

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
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИББМ _____ Ведунова М.В.

« 30 » августа 2020 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Физиологическая кибернетика

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

Специалитет

Направление подготовки / специальность

30.05.02 Медицинская биофизика

Квалификация (степень)

Врач-биофизик

Форма обучения

Очная

Нижегород

2020 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 30.05.02 «Медицинская биофизика», 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)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<i>ОПК-7</i> - способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач (базовый этап формирования)	<i>З (ОПК-7)</i> Знать: о морфофункциональных состояниях и патологических процессах в организме человека для решения профессиональных задач <i>У (ОПК-7)</i> Уметь: осуществлять оценку морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач <i>В (ОПК-7)</i> Владеть: основными навыками оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач
<i>ОПК-9</i> - готовность к применению специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере (базовый этап формирования)	<i>З (ОПК-9)</i> Знать основные понятия, технические характеристики и принципы работы различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере; <i>У (ОПК-9)</i> Уметь применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере; <i>В (ОПК-9)</i> Владеть навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере

3. Структура и содержание дисциплины (модуля) Физиологическая кибернетика

Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, всего 180 часов, из которых 92 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (18 часов занятия лекционного типа, 36 часов занятия лабораторного типа, 36 часа занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 88 часов 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				
		Контактная работа, часов				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Лабораторные занятия	Практические занятия	Всего	
1. Основы теории систем, кибернетики и математического моделирования физиологических процессов	14	2	4	4	10	4
2. Процессы управления в клетках животных и растений	16	2	4	4	10	6
3. Системы клеточных популяций, взаимодействующих в организме	16	2	4	4	10	6
4. Моделирование динамики трансмембранного потенциала нейронов и синаптической пластичности.	16	2	4	4	10	6
5. Структурированные нейронные сети и безусловно-рефлекторные реакции	16	2	4	4	10	6
6. Навигация в пространстве	16	2	4	4	10	6
7. Безусловные изменения реакций на внешние стимулы	16	2	4	4	10	6
8. Ассоциативное обучение	16	2	4	4	10	6
9. Распознавание образов нейронными сетями	16	2	4	4	10	6
В т.ч. промежуточный контроль	2					
Промежуточная аттестация в форме экзамена						
Итого	180				92	88

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

Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Форма проведен ия занятия	Форма текуще го контро ля
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 организме.	Гуморальный и нервный механизмы управления в многоклеточном организме. Информационная составляющая функционирования иммунной системы. Клонально-селекционная теория. Генерация биоэлектрического ответа клетками растений в качестве примера реализации одновременной клеточной и популяционной регуляции.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по 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	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет по лабораторной работе

		помощью локальных переменных. Триплетное правило STDP.		
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 нероной 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 ассоциативного обучения с помощью реализации синаптической пластичности - STDP и STDP с подкреплением. Нейродарвинизм Эдельмана.	Лекции, практические и лабораторные занятия	Устный опрос, отчет 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

ОПК-7 – способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Знать: о морфофункциональных состояниях и патологических процессах в организме человека для решения профессиональных задач	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
Уметь: осуществлять оценку	Полное отсутствие умения	Отсутствие умения осуществлять	Умение осуществлять оценку	Умение осуществлять оценку	Умение осуществлять оценку	Умение безошибочно осуществлять	Умение в совершенстве

морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач		ь оценку морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач при наличии грубых ошибок	морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач с несущественными ошибками	морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач с небольшими недочетами	оценку морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	осуществляют оценку морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач
Владеть: основными навыками оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	Полное отсутствие навыков	Отсутствие навыков оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	Наличие минимальных навыков оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	Посредственное владение основными навыками оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	Достаточное владение основными навыками оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	Хорошее владение основными навыками оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	Всестороннее владение основными навыками оценки морфофункциональных состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных контрольных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

ОПК-9: готовность к применению специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<i>Знать</i> основные понятия, технические характеристики и принципы работы	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала с рядом негрубых ошибок	Знание основного материала с рядом заметных погрешностей	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок и погрешностей	Знание основного и дополнительного материала без ошибок и

различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере							погрешность ей
<i>Уметь</i> применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере	Полное отсутствие умения	Отсутствие умения применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере	Умение применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере при наличии существенных ошибок	Умение применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере при наличии незначительных ошибок	Умение применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере с небольшими пометками	Умение без ошибок применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере	Умение в совершенстве применять различное специализированное оборудование и медицинские изделия, предусмотренные для использования в медицинской сфере
<i>Владеть</i> навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере	Полное отсутствие навыков работы	Отсутствие владений навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере	Наличие минимальных владений навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере	Посредственное владение навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере	Достаточно владение навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере	Хорошее владение навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере	Всестороннее владение навыками применения различного специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в медицинской сфере
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0 – 20 %	21 – 49 %	50 – 69 %	70-79 %	80 – 89 %	90 – 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 29.12.2017 г. № 630-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 госуниверситета, 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 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) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента».
2. Электронно-библиотечная система «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «Znaniy.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](http://www.webofknowledge.com)
12. 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 (демонстрационное оборудование – проектор, ноутбук, экран). 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 30.05.02 «Медицинская биофизика».

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 «30» августа 2020 года, протокол № 14.

**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. _____

студент гр. _____ Ф.И.О. _____

студент гр. _____ Ф.И.О. _____

студент гр. _____ Ф.И.О. _____

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