---|
| 1 | Туровский, Я. А. Введение в анализ одномерных медицинских сигналов : учебное пособие для вузов / Я.А. Туровский. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. — 87 с. — Тираж 50. 5,4 п.л. |

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение)

При реализации дисциплины могут использоваться технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии на базе портала edu.vsu.ru, а также другие доступные ресурсы сети Интернет.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория для лекционных занятий: мультимедиа-проектор, экран для проектора, компьютер с выходом в сеть «Интернет». Специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

Аудитория для лабораторных занятий: компьютеры с выходом в сеть «Интернет» и доступом к электронным библиотечным системам, специализированная мебель (столы ученические, стулья, доска). Программное обеспечение: LibreOffice v.5-7, программа для просмотра файлов формата pdf, браузер.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

| №п/п | Наименование раздела дисциплины (модуля) | Компетенция(и) | Индикатор(ы) достижения компетенции | Оценочные средства |
|--|--|----------------------|--|----------------------------|
| 1 | Введение. | ПК-1 ПК-3 ПК-4 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 | Лабораторная работа |
| 2 | Методы исследования работы мозга | ПК-1 ПК-3 ПК-4 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 | Лабораторная работа |
| 3 | Принципы функционирования различных типов нейрокомпьютерных интерфейсов. | ПК-1 ПК-3 ПК-4 | ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3 ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3 ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3 | Лабораторная работа |
| Промежуточная аттестация форма контроля – зачет с оценкой | | | | Перечень вопросов к зачету |

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: лабораторная работа.

Перечень лабораторных работ

1. Электроэнцефалограмма
2. МРТ
3. ПЭТ
4. МЭГ
5. Вызванные потенциалы
6. Асинхронные НКИ
7. Синхронные НКИ
8. НКИ на мю-ритме
9. НКИ на потенциале P-300
10. НКИ на потенциале SSVEP
11. НКИ на анализе фоновой активности мозга

Типовое задание для лабораторной работы

Лабораторная работа № 2

«Магнитно-резонансная томография».

Цель работы: сформировать представление об обработке МРТ

Требования к выполнению работы: выполнение лабораторной работы предусматривает написание программы, реализующей поиск замкнутых контуров равной плотности на магнитно-резонансных томограммах и проверку её работы на контрольном примере.

Отчёт о работе проводится в виде собеседования и заключается в демонстрации работы программы, объяснении принципов работы алгоритма и ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки: для получения оценки «зачтено» необходимо показать высокий уровень владения теоретическим материалом, уметь объяснить принцип работы написанной программы, верно ответить на дополнительные вопросы.

Задание: написать программу, реализующую поиск замкнутых контуров равной плотности на магнитно-резонансных томограммах. Проверить работу программы на контрольном примере.

20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: перечень вопросов к зачёту.

Перечень вопросов к зачёту

1. Общие понятия об НКИ.
2. Строение нервной ткани. Морфология и гистология.
3. Строение нейрона. Морфология и цитология.
4. Электрогенез нервной ткани. Морфофизиологические основы.
5. Методы исследования работы мозга - общие вопросы.
6. Электроэнцефалограмма. Принципы регистрации и методы обработки.
7. МРТ. Принципы регистрации и методы обработки.
8. ПЭТ. Принципы регистрации и методы обработки.
9. МЭГ. Принципы регистрации и методы обработки.
10. Вызванные потенциалы Принципы регистрации и обработка.
11. Церебральная оксиметрия. Принципы регистрации и методы обработки.
12. Асинхронные НКИ Принципы функционирования.
13. Синхронные НКИ Принципы функционирования.
14. НКИ на мю-ритме Принципы функционирования.
15. НКИ на потенциале P-300 Принципы функционирования.
16. НКИ на потенциале SSVEP Принципы функционирования.
17. НКИ на анализе фоновой активности мозга Принципы функционирования.

Для оценивания результатов обучения на зачёте с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

| | | |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| Критерии оценивания компетенций | Уровень сформированности | Шкала оценок |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|

| | компетенций | |
|---|--------------------|---------------------|
| Дан полный, развёрнутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), обучающийся свободно оперирует основными понятиями дисциплины, ориентируется в предметной области. Изложение материала не содержит ошибок, отличается последовательностью, грамотностью, логической стройностью. | Повышенный уровень | Отлично |
| Дан развёрнутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), обучающийся свободно оперирует основными понятиями дисциплины, ориентируется в предметной области. Материал изложен в целом последовательно и грамотно, отсутствуют грубые ошибки, однако имеются отдельные неточности в определениях, вычислениях, доказательствах, изложениях положений теории. | Базовый уровень | Хорошо |
| Ответ на поставленный вопрос (вопросы) содержит изложение только базового теоретического материала, имеются ошибки в определениях, вычислениях, доказательствах, формулировках положений теории. Нарушена логическая последовательность в изложении материала. | Пороговый уровень | Удовлетворительно |
| Ответ на поставленный вопрос (вопросы) отсутствует, либо содержит грубые ошибки в определениях, вычислениях, доказательствах, формулировках положений теории. Обучающийся не владеет основными понятиями дисциплины. Отсутствует логическая последовательность в изложении материала. | – | Неудовлетворительно |