

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кабардино-Балкарский государственный университет
им. Х.М. Бербекова» (КБГУ)**

Институт химии и биологии

Кафедра биологии, геоэкологии и молекулярно-генетических основ живых систем

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы

_____ А.Ю.Паритов

УТВЕРЖДАЮ

Директор института

_____ А.М. Хараев

« ____ » _____ 20 ____ г.

« ____ » _____ 20 ____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.02 «Синергетика»

Направление подготовки

06.03.01.Биология

(код и наименование направления подготовки)

Профиль подготовки

«Биоэкология»

(наименование профиля подготовки)

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Очно-заочная

Нальчик 2020

Рабочая программа дисциплины «Синергетика»
/сост. О.В. Пшикова – Нальчик: КБГУ, 2020. - 21 с.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины вариативной части студентам очной формы обучения по направлению подготовки 06.03.01 Биология, 7 семестра, 4 курса.

Рабочая программа составлена с учетом Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «07» августа 2014 г. № 944.

Составитель _____ **О.В. Пшикова**
(подпись)

Содержание

1		Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)	4
2		Место дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО	4
3		Требования к результатам освоения дисциплины (модуля)	4
4		Содержание и структура дисциплины (модуля)	5
	4.1	Лекции	7
	4.2	Практические занятия (семинары)	9
	4.3	Лабораторные работы по дисциплине	9
	4.4	Самостоятельное изучение разделов дисциплины	12
	4.5	Курсовой проект	13
5		Оценочные материалы для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации	13
6		Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:	17
7		Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)	17
	7.1	Основная литература	17
	7.2	Дополнительная литература	18
	7.3	Периодические издания	18
	7.4	Интернет-ресурсы	19
	7.5	Методические указания по проведению различных учебных занятий, к курсовой работе и другим видам самостоятельной работы	20
8		Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)	20
9		Лист изменений (дополнений) в рабочей программе дисциплины (модуля)	21

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины (модуля): освоить основные теоретические положения этой междисциплинарной науки и овладеть арсеналом современных синергетических методов анализа, а также возможности использования ее достижений и методов в практике.

Задачи:

- раскрыть фундаментальные вопросы и практические аспекты биотермодинамики, биологической теории информации, кинетики биологических процессов;
- изучить фундаментальные вопросы и практические аспекты нелинейной науки, включающие теории бифуркаций и катастроф, детерминированного (динамического) хаоса, фрактальную геометрию и теорию самоорганизации;
- выявление и исследование общих закономерностей, по которым образуется порядок в сложных системах;
- сформировать методологические основы синергетического мышления, обучить умению проводить анализ модельных ситуаций, конкретных механизмов возникновения и развития различных процессов;
- освоить методики оценки функционального состояния систем и организма человека в целом, широко используемых в медицинской практике.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к специальным дисциплинам вариативной части Б1.В.02, предназначена для преподавания студентам очной формы обучения на 4 курсе (7 семестр), заканчивается экзаменом.

На изучение курса отводится 108 часов (3 з.е.) из них лекционных -14, лабораторных – 28, самостоятельная работа студента – 39 часа, заканчивается экзаменом – 27 часов. На аудиторные занятия в интерактивной форме отводится 14 часов.

Основные знания, необходимые для изучения дисциплины: знания по всем биологическим дисциплинам и, в особенности, физики, химии, биохимии, физиологии человека, математики, биофизики, философии естествознания.

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины (модуля)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки (специальности):

а) общепрофессиональных (ОПК): ОПК-5

б) общекультурные (ОК): ОК-4

в) профессиональных (ПК): ПК-1

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: основные понятия синергетики; динамику жизненных процессов и механизмы их регулирования; базовую терминологию, относящуюся к теории колебаний (понятия динамической системы и фазового пространства, системы с непрерывным и дискретным временем, грубость динамической системы), теории бифуркаций и катастроф, детерминированного (динамического) хаоса, фрактальную геометрию и теорию самоорганизации; классификацию колебательных систем и колебательных процессов; условия возникновения собственных, вынужденных и параметрических колебаний в системе с одной степенью свободы; элементы теории автоколебаний; приближенные методы расчета и анализа колебательных процессов; научные и прикладные значения теории колебаний; качественные методы исследования динамических моделей биопроцессов; типы поведе-

ния биосистем; иерархию времен в биосистемах; общие критерии устойчивости стационарных состояний.

Уметь: организовать биофизический эксперимент; анализировать полученный результат и на его основе прогнозировать состояние, использовать математические методы и выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности; осваивать самостоятельно новые разделы фундаментальных наук, используя достигнутый уровень знаний.

Владеть: навыками проведения экспериментов; обработки и анализа полученных результатов опытов; иметь представление о задачах, в которых возникают колебательные процессы; об особенностях математического моделирования; о научном и прикладном значении проблем синергетики.

Приобрести опыт деятельности:

1. Биотермодинамических методов: техника эксперимента: приборы, регистраторы, микро – макротермопары; определение тепловой радиации тела; определение средневзвешенной температуры тела; динамика теплопродукции и теплоотдачи в экстремальных условиях; определение энергии активации работающего органа.

2. Полярографического метода: научные принципы полярографии, ознакомление с полярографическими установками: Lp-7e, ПО –2А; определение P_{O_2} в физиологическом растворе; определение P_{O_2} в мышце при гипоксии; определение P_{O_2} в растительной ткани при различных условиях среды.

3. Регистрация биоэлектрических потенциалов: регистрация клеточно – тканевых потенциалов; регистрация электрической волны возбуждения нервного волокна; влияние солей Ca , и P_{O_2} на биоэлектрическую волну возбуждения.

4. Энерго – информационных методов: вычисление ΔG биохимических реакций; вычисление информационных показателей P_{O_2} на соме нейрона.

4. Содержание и структура дисциплины (модуля)

Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Раздел 1. Введение: биофизические аспекты синергетики	Исторический аспект синергетики. Определение синергетики как научной дисциплины. Методологическое значение. Значение для практики. Неравновесная термодинамика-предмет научной популяризации. Энтропия фундаментальное понятие, стоящее в одном ряду с энергией. Связь энтропии с информацией. Понятие порядок (структура) и беспорядок (хаос), а также связь между ними и возможность перехода одного в другое. Категории синергетики: хаос, упорядоченность, диссипативность, открытые системы, флуктуации, фазы, устойчивость, синхронизация и др.	К ЛР РК Т
2	Раздел 2. Основы качественной теории динамических систем	Устойчивость- общие определения, эволюционные уравнения, Фазовое пространство, фазовый портрет. Простые неподвижные точки - аттрактор. Типичные неподвижные точки для простых	К ЛР РК Т

		линейных систем- узел. Фокус, седло, центр, устойчивые и неустойчивые точки. Устойчивость по Ляпунову. Предельный цикл. Изоклины. Бифуркации в нелинейных системах. Математическая модель брюсселятора. Параметры порядка. Пути к самоорганизации - через изменения управляющих параметров и количества компонент. Система эволюционных уравнений Лоренца и аттрактор Лоренца. Множества Мандельброта. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа-Пригожина.	
3	Раздел 3. Моделирование биофизических процессов и проблемы синергетики	Моделирование – один из методов биофизики и синергетики (жидкостно-мозаичная модель мембраны, модель формирования потенциала действия, модель скользящих нитей при описании сокращений мышцы, модель кровеносной системы и т.д.). Этапы моделирования. Классификация моделей. Требования к моделям. Математические модели биофизической кинетики – это самоорганизация биосистем во времени и пространстве. Теория динамических систем. Самоорганизация на разных этапах эволюции.	К ЛР РК Т
4	Раздел 4.Автоволновые процессы	Реакция Белоусова - Жаботинского. Автоволновые процессы – проявления самоорганизации систем. Классификация колебаний. Синусовый узел сердца – автоколебательная система. Активная и неактивная среда и перенос энергии в этих средах. Распространение нервного импульса по аксону. Модели формальных активных сред. Аннигиляция волн в кольце однородной активной среды. Циркуляция возбуждения в кольце неоднородной по рефрактерности активной среды.	К ЛР РК Т
5	Раздел 5. Основы биологической информации	Теория информации – наука о конструкции. Энтропия, информация и биологическая упорядоченность. Ценность информации. Обратные связи. Значение теории информации в биологии.	К ЛР РК Т
6	Раздел 6. Биологические ритмы и их синергетические механизмы	Биоритмы – критерий адаптоспособности и профпригодности к экстремальным условиям. Биоритмы – инструмент для оценки функционального состояния организма. Работа организма против равновесия и колебательные режимы.	К ЛР РК Т

7	Раздел 7. Процессы само-организации в открытых термодинамических системах.	Расчет энтропийного баланса Земли. Негэнтропия.	К ЛР РК Т
---	--	---	--------------------

В графе 4 приводятся планируемые формы текущего контроля: защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), домашнего задания (ДЗ) написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), рубежный контроль (РК), тестирование (Т) и т.д.

Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов)

Вид работы	Трудоемкость, часов
	Всего
Общая трудоемкость (в зачетных единицах)	3
Аудиторная работа:	108
<i>Лекции (Л)</i>	14
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	28
Самостоятельная работа:	39
Курсовой проект (КП), курсовая работа (КР) ¹	
Расчетно-графическое задание (РГЗ)	
Реферат (Р)	
Эссе (Э)	
Самостоятельное изучение разделов	
Контрольная работа (К) ²	
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.),	
Подготовка и сдача экзамена ³	27
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	Экзамен

4.1 ЛЕКЦИИ

Тематический план лекций по курсу «Синергетика»

№ п/п	Тема	Литература
1	Введение. Проблемы синергетики	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Арнольд В.И. Теория катастроф.- М.: Наука, 2000.- 128 с. 3. Васильев В.А., Романовский Ю.Н., Яхно В.Г. Автоволновые процессы. - М: Наука, 1987. 4. Иваницкий Г.Р., Кричинский В.И., Сельков Е.Е. Математическая биофизика клетки. - М.: Наука, 1978 5. Кузнецов С.П. Динамический хаос: Курс лекций.- М.: Физматлит, 2001.- 296 с. 6. Курдюмов С.П. и др. Модели синергетики и

¹ На курсовой проект (работу) выделяется не менее одной зачетной единицы трудоемкости (36 часов)

² Только для заочной формы обучения

³ При наличии экзамена по дисциплине

		<p>развитие человечества. - Сб. «Синергетика и образование». - М., 1997.</p> <p>7. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и теория саморегуляции. Идеи, методы, перспективы. – М.: Знание. – 1983.</p> <p>8. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. - М.: Наука, 1984.</p>
2.	Основы качественной теории динамических систем	<p>1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2.</p> <p>2. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости: учеб. пособие для вузов. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с.</p> <p>3. Кузнецов С.П. Динамический хаос: Курс лекций.- М.: Физматлит, 2001.- 296 с.</p> <p>4. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы.- М.: Институт компьютерных исследований.- 2002.- 655с.</p> <p>5. Методы качественной теории в нелинейной динамике: Пер. с англ. Ч.1 / Л.П. Шильников, А.Л. Шильников, Д.В. Тураев, Л. Чуа. - М.: Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2004. - 416с.</p> <p>6. Хакен Г. Синергетика. Динамика иерархических структур. - 1980.</p> <p>7. Хакен Г. Синергетика.- М.: Мир, 1980.- 404 с.</p> <p>8. Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер. с англ. - М.: Мир, 1985. - 320с.</p> <p>9. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы.- Ижевск, 2001.- 526с.</p> <p>10. Шустер Э. Детерминированный хаос. - Мир, 1987.</p>
3.	Моделирование биофизических процессов и проблемы синергетики	<p>1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2.</p> <p>2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с.</p> <p>3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p>
4.	Автоволновые процессы	<p>1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2.</p> <p>2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с.</p> <p>3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. – 592с.</p> <p>4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p> <p>5. Васильев В.А., Романовский Ю.Н., Яхно В.Г. Автоволновые процессы. - М: Наука, 1987.</p> <p>6. Вир С. Кибернетика и управление производством.- М., 1963.</p> <p>7. Войно - Ясенецкий М.В. Первичные ритмы возбуждения в онтогенезе. - Л., 1974. - 147 с.</p>
5.	Основы биологической информации	<p>1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2.</p> <p>2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с.</p>

		<p>3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. – 592с.</p> <p>4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p>
6.	Биологические ритмы и их синергетические механизмы	<p>1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2</p> <p>2. Ливанов М.И. и др. О ритмических колебаниях потенциалов как одном из основных механизмов интеграции нейронов. - В кн.: Механизмы объединения нейронов в нервном центре. - Л., 1974. - С. 143 - 148.</p>
7.	Процессы самоорганизации в открытых термодинамических системах.	<p>1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2.</p> <p>2. Коган А.Б. Вероятностно - статистический принцип нейронной организации функциональных систем мозга.- ДАН СССР, 1964. - Т.154. - №5.- С.1231 – 1234.</p>

4.2 Практические занятия (семинары) не предусмотрены

4.3 Лабораторные работы*

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	3	4
1		Биотермодинамические методы: техника эксперимента: приборы, регистраторы, микро – макротермопары; определение тепловой радиации тела.	2
2		Биотермодинамические методы: определение средневзвешенной температуры тела; динамика теплопродукции и теплоотдачи в экстремальных условиях.	2
3		Кинетика биологических процессов: определение энергии активации работающего органа	2
4		Полярографические методы: научные принципы полярографии, ознакомление с полярографическими установками: Лр-7е, ПО –2А; определение P_{O_2} в физиологическом растворе; определение P_{O_2} в мышце при гипоксии; определение P_{O_2} в растительной ткани при различных условиях среды;	2
5		Энерго – информационные методы: вычисление ΔG биохимических реакций; вычисление информационных показателей P_{O_2} на соме нейрона.	2
6		Регистрация биоэлектрических потенциалов: регистрация клеточно – тканевых потенциалов;	2
7		Регистрация электрической волны возбуждения нервного волокна	2
8		Влияние солей Mg , Ca , и P_{O_2} на биоэлектрическую волну возбуждения	2
9		Модели роста популяций. Уравнение Ферхюльста	2
10		Построение фазовых портретов	2
11		Аналитическое исследование модели «хищник-жертва»	2
12		Колебательные системы	2
13		Биологические часы	1

14		Регистрация и анализ электрокардиограммы	1
15		Регистрация и анализ пульсограммы	1
16		Аналитическое исследование электроэнцефаллограммы	1
		Итого:	28

Тематический план лабораторных работ по курсу «Синергетика»

№ п/п	Тема	Литература	Оборудование
1.	Биотермодинамические методы: техника эксперимента: приборы, регистраторы, микро – макротермопары; определение тепловой радиации тела.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. 4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 	Методические материалы, проектор, интерактивная доска, диафильмы.
2.	Биотермодинамические методы: определение средневзвешенной температуры тела; динамика теплопродукции и теплоотдачи в экстремальных условиях.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. 4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 	Методические материалы, проектор, интерактивная доска, диафильмы
3.	Кинетика биологических процессов: определение энергии активации работающего органа	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. 3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 4. Арнольд В. И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. - М.: Наука, 2002.- 304с. 	Методические материалы, проектор, интерактивная доска, диафильмы
4.	Полярографические методы: научные принципы полярографии, ознакомление с полярографическими установками: Лр-7е, ПО –2А; определение P_{O_2} в физиологическом растворе; определение P_{O_2} в мышце при гипоксии; определение P_{O_2} в растительной ткани при различных условиях среды;	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. 3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 4. Арнольд В. И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. - М.: Наука, 2002.- 304с. 	

5.	Энерго – информаци-онн ые методы: вычисление ΔG биохимических реакций; вычисление информационных показателей P_{O_2} на соне нейрона	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. 4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 	Методические материалы, проектор, интерактивная доска, диафильмы
6.	Регистрация биоэлектрических потенциалов: регистрация клеточно – тканевых потенциалов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. <p>Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p>	
7.	Регистрация электрической волны возбуждения нервного волокна	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. <p>Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p>	
8.	Влияние солей Mo , Ca , и P_{O_2} на биоэлектрическую волну возбуждения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с. <p>Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p>	
9.	Модели роста популяций. Уравнение Ферхюльста	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 	
10.	Построение фазовых портретов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 	Методические материалы, проектор, интерактивная доска, диафильмы
11.	Аналитическое исследование модели «хищник-жертва»	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с. 3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000. 	
12.	Колебательные системы, Биологические	<ol style="list-style-type: none"> 1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2. 	

	часы	<p>2. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с.</p> <p>3. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с.</p> <p>4. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p> <p>5. Васильев В.А., Романовский Ю.Н., Яхно В.Г. Автоволновые процессы. - М: Наука, 1987.</p> <p>6. Вир С. Кибернетика и управление производством.- М., 1963.</p> <p>7. Войно - Ясенецкий М.В. Первичные ритмы возбуждения в онтогенезе. - Л., 1974. - 147 с.</p> <p>8. Ливанов М.И. и др. О ритмических колебаниях потенциалов как одном из основных механизмов интеграции нейронов. - В кн.: Механизмы объединения нейронов в нервном центре. - Л., 1974. - С. 143 - 148.</p>	
13.	Регистрация и анализ электрокардиограммы, регистрация и анализ пульсограммы	<p>9. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p> <p>10. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с</p>	Методические материалы, проектор, интерактивная доска, диафильмы
14.	Аналитическое исследование электроэнцефаллограммы	<p>1. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.</p> <p>2.Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с</p>	Методические материалы, проектор, интерактивная доска, диафильмы

4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

№ раздела	Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол-во часов
1	2	3
2	Общие модели эволюции: классическая популяционная генетика, методы теоретической популяционной генетики, автоматы С.Кауфмана	8
3	Молекулярная биофизика: Макромолекула как основа организации биоструктур. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибриллярных белков. Методы изучения конформационной подвижности биополимеров. Возбужденные состояния и трансформация энергии в биоструктурах. Модели переноса электрона в биоструктурах. Современные представления о механизмах ферментативного катализа.	8
4	Модели молекулярно-генетических кибернетических систем; модель квазивидов М.Эйгена, спиновые стекла, модель гиперциклов М.Эйгена и П.Шустера, Модель сайзеров В.А.Ратнера и В.В.Шамина	8

5	Искусственные нейронные сети: формальный нейрон, нейросетевая ассоциативная память. Сеть Хопфилда	8
6	Возникновение единого кода: различные механизмы отбора, отбор наилучших вариантов, отбор одного из двух равноправных, отбор одного из многих равноправных, предпосылки дивергентной эволюции, модель дивергентной эволюции, возникновение видов.	7
	Итого:	39

4.5 Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрены

5.Оценочные средства для текущего и рубежного контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Типовые тестовые задания для текущего контроля (примерные). В ходе семестра проводятся 3 рубежных текущих контроля, оценивающийся по 5 баллов.

Задание {{ 23 }} ТЗ 23 Тема 1-0-0

Вынужденная организация является результатом:

- ☐ внутренних неустойчивостей
- ☐ внешних и внутренних воздействий
- ☒ внешних воздействий
- ☐ ни тех, ни других

Задание {{ 24 }} ТЗ 24 Тема 1-0-0

Самоорганизация результат-

- ☐ внешних и внутренних воздействий
- ☐ внешних воздействий
- ☒ внутренних неустойчивостей
- ☐ ни тех, ни других

Задание {{ 25 }} ТЗ 25 Тема 1-0-0

Модели синергетики- это

- ☒ нелинейные, неравновесные системы
- ☐ линейные, неравновесные системы
- ☐ линейные, равновесные системы
- ☐ нелинейные, равновесные системы

Задание {{ 58 }} ТЗ 58 Тема 2-0-0

Автоволновыми называются процессы:

- ☐ распространение волн возбуждения в неактивных средах
- ☐ распространение волн возбуждения в неоднородных средах
- ☒ распространение волн возбуждения в активных средах
- ☐ распространение волн возбуждения в любых средах

Задание {{ 59 }} ТЗ 59 Тема 2-0-0

Автоколебательные процессы в химических системах открыл:

- ☐ Розенблют
- ☐ Винер
- ☐ Жаботинский
- ☒ Белоусов

Задание {{ 60 }} ТЗ 60 Тема 2-0-0

Автоколебательные процессы в химических и биологических процессах открыл:

- ☐ Розенблют
- ☐ Винер
- ☒ Жаботинский
- ☐ Белоусов

129. Задание {{ 129 }} ТЗ 129 Тема 4-0-0

Автором общей теории систем является

- ☒ Берталанфи
- ☐ Коган
- ☐ Милсум
- ☐ Блюменфельд

130. Задание {{ 130 }} ТЗ 130 Тема 4-0-0

Биологическая система – это, выполняющая некоторую функцию структура, которая

- ☐ взаимодействует со средой и другими системами как единое целое
- ☐ состоит из иерархии подсистем низкого уровня, и является подсистемой для систем более высокого порядка
- ☐ непрерывно осуществляет адаптивную перестройку своей деятельности по сигналам обратной связи о ее результатах
- ☐ проявляет свойства самоорганизации, саморегулирования и саморазвития
- ☒ все вышеперечисленное

131. Задание {{ 131 }} ТЗ 131 Тема 4-0-0

По своим взаимоотношениям с окружающим миром системы делятся на

- ☒ открытые, закрытые, изолированные
- ☐ простые, сложные, очень сложные
- ☐ детерминированные, вероятностные
- ☐ целостные, суммативные

В течение курса проводится 3 коллоквиума (каждый коллоквиум оценивается на 8 - баллов).

Вопросы на коллоквиум

1 рейтинговая контрольная точка

1. Научные категории синергетики.
2. Описание предмета синергетики.
3. Объект синергетики
4. Системный подход в физиологии и синергетике.
5. Методы синергетики.
5. Параметры порядка.
6. Методологическое значение синергетики
7. Понятия «хаос» и «порядок».
8. Практическое значение синергетики.
9. Определение предмета синергетики.
10. Фундаментальные отличительные черты и функции живого.
11. Что такое диссипативные системы?
12. Значение теоремы Пригожина для синергетики.

2 рейтинговая контрольная точка

1. Моделирование.
2. Основные этапы моделирования.
3. Биологические модели.
4. Математические модели.
5. Модели, описывающие процессы самоорганизации.
6. Фрактальные временные ряды.
7. Достоинства математического моделирования.

8. Практическая ценность метода математического моделирования.
9. Информационные процессы в биосфере.
10. Математическое моделирование как этап научного исследования биофизики.

Зрейтинговая контрольная точка

1. Ритмический характер биопроцессов.
2. Использование биоритмов в качестве критерия адаптоспособности.
3. Деление ритмов по И.А. Тюрину.
4. Деление ритмов по принадлежности к классу явлений.
5. Классификация биоритмов человека по А.Д. Слониму.
6. Классификация биоритмов по Халбергу.
7. Экзогенные и эндогенные ритмы.
8. Причинно-следственные влияния на биосферу.
9. Биоритмы - критерий адаптоспособности.
10. Деление системы по сложности и степени определенности функционирования.
11. Экзогенные и эндогенные ритмы.

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Система: сложные и простые системы.
2. Характеристика организма человека категориями системы.
3. Экстремальная ситуация в организме с позиций термодинамики и системного подхода.
4. Назначение (цель) синергетики.
5. Основные понятия синергетики.
6. Аттракторы: эффективный и странный.
7. Многоступенчатая композиция аттракторов.
8. Базисные итерации в организме.
9. Понятие о фракталах (фракталы природы).
10. Осцилляции и итерации в природе.
11. Множество Мандельброта и современность природных процессов.
12. Бифуркации, их значение.
13. Правило Ферхюльста и итеративные процессы в природе.
14. Термодинамическая картина хаоса: фракталы Жюлиа, пыль Фату, диски Зигеля.
15. Роль условных рефлексов в динамике итераций организма.
16. Автоколебательные процессы и их роль в организме.
17. Автоколебания и автоволны в органах и тканях.
18. Виды колебаний в биосистеме (примеры).
19. Синусовый узел сердца как автоколебательная система.
20. Автоволны: определение, примеры.
21. Уравнение распространения нервного импульса по аксону.
22. τ - модель, значение.
23. Явление аннигиляции автоволн в активной среде.
24. Механизмы циркуляции волны возбуждения.
25. Общее определение модели, примеры моделей в биофизике.
26. Основные этапы моделирования.
27. Классификация моделей.
28. Этапы математизации наук - физики и биологии.
29. Модели Мальтуса, Ферхюльста и Вольтерра.
30. Фармакокинетические модели способов введения лекарства.
31. Недостатки и преимущества системного подхода на примерах концепций гештальтпсихологии и биоценозов.
32. Определение биологической системы по А.Б. Когану.
33. Эндосистемы и эктосистемы в природе и биосфере.

34. Основные подсистемы биосферы и их взаимосвязи.
35. Синергетическая функция кислорода - фактора планетарного масштаба.
36. Динамика негэнтропии и энтропии в природе и повышение организованности в живой системе.
37. Роль положительных и отрицательных обратных связей в процессах самоорганизации и саморегуляции биосистем.
38. Диссипативные структуры (примеры) в биосфере.
39. Энергетика потоков вещества, энергии и информации в биосистемах.
40. Коэффициенты Онзагера и принцип Кюри в синергетике.
41. Роль Земли и Солнца в формировании биоритмов.
42. Закон «перемежающейся активности функциональных структур», его приложения в синергетике.
43. Импульсные и циклические процессы в нейронных сетях (М.И. Ливанов) как механизм интеграции (синергетики) нейронов.
44. Классификация биоритмов (А.Д. Слоним и Халберг).
45. Эндогенные и экзогенные биоритмы.
46. Методы исследования эндогенных биоритмов.
47. Механизмы «клеточных часов» и гипотеза «эндогенных часов».
48. Гипотеза экзогенных часов и происхождение биоритмов.
49. Последствия нарушения биоритмов.
50. Вероятностные и детерминированные компоненты биоритмов.
51. Гипотеза синхронизации эндогенных и экзогенных ритмов.
52. Метод ритмокаскадов, его значение на примере онтогенеза человека.
53. Принципы ритмокаскадов (В. Буданов).
54. Характеристика микрофизиологических показателей функций нейронов, являющихся параметрами порядка.
55. Механизмы формирования синхронизированных сигналов действия (ССД) под влиянием факторов природы.
56. Синергетические процессы при формировании адаптации.
57. Практическое значение синхронизированных сигналов действия (ССД) клеток организма.
58. Предмет, методы и объекты синергетики.
59. Методологическое и практическое значение синергетики.
60. Связи синергетики с другими науками.
61. Научные категории термодинамики, используемые в синергетике.
62. Научные категории теории информации, используемые в синергетике.
63. Сопряженные процессы природы (от клетки до биосферы) и их синергетический характер.
64. Эволюция наук о механизмах физиологических функций биосистем.
65. Обоснование необходимости возникновения синергетики.
66. Идейное наследие И.П. Павлова и его место в синергетике.
67. Синергетические процессы мембранного биоэлектрогенеза на примере электрохимического потенциала.
68. Нелинейная термодинамика И. Пригожина - П. Гленсдорфа и физическая природа синергетики.
69. Г. Хакен - основоположник синергетики, предмет синергетики по Хакену.
70. Роль информации в сильно неравновесных системах, работы М. Эйгена.
71. Религия и синергетика.
72. Роль флуктуаций в синергетическом движении молекул (компонентов системы).
73. Синергетика и явления глобализма в обществе.

74. Универсальный критерий эволюции Гленсдорфа - Пригожина, его принципиальное значение.

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

Результаты обучения (компетенции)	Основные показатели оценки результатов	Вид оценочного материала
Способность применять знания принципов клеточной организации биообъекта, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности (ОПК - 5)	Владеть: навыками работы с химическими реактивами, биологическими объектами, определителями и методами исследования; представлениями о распространении живых организмов, их классификации, принципами клеточной организации биообъектов Уметь: проводить и анализировать биологический, химический, биохимический и биофизический эксперимент, связывать данные, полученные при исследованиях Знать: основные принципы организации живых систем на всех уровнях биологической интеграции, основные физиологические и биофизические закономерности; классы органических и неорганических соединений	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация Рубежный контроль
Способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4)	Владеть: приемами использования базовых правовых знаний в различных сферах деятельности Уметь: использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности Знать: базовые правовые положения	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация Рубежный контроль
Способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских и биологических работ (ПК-1)	Владеть: умением ориентироваться в организации процесса измерений и обработки результатов измерений Уметь: вычислять необходимые параметры измерений Знать: методы и алгоритмы анализа данных	Текущий контроль успеваемости Промежуточная аттестация Рубежный контроль

7.Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)

7.1Основная литература

1. Рубин А.Б. Биофизика. – М.: Книжный дом, 2004. - Т1, 2.
2. Артюхов В.Г. и соавт. Биофизика. - М., 2009. – 294с.
3. Самойлов В.Д. Медицинская биофизика.- Спб: СпецЛит, 2007.- 560с.
- 2.Джаксон М.Б. Молеклярная и клеточная биофизика: Учебное пособие: пер.с англ. А.И. Журавлева, А.П. Савицкого. – М.: Мир, 2012. – 551с.
3. Журавлев А.И. Квантовая биофизика животных и человека: Учебное пособие. – 4-е изд., перераб.и доп. – М.: БИНОМ, 2011. – 398с.

4. Антонов В.Ф. Коржуев А.В. Физика и биофизика: Курс лекций для студ.мед.вузов. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 192с.

7.2 Дополнительная литература

1. Антонов В.Ф., Черныш А.М. Физика и биофизика. - М.: Владос, 2000. – 288с.
2. Волькенштейн М.В. Биофизика.- М., 1988. –592с.
3. Антонов В.Ф., Черныш А.М., Пасечник В.И. и др. Биофизика. – М.: «Владос», 2000.
4. Арнольд В. И. Дополнительные главы теории обыкновенных дифференциальных уравнений. - М.: Наука, 2002.- 304с.
5. Арнольд В.И. Теория катастроф.- М.: Наука, 2000.- 128 с.
6. Васильев В.А., Романовский Ю.Н., Яхно В.Г. Автоволновые процессы. - М: Наука, 1987.
7. Вир С. Кибернетика и управление производством.- М., 1963.
8. Войно - Ясенецкий М.В. Первичные ритмы возбуждения в онтогенезе. - Л., 1974. - 147 с.
9. Герасимов А.М., Деленян Н.В., Шаов М.Т. Формирование системы противокислородной защиты организма. - М., 1998. - 187с.
10. Гукенхеймер Дж. Нелинейные колебания, динамические системы и бифуркации векторных полей: Пер.с англ./ Дж. Гукенхеймер, Ф. Холмс; Под общ. ред. А.Д. Морозова.- М.;Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2002.- 560с.
11. Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости: учеб. пособие для вузов. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с.
12. Иваницкий Г.Р., Кричинский В.И., Сельков Е.Е. Математическая биофизика клетки. - М.: Наука, 1978
13. Исследования по общей теории систем. - М., 1969
14. Каррери Дж. Порядок и беспорядок в структуре материи. – М.: Мир, 1985.
15. Коган А.Б. Вероятностно - статистический принцип нейронной организации функциональных систем мозга.- ДАН СССР, 1964. - Т.154. - №5.- С.1231 –1234.
16. Кузнецов Г.А., Суриков В.В. Концепция глобального развития: термодинамические аспекты. Вопросы философии. - 1981. - №12. - С. 95 -102.
17. Кузнецов С.П. Динамический хаос: Курс лекций.- М.: Физматлит, 2001.- 296 с.
18. Курдюмов С.П. и др. Модели синергетики и развитие человечества. - Сб. «Синергетика и образование». - М., 1997.
19. Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и теория саморегуляции. Идеи, методы, перспективы. – М.: Знание. – 1983.
20. Ливанов М.И. и др. О ритмических колебаниях потенциалов как одном из основных механизмов интеграции нейронов. - В кн.: Механизмы объединения нейронов в нервном центре. - Л., 1974. - С. 143 - 148.
21. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы.- М.: Институт компьютерных исследований.- 2002.- 655с.
22. Методы качественной теории в нелинейной динамике: Пер. с англ. Ч.1 / Л.П. Шильников, А.Л. Шильников, Д.В. Тураев, Л. Чуа. - М.: Ижевск : Ин-т компьютерных исследований, 2004. - 416с.
23. Полак Л.С., Михайлов А.С. Саморегуляция в неравновесных физико-химических системах. – М.: Наука, 1983
24. Постон Т., Стюарт И. Теория катастроф и ее приложения.- М.: Мир, 1980.- 670с.
25. Пригожин И. Введение в термодинамику необратимых процессов. - М., 1960.
26. Пригожин И. От существующего к возникающему. - М.: Мир, 1985.
27. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса.- М.: Прогресс.- 1986.- 431с.
28. Принципы системной организации функций. - М., 1973.
29. Приц А. К. Принцип стационарных состояний открытых систем и динамика популяций. - В кн. Теоретическая и экспериментальная биофизика. – Калининград, 1972. - С.3.

30. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. - М.: Наука, 1984.
31. Рубин А.Б. Термодинамика биологических процессов. – МГУ, 1984.
32. Рубин А.Б. Биофизика. – 1-2 ч. – М.: «Высшая школа», 1999, 2001, 2004
33. Синергетика. Труды семинара. Выпуск 1.- М.: МГУ, 1998.
34. Томпсон Дж. М.Г. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. – М.: Мир. - 1985.
35. Тринчер К.С. Биология и информация. - М., 1964.
36. Трубецков Д.И. Линейные колебания и волны: Учеб. пособ. для вузов.- М.: Физматлит, 2001.- 415с.
37. Уголев А.М. Естественные технологии биологических систем. - Л.: Наука, 1987.- 317с.
38. Федер Е. Фракталы. - М.: Мир, 1987.
39. Хакен Г. Синергетика. Динамика иерархических структур. - 1980.
40. Хакен Г. Синергетика.- М.: Мир, 1980.- 404 с.
41. Хакен Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: Пер. с англ. - М.: Мир, 1985. - 320с.
42. Холл А., Фейджин Р. Определение понятия системы. - В кн.: Исследования по общей теории систем.- С. 252.
43. Черныш А.М. Биомеханика неоднородностей сердечной мышцы. - М.: Наука, 1993.
44. Шаов М.Т. Динамика информационных показателей напряжения кислорода в примембранном слое нейронов головного мозга. - Тез. докл. всесоюз. конф. по биолог. и медиц. кибернетике. - М., 1978.- Т. 11. - С.328 - 332.
45. Шаов М.Т. Динамика напряжения внутриклеточного кислорода при возбуждении клетки нителлы// Биологические науки. - М., 1968.- №11.- С. 129 - 131.
46. Шаов М.Т. Динамика напряжения кислорода в различных фазах возбуждения нерва. - Тез. докл. 29 научной конф. физиологов Юга РСФСР. - Ставрополь, 1977. - Т.1.- С.68- 69.
47. Шаов М.Т. Динамика напряжения кислорода и электрической активности клеток мозга в норме и при гипоксии// Патол физиол. и эксперимент. терапия. - М., 1981. - С. 22 – 26.
48. Шаов М.Т. и соавт. Напряжение кислорода на нейронах соматосен
49. Шарден П.Т. Феномен человека (перевод с франц.) - М.: Наука, 1987.-239с.
50. Шарковский А.Н Украина. Мат. Журн.- 1964.- Т. 16.- С. 61
51. Шеннон К.Е. Работы по теории информации и кибернетике. - М., 1963.
52. Шмальгаузен И. И. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск, 1968, с. 34.
53. Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы биологии.
54. Шмальгаузен И.И. Пути и закономерности эволюционного процесса. - Избран. Труды. - М., 1983.
55. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции. - М. -Л., 1946.
56. Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы.- Ижевск, 2001.- 526с.
57. Шустер Э. Детерминированный хаос. - Мир, 1987.
58. Эбелинг В. Образование структур при необратимых процессах. Введение в теорию диссипативных структур. – М.: Мир. – 1979.
59. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе. - М.: Мир, 1987.- 224с.

7.3 Периодические издания

Доклады Российской Академии наук
Известия РАН. Серия биологическая
Вестник РУДН. Серия медицина

7.4 Интернет-ресурсы

[http://www.medliter.com/Biofizika\(28\)\(4\).html](http://www.medliter.com/Biofizika(28)(4).html)
<http://molbiol.edu.ru>
<http://ru.wikipedia.org>
<http://elibrary.ru>
<http://ihtik.lib.ru/philsp1/index.html>
<http://lib.ru/>
<http://militera.lib.ru/>
<http://lib.km.ru/>
<http://www.aldebaran.ru/>
<http://www.russiantext.com/>
<http://dictionaries.rin.ru/>
<http://biblial.by.ru/>
<http://www.allbest.ru/>
<http://ff.lame.ru/links.asp>
<http://www.ict.nsc.ru/win/>
<http://www.pravoslavie.org/>
<http://www.ilibrary.ru/>
<http://universalinternetlibrary.ru/>
<http://nmsf.ssc.ru/Welcome.asp?>
<http://www.eup.ru/>
<http://elib.ru/>

7.5 Учебно-методические пособия:

1. Шаов М.Т., Пшикова О.В. Руководство для малого практикума по биофизике.- КБГУ, Нальчик, 2004.
2. Шаов М.Т., Пшикова О.В. Электрофизиологические методы в биофизике.- КБГУ. - Нальчик, 2010.
3. Шаов М.Т., Пшикова О.В. Биофизика сложных систем. Практикум.- КБГУ. - Нальчик, 2010.
4. Пшикова О.В., Шаов М.Т. Синергетика.- КБГУ.- Нальчик, 2015.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лекционные занятия проводятся в 307 аудитории с интерактивной доской, а практические занятия проводятся в специализированных лабораториях 322, 309. Используются препараты в основном базовой кафедры, комплектуемые с учётом специфики дисциплины, таблицы, фильмы.

Прибор для комплексного анализа физиологических функций организма КТД-2; регистратор КСП-4; осциллограф С1-15; ритмовазометр РВМ-01; стимулятор ЭЛС-1; барокамера ГК-100-1; полярографы Лр-7е и РА-3, кардиограф ЭК-2Т-02; индикатор электрических потенциалов ИМ-789; усилитель биопотенциалов УБП1-02; микроэлектроды, микроскоп, фотоплетизмограф «ЭЛОКС-01 М», пульсоксиметр (монитор анестезиолога-реаниматолога, микролюкс) МАРГ 10-01, электрокардиограф одно/трехканальный ЭК1Т -1/3-07«Аксион» с выходом на ПЭВМ.

Пятиканальная электрофизиологическая установка УЭФ-ПП-5; универсальный электростимулятор УЭС-1; электронный счетчик импульсов ПП-15; осциллографический полярограф ОП-02А; стереотаксический микроманипулятор

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ (ДОПОЛНЕНИЙ)

в рабочую программу по дисциплине «Синергетика» по направлению подготовки
06.03.01. Биология на _2020/2021 учебный год

№ п/п	Элемент (пункт) РПД	Перечень вносимых изменений (дополнений)	Примечание

Обсуждена и рекомендована на заседании
протокол № от «__» _____ 20__ г.

Заведующий кафедрой

А.Ю. Паритов

подпись, расшифровка подписи, дата