

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  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от

«16» июня 2021 г. №8

**Рабочая программа дисциплины**

**Физиологическая кибернетика**

---

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Специалитет**

Направление подготовки / специальность

**30.05.03 Медицинская кибернетика**

Направленность образовательной программы

---

*(указывается профиль / магистерская программа / специализация)*

Форма обучения

**Очная**

Нижегород  
2021 год

## 1. Место и цели дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Физиологическая кибернетика» относится к базовой части профессионального Блока 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП по специальности **30.05.03 Медицинская кибернетика**, изучается студентами в семестре В 6 курса.

**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)

<b>Формируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<p><b>ПК-8</b> - готовность к созданию математических и эвристических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных методов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозировании течения заболеваний</p> <p><i>(базовый этап формирования)</i></p>	<p><b>Знать:</b> основы построения и виды математических и эвристических моделей физиологических систем в целях исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных методов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозировании течения заболеваний</p> <p><b>Уметь:</b> создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных методов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозировании течения заболеваний</p> <p><b>Владеть:</b> навыками создания математических и эвристических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных методов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозировании течения заболеваний</p>

<b>ПК-15</b> - готовность к проектированию автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении ( <i>базовый этап формирования</i> )	<b>Знать:</b> основные понятия и характеристики автоматизированных систем, а также принципы и методы проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении <b>Уметь:</b> проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении <b>Владеть:</b> навыками проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении
--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля) Физиологическая кибернетика

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 56 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лабораторного типа, 36 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия и т.п.), 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 124 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. 36 часов подготовки к экзамену).

Таблица

Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание раздела дисциплины	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа, часов				
		Занятия лекционного типа	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	
1. Основы теории систем, кибернетики и математического моделирования физиологических процессов	14		4	2	6	8
2. Процессы управления в клетках животных и растений	16		4	2	6	10
3. Системы клеточных популяций, взаимодействующих в организме	16		4	2	6	10
4. Моделирование динамики трансмембранного потенциала нейронов и синаптической пластичности.	16		4	2	6	10
5. Структурированные нейронные сети и безусловно-рефлекторные реакции	16		4	2	6	10

6. Навигация в пространстве	16		4	2	6	10
7. Безусловные изменения реакций на внешние стимулы	16		4	2	6	10
8. Ассоциативное обучение	16		4	2	6	10
9. Распознавание образов нейронными сетями	16		4	2	6	10
В т.ч. промежуточный контроль	2					
<b>Промежуточная аттестация в форме экзамена</b>						
Итого	180				54	88

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

### Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведения занятия	Форма текущего контроля
1	Основы теории систем, кибернетики и математического моделирования физиологических процессов	Различные виды систем. Основные принципы и закономерности поведения системы. Процессы функционирования и развития систем. Принципы управления: по рассогласованию, по возмущению и по прогнозированию. Средства управления. Понятие динамической системы. Анализ фазового пространства. Бифуркации. Численные методы решения системы дифференциальных уравнений. Метод Эйлора.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
2	Процессы управления в клетках животных и растений.	Клетка как саморегулирующаяся система. Регуляторные механизмы клеток. Клеточная рецепция. Передача информации с помощью системы вторичных мессенджеров. Эффекторный ответ в виде экспрессии генов.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
3	Системы клеточных популяций, взаимодействующих в	Гуморальный и нервный механизмы управления в многоклеточном организме. Информационная составляющая	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по

	организме.	функционирования иммунной системы. Клонально-селекционная теория. Генерация биоэлектрического ответа клетками растений в качестве примера реализации одновременной клеточной и популяционной регуляции.	ные занятия	лабораторной работе
4	Моделирование динамики трансмембранного потенциала нейронов и синаптической пластичности.	Биофизические и феноменологические модели нейронов на примере модели Ходжкина-Хаксли, порогового интегрирующего нейрона и модели Ижикевича. Модель Markram–Tsodykst. Синаптическая депрессия и фасилитация. Парное правило STDP и его реализация с помощью локальных переменных. Триpletное правило STDP.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
5	Структурированные нейронные сети и безусловно-рефлекторные реакции	Безусловные рефлексы. Врожденное поведение. Центральные генераторы паттернов.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
6	Навигация в пространстве	Нейрофизиологические основы когнитивной навигации. Локальные и глобальные модели навигации. Компактное внутреннее представление. Гипотеза сжатия времени. Ассоциативная память и запоминание КВП. Моделирование движения мобильного робота. Моделирование движений верхних конечностей антропоморфного робота.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
7	Безусловные изменения реакций на внешние стимулы	Адаптация и аккомодация в нервной системе. Привыкание и сенситизация. Эффект сетевой синхронизации при внешней периодической стимуляции нейронной сети.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе
8	Ассоциативное обучение	Условный рефлекс. Оперантное научение. Нейропсихологическая теория Хебба. Моделирование	Лекции, практические и	Устный опрос, отчет

		ассоциативного обучения с помощью реализации синаптической пластичности - STDP и STDP с подкреплением. Нейродарвинизм Эдельмана.	лабораторные занятия	по лабораторной работе
9	Распознавание образов нейронными сетями	Конкурентное обучение в сетях Кохонена и когнитронах. Конкурентное изменение силы связей в сети с STDP пластичностью. Самоорганизующиеся нейронные сети.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе

#### 4. Образовательные технологии

Используются различные методики обучения: лекция, компьютерная презентация, практические и лабораторные работы по компьютерному моделированию. Особенностью курса “Физиологическая кибернетика” является моделирование принципов нейроуправления и их демонстрация с помощью робототехнических устройств. Для этого используется авторские программы: “Программа моделирования биологических нейронных сетей (NeuroNet)” (Свидетельство №2012611188 о государственной регистрации программы для ЭВМ, 27.01.2012), "программа детектирования и классификации паттернов биоэлектрической активности мышц «MyoClass» (Свидетельство № 2015661634 о государственной регистрации программы для ЭВМ от 02.11.2015).

#### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа подразумевает работу с научной и научно-методической литературой и выполнение части практических упражнений по компьютерному моделированию.

#### 6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю),

**включающий:**

##### 6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

ПК-8 – готовность к созданию математических и эвристических моделей физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных методов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозировании течения заболеваний,

ПК-15 – готовность к проектированию автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<p><b>Знать:</b> основы построения и виды математических и эвристических моделей физиологических систем в целях исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах слежения, анализа механизма действия лекарственных средств и немедикаментозных методов лечения, экспертных систем, решения задач идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным, выявления информативных признаков при установке диагноза и прогнозирования и течения заболеваний</p>	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<p><b>Уметь:</b> создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах</p>	Полное отсутствие умения	Отсутствие умения создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма,	Умение создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения	Умение создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения	Умение создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения	Умение безошибочно создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма, внедрения их в автоматизированных системах	Умение в совершенстве создавать математические и эвристические модели физиологических систем для исследования свойств и поведения систем организма,



признаков при установке диагноза и прогнозирования и течения заболеваний		параметров по экспериментальным и клиническим данным и т.д.	и параметров по экспериментальным и клиническим данным и т.д.	идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным и т.д.	и параметров по экспериментальным и клиническим данным и т.д.		идентификации параметров по экспериментальным и клиническим данным и т.д.
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

**ПК-15 – готовность к проектированию автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении**

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>Знать:</b> основные понятия и характеристики автоматизированных систем, а также принципы и методы проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<b>Уметь:</b> проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении	Полное отсутствие умения	Отсутствие умения проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении	Умение проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении при наличии грубых ошибок	Умение проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении с несущественными ошибками	Умение проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении с небольшим и недочетами	Умение безошибочно проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении	Умение в совершенстве проектировать автоматизированные системы различного назначения в здравоохранении

<b>Владеть:</b> навыками проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении	Полное отсутствие навыков	Отсутствие навыков проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении	Наличие минимальных навыков проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении	Посредственное владение основными навыками проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении	Достаточно владение навыками проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении	Хорошее владение основными навыками проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении	Всестороннее владение основными навыками проектирования автоматизированных систем различного назначения в здравоохранении
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

## 6.2 Описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

### Шкала оценивания ответа на экзамене:

Оценка	Уровень подготовки
«Превосходно»	Высокий уровень подготовки, безупречное владение теоретическим материалом, студент демонстрирует творческий подход к решению нестандартных ситуаций. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждая теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях. 100% выполнение контрольных экзаменационных заданий.
«Отлично»	Высокий уровень подготовки с незначительными ошибками. Студент дал полный и развернутый ответ на все теоретические вопросы билета, подтверждает теоретический материал практическими примерами. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий на 90% и выше.
«Очень хорошо»	Хорошая подготовка. Студент дает ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Студент активно работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 80 до 90%.
«Хорошо»	В целом хорошая подготовка с заметными ошибками или недочетами. Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы билета, но имеются неточности в определениях понятий, процессов и т.п. Допускаются ошибки при ответах на дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора. Студент работал на практических занятиях. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 70 до 80%.

«Удовлетворительно»	Минимально достаточный уровень подготовки. Студент показывает минимальный уровень теоретических знаний, делает существенные ошибки, но при ответах на наводящие вопросы, может правильно сориентироваться и в общих чертах дать правильный ответ. Студент посещал практические занятия. Выполнение контрольных экзаменационных заданий от 50 до 70%.
«Неудовлетворительно»	Подготовка недостаточная и требует дополнительного изучения материала. Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы билета, так и на наводящие и дополнительные вопросы экзаменатора. Студент пропустил большую часть практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий до 50%.
«Плохо»	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы. Студент отсутствовал на большинстве лекций и практических занятий. Выполнение контрольных экзаменационных заданий менее 20 %.

Процедура оценки выполнения самостоятельной работы студентов проводится в виде устного опроса по изученному методическому материалу и по оформленному отчету о практическом занятии (студент должен уметь обосновать описанные в протоколе принципы метода, основываясь на теоретических знаниях и полученном практическом экспериментальном опыте). Шаблон отчета о практическом занятии представлен в Приложении 1.

### **6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций**

*Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:*

- устные ответы на вопросы
- индивидуальное собеседование

*Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:*

- выполнение практических заданий по компьютерному моделированию физиологических функций и принципов управления

### **6.4 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции**

**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.

#### **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.

#### **6.5 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.

#### **7. 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](http://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. - 12

Нижний Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета, 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) Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента».
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «Znaniium.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](http://www.scholarpedia.org/article/Models_of_synaptic_plasticity)
10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
11. [webofknowledge.com](http://webofknowledge.com)
12. [www.scopus.com](http://www.scopus.com)

## 8. 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 ФГОС ВО с учетом рекомендаций и ОПОП ВО по специальности **30.05.03 Медицинская кибернетика**.

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 ИББМ от 24 февраля 2021 г., протокол № 4.

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный  
университет им. Н.И. Лобачевского»  
Институт биологии и биомедицины  
Кафедра нейротехнологий  
Физиологическая кибернетика**

Лабораторная работа №\_

**Название работы**

«\_» \_\_\_\_\_ 201...г.

*Отчёт о практическом занятии*

Работа выполнена: студент гр. \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_

**1. Характеристики экспериментального оборудования:**

1.1.1 функциональное назначение;

1.1.2 состав, устройство;

1.1.3 тип анализируемых данных;

1.1.4 источник анализируемых данных (объект экспериментального исследования);

1.2. подготовка экспериментального оборудования к работе:

1.2.1 последовательность подключения функциональных элементов устройств друг к другу;

1.2.2 проверка отклика Программного обеспечения на процесс регистрации данных;

1.3. задачи метода.

**2. Обзор литературы.**

**3. Экспериментальная часть:**

3.1 оборудование и материалы (с иллюстрацией экспериментальной системы или ее отдельных составляющих);

3.2 ход работы.

**4. Результаты и обсуждение (с графической визуализацией результатов).**

**5. Выводы**