

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор института нано-, био-,
информационных, когнитивных
и социогуманитарных наук и
технологий**

Т.Е. Григорьев

Рабочая программа дисциплины (модуля)

| | |
|----------------------------|--|
| по дисциплине: | Когнитивная нейронаука |
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра гуманитарных дисциплин |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен

Аудиторных часов: 45 всего, в том числе:

лекции: 30 час.

семинары: 15 час.

лабораторные занятия: 0 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Подготовка к экзамену: 30 час.

Всего часов: 135, всего зач. ед.: 3

Программу составил: О.Е. Сварник, канд. психол. наук, профессор

Программа обсуждена на заседании кафедры гуманитарных дисциплин 27.12.2021

Аннотация

Целью данной дисциплины является формирование представлений о когнитивной нейронауке как о междисциплинарной области знания, а также приобретение базовых знаний в области нейронауки.

Курс посвящен общим вопросам построения когнитивных моделей, их анализу и верификации по данным наблюдения для решения широкого класса фундаментально-научных и прикладных задач. Значительное внимание уделяется современным методам обработки больших массивов данных, в том числе: выбору надежных когнитивных критериев и оптимальных методов решения различных задач, исходя из результатов, полученных в результате эксперимента, пассивного наблюдения, выборочного обследования, а также из контролируемых перспективных или ретроспективных выборок; рассматриваются проблемы когнитивного конструирования методами машинного обучения.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

- познакомить студентов с нейронными основами когнитивной деятельности;
- обсудить теоретический и экспериментальный материал мировой современной нейронауки, нейробиологии и нейрофизиологии;
- рассмотреть нерешенные проблемы нейронауки;
- привести основные методы получения экспериментальных данных.

Задачи дисциплины

- освоение методической и методологической базы когнитивной нейронауки;
- знакомство с основными результатами отечественных и зарубежных работ по исследованию мозга, связанных с разработкой проблем когнитивной нейронауки;
- формирование представлений о прикладном значении когнитивной нейронауки.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними |
| | УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации |
| | УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности |
| УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия | УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур |
| | УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук |
| | ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |

| | |
|---|---|
| ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи | ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности |
| | ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость |
| | ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации |
| ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения | ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |
| | ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений |
| ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия | ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |
| | ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности |
| | ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту |

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные структурные и функциональные характеристики нервных клеток;
- основные принципы строения и системной организации головного мозга;
- основные современные методы исследования нейрокогнитивных процессов;
- основные теории о нервных основах когнитивных функций;
- основные результаты современных экспериментальных разработок в области когнитивной нейронауки.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для постановки новых задач в области когнитивной нейронауки;
- сопоставлять данные, полученные в разных экспериментальных исследованиях;
- проводить методологическую оценку обсуждаемых результатов;
- анализировать современные работы в области нейрокогнитивных наук;
- формулировать задачи и интерпретировать результаты нейрокогнитивных экспериментов;
- соотносить научные и технологические задачи в нейрокогнитивных исследованиях.

владеть:

- основами компьютерного анализа поведения и нейрокогнитивных процессов;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками нахождения необходимой нейробиологической информации в Интернете;
- навыками работы на нейробиологическом оборудовании;
- навыками работы с поведением животных;
- навыками анализа экспериментальных данных.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

| № | Тема (раздел) дисциплины | Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час. | | | |
|-----------------------|---|---|----------|-----------------|----------------|
| | | Лекции | Семинары | Лаборат. работы | Самост. работа |
| 1 | Методы нейронаук. | 10 | 5 | | 20 |
| 2 | Коннектом мозга. | 10 | 5 | | 20 |
| 3 | Нейрон: свойства, строение, активность. | 10 | 5 | | 20 |
| Итого часов | | 30 | 15 | | 60 |
| Подготовка к экзамену | | 30 час. | | | |
| Общая трудоёмкость | | 135 час., 3 зач.ед. | | | |

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Методы нейронаук.

Методы изучения активности отдельных нейронов. Регистрация импульсной активности нейронов. Мультиэлектродная регистрация. Регистрация метаболической и генетической активности нейронов. Стимуляция участков мозга. Локальные повреждения мозга. Генетически измененные животные. Неинвазивные методы изучения активности целого мозга. Электроэнцефалография. Связанные с событиями потенциалы. Магнитоэнцефалография. Позитронно-эмиссионная томография. Ядерная магнитная резонансная интроскопия. Принцип «вычитания» изображений в компьютерной томографии.

2. Коннектом мозга.

Основные отделы мозга человека: продолговатый мозг; задний мозг; средний мозг; промежуточный мозг; конечный мозг, мозжечок. Доли конечного мозга. Гиппокамп. Неокортекс. Структурно-функциональный подход. Структурные связи между зонами мозга. Функциональные связи между зонами мозга. Коннектом на клеточном уровне. Коннектом на макроуровне. Понятие пластичности. Пресинаптическая пластичность. Постсинаптическая пластичность. Сенситизация. Фасилитация. Долговременные потенцияция и депрессия. Активность NMDA-рецепторов.

3. Нейрон: свойства, строение, активность.

Нейрон как структурная и функциональная единица мозга. Электрические свойства живых клеток. Мембранный потенциал: мембрана, каналы, ионы. Потенциал действия, аксонный холмик. Процессы обратного распространения. ВПСП и ТПСП. Количество нейромедиаторов. Синтез нейромедиаторов. Квантовая теория синаптической передачи. Низкомолекулярные медиаторы. Нейропептиды. Растворимые газы. Площадь контакта, величина активной зоны. Совмещение нейромедиаторов. Варианты коммуникаций между клетками. Диффузная передача сигнала. Модели спilloвера. Особенности глиальных клеток. Типы глиальных клеток. Гормоны. Экспрессия генов. Транскрипция, трансляция. Исследования Алленовского института. Функции белков в нейронах. Синтез низкомолекулярных медиаторов. Синтез нейропептидов. Транспорт медиаторов. Антероградный и ретроградный транспорт. Высвобождение медиаторов: SNARE гипотеза. Удаление медиаторов. Рецепторы на мембране.

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

Фонд литературы кафедры

1. Нейрон. Обработка сигналов, пластичность, моделирование. Руководство /под ред. Е.Н.Соколова и др. – Тюмень: Издательство Тюменского Государственного Университета, 2009.
2. Николс Дж. От нейрона к мозгу. – М.: Изд. УРСС, 2012.
3. Психофизиология. Учебник для ВУЗов /под ред. Ю.И. Александрова. – СПб.: Питер, 2009.
4. Величковский Б.М. Когнитивная наука. Основы психологии познания. – М.: Смысл, 2006.

Дополнительная литература

Фонд литературы кафедры

1. Швырков В.Б. Введение в объективную психологию. – М.: Издательство Института психологии РАН, 2006.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>
2. <http://univertv.ru/>.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

не предусмотрено.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для успешного освоения курса, помимо посещения лекций от студентов требуется самостоятельная работа. Самостоятельные занятия включают в себя также повторение материала лекций, подготовку к промежуточным тестированиям, которые проводятся для текущего контроля за усвоением материала.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| | |
|---|---|
| по направлению: | Прикладные математика и физика |
| профиль подготовки: | Природоподобные технологии и биомиметический дизайн материалов и систем Физтех-школа природоподобных, плазменных и ядерных технологий им. И.В. Курчатова кафедра гуманитарных дисциплин |
| курс: | 1 |
| квалификация: | магистр |
| Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Экзамен | |
| Разработчик: | О.Е. Сварник, канд. психол. наук, профессор |

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

| Код и наименование компетенции | Индикаторы достижения компетенции |
|---|---|
| УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними |
| | УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации |
| | УК-1.3 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности |
| УК-5 Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия | УК-5.1 Способен выявлять специфику философских и научных традиций основных мировых культур |
| | УК-5.2 Способен определять теоретическое и практическое значение культурно-языкового фактора при взаимодействии различных философских и научных традиций |
| ОПК-1 Владеет системой фундаментальных научных знаний в области физико-математических наук | ОПК-1.1 Знает и способен использовать в профессиональной деятельности фундаментальные научные знания в области физико-математических наук |
| | ОПК-1.2 Способен обобщать и критически оценивать опыт и результаты научных исследований в области профессиональной деятельности |
| | ОПК-1.3 Понимает междисциплинарные связи в области математики и физики и способен их применять при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-2 Имеет представление об актуальных проблемах науки и техники в области своей профессиональной деятельности, способен на научном языке формулировать профессиональные задачи | ОПК-2.1 Имеет представление о современном состоянии исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности |
| | ОПК-2.2 Способен оценивать актуальность исследований в области своей профессиональной деятельности и их практическую значимость |
| | ОПК-2.3 Владеет профессиональной терминологией, используемой в современной научно-технической литературе, обладает навыками устного и письменного изложения результатов научной деятельности в рамках профессиональной коммуникации |
| ОПК-3 Способен выбирать и (или) разрабатывать подходы к решению типовых и новых задач в области профессиональной деятельности, учитывая особенности и ограничения различных методов решения | ОПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения |
| | ОПК-3.2 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники) |
| | ОПК-3.3 Владеет аналитическими и вычислительными методами решения, понимает и учитывает на практике границы применимости получаемых решений |
| ОПК-5 Способен и готов к повышению квалификации, профессиональному росту и руководству коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия | ОПК-5.1 Способен работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |
| | ОПК-5.2 Владеет навыком руководства малым коллективом в сфере своей профессиональной деятельности |
| | ОПК-5.3 Стремится к получению новых знаний, профессиональному и личностному росту |

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Когнитивная нейронаука» обучающийся должен:

знать:

- основные структурные и функциональные характеристики нервных клеток;
- основные принципы строения и системной организации головного мозга;
- основные современные методы исследования нейрокогнитивных процессов;
- основные теории о нервных основах когнитивных функций;
- основные результаты современных экспериментальных разработок в области когнитивной нейронауки.

уметь:

- пользоваться своими знаниями для постановки новых задач в области когнитивной нейронауки;
- сопоставлять данные, полученные в разных экспериментальных исследованиях;
- проводить методологическую оценку обсуждаемых результатов;
- анализировать современные работы в области нейрокогнитивных наук;
- формулировать задачи и интерпретировать результаты нейрокогнитивных экспериментов;
- соотносить научные и технологические задачи в нейрокогнитивных исследованиях.

владеть:

- основами компьютерного анализа поведения и нейрокогнитивных процессов;
- навыками освоения большого объема информации;
- навыками нахождения необходимой нейробиологической информации в Интернете;
- навыками работы на нейробиологическом оборудовании;
- навыками работы с поведением животных;
- навыками анализа экспериментальных данных.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

В целях текущего контроля успеваемости предусмотрен краткий опрос по темам предыдущих занятий по теме прошлой лекции или в конце занятия по пройденной теме.

3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков

Промежуточная аттестация по дисциплине «Когнитивная нейронаука» осуществляется в 10 семестре в форме экзамена. Экзамен проводится в устной форме.

Примерный перечень контрольных вопросов:

1. Внешнее и внутреннее строение нейрона. Типы нейронов.
2. Понятие о мембранном потенциале. Потенциал покоя.
3. Потенциал действия. Механизм генерации ПД.
4. Передача ПД между клетками.
5. Синапс. Внутреннее строение.
6. Механизм синаптической передачи.
7. Основные нейромедиаторы (синтез, распад, рецепторы, функции)
8. Глия. Типы глиальных клеток и их функции.
9. Внесинаптические контакты.
10. Пластичность нейронов. Примеры пре- и постсинаптической пластичности.
11. Геномная активность нейрона. Экспрессия генов, синтез белка.
12. Дифференцировка клеток и закладка нервной системы в эмбриогенезе. Развитие основных отделов нервной системы. Гены, детерминирующие развитие нервной системы.
13. Эволюция центральной нервной системы. Типы ЦНС в эволюционном ряду организмов.
14. Общий план строения головного мозга: 5 отделов головного мозга, их функции.
15. Древние, старые и новые корковые формации.
16. Гиппокамп: строение, связи, функции.
17. Неокортекс: строение, связи, функции.
18. Методы в нейробиологии.
19. Предмет, задачи, объекты когнитивной нейронауки.
20. Основной структурно-функциональный элемент мозга. Его особенности и подходы к описанию его функционирования.
21. В чем заключается понятие «активность нейронов» на разных уровнях изучения.
22. Понятие нейрональной пластичности.
23. Методы когнитивной нейронауки.
24. Нейрокогнитивные технологии.
25. Детерминация поведения живого организма.
26. Детерминация активности нейрона.
27. Психофизиологическая проблема, ее аспекты, варианты решения.
28. Представления о наличии или отсутствии психики.
29. Теория функциональных систем П.К. Анохина.

Примеры экзаменационных билетов:

Билет 1

1. Внешнее и внутреннее строение нейрона. Типы нейронов.
2. Предмет, задачи, объекты когнитивной нейронауки.

Билет 2

1. Понятие о мембранном потенциале. Потенциал покоя.
2. Основной структурно-функциональный элемент мозга. Его особенности и подходы к описанию его функционирования.

Билет 3

1. Потенциал действия. Механизм генерации ПД.
2. В чем заключается понятие «активность нейронов» на разных уровнях изучения.

4. Критерии оценивания

| Оценка | Баллы | Критерии |
|---------|-------|---|
| отлично | 10 | Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. |
| | 9 | Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. |
| | 8 | Выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами. |
| хорошо | 7 | Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты. |
| | 6 | Выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности. |
| | 5 | Выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по |

| | | |
|---------------------|---|--|
| | | существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей. |
| удовлетворительно | 4 | Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. |
| | 3 | Выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации. |
| неудовлетворительно | 2 | Выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач. |
| | 1 | Выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач. |

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении экзамена обучающемуся предоставляется не менее 40 минут на подготовку. Опрос по билету и ответы на дополнительные вопросы не должен превышать двух астрономических часов. По завершении отведенного на опрос времени, экзаменатор должен выставить обучающемуся оценку в соответствии с вышеприведенными критериями.