

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный
университет им. Н.И. Лобачевского»
Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО
президиумом ученого совета
ННГУ
протокол от
«14» декабря 2021 г. № 4

Рабочая программа дисциплины
Физиологическая кибернетика

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

30.05.02 Медицинская биофизика

Направленность образовательной программы

(указывается профиль / магистерская программа / специализация)

Форма обучения

Очная

Нижний Новгород
2022 год

Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Физиологическая кибернетика» относится к обязательной части профессионального Блока 1 «Дисциплины (модули)» ООП по специальности **30.05.02 Медицинская биофизика**.

Целью освоения дисциплины является: научить студентов применению основных принципов и методов математического моделирования для создания математических моделей физиологических систем различного уровня организации и использованию математических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения соответствующих систем организма человека.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин. ОПК-1.2. Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Умеет грамотно применять знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.	Знает: фундаментальные основы для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности. Умеет: применять знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности. Владеет: навыками постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.	Контрольные вопросы, тесты

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная форма обучения
Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	80
- занятия лекционного типа	32
- занятия практического типа	48
самостоятельная работа	62
КСР	36
Промежуточная аттестация – экзамен	

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)	Всего (часы)	В том числе					Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Всего	
		из них					
Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа					
1. Основы теории систем, кибернетики и математического моделирования физиологических процессов	12	2	4			6	6
2. Процессы управления в клетках животных и растений	15	3	5			8	7
3. Системы клеточных популяций, взаимодействующих в организме	15	3	5			8	7
4. Моделирование динамики трансмембранного потенциала нейронов и синаптической пластичности.	17	4	6			10	7
5. Структурированные нейронные сети и безусловно-рефлекторные реакции	17	4	6			10	7
6. Навигация в пространстве	17	4	6			10	7
7. Безусловные изменения реакций на внешние стимулы	17	4	6			10	7
8. Ассоциативное обучение	16	4	5			9	7
9. Распознавание образов нейронными сетями	16	4	5			9	7
Итого	142	32	48			80	62

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий. Промежуточная аттестация осуществляется на экзамене.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Виды самостоятельной работы студентов в рамках освоения дисциплины:

- изучение понятийного аппарата и проработка тем дисциплины;
- работа с основной и дополнительной литературой дома и в библиотеке;
- изучение сайтов по темам дисциплины в сети Интернет
- подготовка к устному опросу на семинарских занятиях;
- подготовка к тестам;
- подготовка к экзамену.

Методические указания по подготовке студентов к текущему и промежуточному контролю по дисциплине «Физиологическая кибернетика»

Подготовка к устному опросу, тестированию

Все перечисленные виды самостоятельной работы представляют собой систему заданий, позволяющих оценить уровень знаний по основным разделам, темам, проблемам дисциплины, а также умений обучающегося синтезировать материал предшествующих дисциплин.

При подготовке к ним студенту необходимо:

- 1) ознакомиться с соответствующей темой программы изучаемой дисциплины;
- 2) изучить рекомендованную учебно-методическую литературу по данной теме;
- 3) тщательно изучить лекционный материал;
- 4) повторить материалы предшествующих дисциплин.

Подготовка к экзамену

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проходит в форме **экзамена**. Подготовка к экзамену является концентрированной систематизацией всех полученных знаний по дисциплине «Физиологическая кибернетика».

В начале семестра рекомендуется внимательно изучить перечень вопросов к экзамену по данной дисциплине, а также использовать в процессе обучения программу, другие методические материалы, разработанные кафедрой по данной дисциплине. Это позволит в процессе изучения тем сформировать более правильное и обобщенное видение студентом существа того или иного вопроса за счет:

- а) уточняющих вопросов преподавателю;
- б) подготовки докладов по отдельным темам;
- в) самостоятельного уточнения вопросов на смежных дисциплинах;
- г) углубленного изучения вопросов темы по учебным пособиям.

5. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полностью знания вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценки при промежуточной аттестации

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

		рована на уровне « очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

5.2.1. Контрольные вопросы для устного опроса:

1. Приведите общую схему безусловного обучения.
2. Опишите эффект сетевой синхронизации при периодической стимуляции
3. Опишите STDP-зависимый механизм возникновения синхронизации
4. Какова роль нейронного шума в STDP-зависимых перестройках сети?
5. Приведите общую схему условного обучения.
6. Приведите вариант схемы нейронной сети, осуществляющей ассоциативное обучение.
7. Какова роль конкуренции различных путей распространения возбуждения при ассоциировании в нейронной сети?
8. Опишите концепцию нейроанимата.
9. Особенности обучения в структурированных и неструктурированных нейронных сетях.
10. Парное правило STDP и его реализация с помощью локальных переменных.
11. Триpletное правило STDP.

5.2.2. Примеры практических контрольных заданий в программе-нейросимуляторе:

1. Продемонстрируйте эффект кратковременной синаптической депрессии.
2. Продемонстрируйте эффект кратковременной синаптической фасилитации.
3. Продемонстрируйте эффект усиления кратчайшего пути распространения возбуждения в нейронной сети.
4. Продемонстрируйте эффект ослабления альтернативных путей распространения возбуждения в нейронной сети.
5. Продемонстрируйте эффект сетевой синхронизации.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД.
Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

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

а) Основная литература

1. А. Н. Ремизов. Медицинская и биологическая физика: учебник / - 4-е изд., испр. и перераб. - 2012. - 648 с. Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424841.html>
2. Перова В. И. - Нейронные сети: учеб. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлениям подготовки 080500 "Бизнес-информатика", 010100 "Математика", 010200 "Математика и компьютерные науки" [и др.]. В 2 ч. - Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2012. (71 экземпляр в библиотеке ННГУ)
3. Галушкин А. И. - Нейронные сети: основы теории. - М.: Горячая линия - Телеком, 2010. - 496 с. Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991200820.html>
4. Morrison A, Diesmann M, Gerstner W. Phenomenological models of synaptic plasticity based on spike timing. *Biol Cybern* (2008) 98:459–478. DOI 10.1007/s00422-008-0233-1.
5. Пимашкин А.С., Корягина Е.А., Гладков А.А., Симонов А.Ю., Мухина И.В., Казанцев В.Б. «Адаптация активности нейронных сетей к электрической стимуляции», Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета, 2011. – 16 с. Режим доступа:
www.neuro.unn.ru/sites/default/files/pimashkin_metodichka.doc

б) Дополнительная литература

1. Пимашкин А.С., Гладков А.А., Симонов А.Ю., Мухина И.В., Казанцев В.Б. «Исследование биоэлектрической активности нейронных сетей в культурах гиппокампа: стимуляция, регистрация и анализ», Учебно-методическое пособие. - Нижний Новгород: Издательство Нижегородского государственного университета, 2013. – 25 с. Режим доступа: <http://www.unn.ru/pages/e-library/methodmaterial/2010/116.pdf>.
2. S. Lobov, A. Simonov, I. Kastalskiy V. Kazantsev Network response synchronization enhanced by synaptic plasticity. *Eur. Phys. J. Special Topics*, 225 1 (2016) 29-39 DOI: <http://dx.doi.org/10.1140/epjst/e2016-02614-y>.
3. Morrison A, Diesmann M, Gerstner W. Phenomenological models of synaptic plasticity based on spike timing. *Biol Cybern* (2008) 98:459–478. DOI 10.1007/s00422-008-0233-1.
4. S. Lobov, V. Kazantsev, V. A. Makarov. Spiking Neurons as Universal Building Blocks for Hybrid Systems. *Advanced Science Letters*. 22, 2633–2637 (2016). DOI: <https://doi.org/10.1166/asl.2016.7004>.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента».
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «Znanium.com».
4. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ».
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE».
6. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU».
7. <http://www.pirobot.org/blog/0007>
8. <http://www.scholarpedia.org/article/STDP>
9. http://www.scholarpedia.org/article/Models_of_synaptic_plasticity
10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
11. webofknowledge.com
12. www.scopus.com

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Учебно-научная лаборатория для проведения лабораторных занятий снабжена: 10 рабочих компьютеров для студентов на базе процессора Intel Core i5, рабочий компьютер преподавателя на базе процессора Intel Xenon (R E5607); сервер на базе процессора Intel Core 2 Duo, мультимедийное оборудование учебной аудитории для презентаций: проектор, ноутбук, выход в Интернет. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ.

Автор _____ к.б.н., ассистент Лобов С.А.

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой нейротехнологий _____ д.ф.-м.н. Казанцев В.Б.

Программа одобрена на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 06.12.2021 года, протокол №3.