

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о документе:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 17.04.2024 17:22:16  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН

К.Р. Муратов

« 29 » 05 2019 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: **Основы взаимодействия физических полей с биообъектами**

направление подготовки: **12.03.04 Биотехнические системы и технологии**

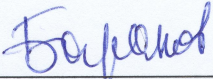
направленность: **Биотехнические и медицинские аппараты и системы**

форма обучения: **очная**

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 22.04.2019 г. и требованиями ОПОП ВО направления подготовки 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», направленность: «Биотехнические и медицинские аппараты и системы», к результатам освоения дисциплины «Основы взаимодействия физических полей с биообъектами».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры кибернетических систем  
Протокол № 14 от « 29 » 05 2019г.

Заведующий кафедрой  
кибернетических систем  О. Н. Кузяков

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель образовательной программы  В.Н. Баранов

« 28 » 05 2019 г.

Рабочую программу разработал:

Е.Г. Глушкова, доцент кафедры ФМД, к.б.н. 

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины изучение основных вопросов взаимодействия различной природы физических полей с биообъектами.

Задачи дисциплины является получение знаний, составляющих основу научных представлений о воздействии физических полей на биообъекты и включающих изучение основных положений теории электромагнитных волн и особенностей их распространения в биологических средах, биофизические эффекты воздействия и выделение медицинского аспектов проблемы действия физических полей на человека.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

*знание*

- основных задач предметной научной области и методы их анализа;
- перспективных разработок биотехнических систем в предметной области, их взаимосвязь со смежными областями;
- основных закономерностей распространения электромагнитных волн в естественных условиях и возбуждения в биологических объектах, параметры биологических тканей в различных диапазонах электромагнитных волн;

*умения*

- использовать приобретённые знания для решения задач по взаимодействию физических полей с биообъектами;
- выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие методы исходя из задач конкретного исследования;
- согласовывать параметры воздействующих полей с биологическими параметрами организма.

*владение*

- навыками проводить анализ основных физико-биологических эффектов в биообъектах в зависимости от параметров воздействующего излучения;
- навыками выполнять первичный расчет величины индуцированных излучением тепловых и акустических эффектов;
- согласовывать параметры воздействующих полей с биологическими параметрами организма.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин Физика, Биофизика, Математика, Химия, Основы биологии и служит основой для освоения дисциплин Биомеханика, Медицинские приборы, системы и комплексы, Математическое моделирование процессов и систем, Узлы и элементы медицинской техники.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
УК-8. Способен создавать и поддерживать безопасные	УК-8.1. Обеспечивает безопасные и/или	З1: основные правила безопасности; основные правила защиты;
	комфортные условия труда на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты.	У1: обеспечивать безопасные условия работы, используя правила и средства защиты

условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций		В1: навыками обеспечения безопасной работы
	УК-8.2. Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.	З2: основные возможные нарушения, которые могут возникнуть на рабочем месте
		У2: выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте
	УК-8.3. Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте, в т.ч. с помощью средств защиты.	В2: навыками обеспечения безопасности на рабочем месте
З3: виды чрезвычайных ситуаций на рабочем месте; средства защиты;		
У3: Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций		
УК-8.4. В случае возникновения чрезвычайных ситуаций принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях.	В3: навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций на рабочем месте, используя средства защиты	
	З4: основные правила безопасности в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	
	У4: принимать решения в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	
ПКС-1. Способность к формированию технических требований и заданий на проектирование и конструирование биотехнических систем и медицинских изделий	ПКС-1.1. Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемым биотехническим системам и медицинским изделиям с учетом характеристик биологических объектов, известных экспериментальных и теоретических результатов.	В4: навыками участия в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях
		З5: параметры биотехнических систем; характеристики биообъектов согласно экспериментальным и теоретическим данным;
		У5: анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемым биотехническим системам
	ПКС-1.2. Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	В5: навыками анализа требований к параметрам для разработки биотехнических систем с учётом характеристик биологических систем;
		З6: основные правила предъявляемые к составлению ТЗ
		У6: определять, корректировать и обосновывать ТЗ
ПКС-1.3. Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.	ПКС-1.3. Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.	В6: навыками составления технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.
		З7: основные правила и способы поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.

		У7: осуществлять поиск и анализ научно-технической информации
		В7: навыками поиска и анализа научно-технической информации
ПКС-7. Способность к созданию интегрированных биотехнических систем и медицинских систем и комплексов для решения сложных задач диагностики, лечения, мониторинга здоровья человека	ПКС-7.1. Разрабатывает структуру и осуществляет создание интегрированной биотехнической системы комплексной диагностики, лечения, мониторинга и реабилитации здоровья человека на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	38: структуру и способы создания интегрированных биотехнических систем; информационные процессы, протекающие в биотехнических системах;
		У8: осуществлять интеграцию биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе
		В8: навыками интеграции биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Контроль	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	3/5	34	34	0	49	27	экзамен

#### 5. Структура и содержание дисциплины/модуля

##### 5.1. Структура дисциплины

##### очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1.	Введение в дисциплину	4	4	0	6	14	ПКС-1.1, ПКС-1.2	реферат, презентация доклада, опрос письменный и устный, творческое групповое задание.
2	2.	Взаимодействие ионизирующих излучений с биообъектами.	6	6	0	9	21	УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, УК-8.4, ПКС-1.1, ПКС-1.2,	реферат, презентация доклада, опрос письменный и устный,

								ПКС-1.3	задание.
3	3.	Взаимодействие излучений оптического диапазона с биообъектами.	6	6	0	9	21	УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3	реферат, презентация доклада, опрос письменный и устный, задание.
4	4.	Использование электромагнитных излучений оптического диапазона в терапии и диагностике.	6	6	0	9	21	ПКС-7.1	реферат, презентация доклада, опрос письменный и устный, задание.
5	5.	Основы взаимодействия электрических и магнитных полей с биообъектами.	6	6	0	8	20	УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3	реферат, презентация доклада, опрос письменный и устный, задание.
6	6.	Основы взаимодействия ультразвуковых волн с биообъектами.	6	6	0	8	20	УК-8.1, УК-8.2, УК-8.3, ПКС-1.1, ПКС-1.2, ПКС-1.3	реферат, презентация доклада, опрос письменный и устный, задание.
7	Экзамен		-	-	0	27	27		
Итого:			34	34	0	76	144		

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины.

#### *Раздел 1. «Введение в дисциплину».*

Цели, задачи, содержание разделов дисциплины. Структура БТС пассивного и активного типа. Оптимальное управление лечебным воздействием при наличии обратных связей. Адаптация биообъекта к внешним воздействиям. Типы воздействия на биообъект в БТС (электромагнитное излучение (ЭМИ), ультразвук. Волновые и квантовые свойства ЭМИ. Уравнения Максвелла. Виды когерентности ЭМИ. Обобщенная схема взаимодействия ЭМИ с биообъектом. Спектр ЭМИ и специфика взаимодействия в различных диапазонах. Взаимодействие ЭМИ с биообъектами. Основные эффекты при прохождении ЭМИ через биосреды (поглощение, рассеяние, люминесценция, поляризация, дифракция и интерференция, отражение и преломление). Шкала ЭМ волн. Действие ЭМИ на биологические объекты и системы в различных диапазонах (ионизирующее излучение (ИИ), ультрафиолетовое (УФ) излучение, оптическое, инфракрасное (тепловое, ИК) радиочастоты).

#### *Раздел 2. «Взаимодействие ионизирующих излучений с биообъектами».*

Определение и классификация ионизирующих излучений. Корпускулярное и некорпускулярное излучение. Естественные и искусственные источники ионизирующего излучения. Радиоактивность. Естественная и искусственная радиоактивность. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность. Количественные характеристики взаимодействия ионизирующего излучения с веществом. Рентгеновское излучение. Устройство и принцип работы рентгеновской трубки. Тормозное рентгеновское излучение.

Характеристическое рентгеновское излучение. Закон Мозли.

Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом (когерентное, некогерентное рассеяние, фотоэффект). Закон ослабления. Первичные физические эффекты при взаимодействии ионизирующих излучений с биообъектами. Эффект Комптона, фотоэффект, рентгенолюминесценция. Ослабление ионизирующих излучений при прохождении через среду. Вторичные физические эффекты.

Дозиметрия ионизирующих излучений. Биологическая активность различных видов излучений. Понятие об эквивалентной дозе и коэффициенте относительной биологической эффективности. Единицы измерения дозы в СИ и во внесистемных единицах. Типовые значения доз от естественных и искусственных источников, включая медицинские установки. Принципы работы и основные типы дозиметрических приборов для измерения радиоактивности.

Физико-химические эффекты. Прямое и не прямое действие. Радиоллиз воды. Действие на ДНК: повреждение нуклеотидов, односторонние и двусторонние разрывы. Действие на белки, липиды и углеводы. Действие ИИ на клеточный метаболизм. Генетические и соматические эффекты. Основные стадии радиационного поражения. Сравнительная радиочувствительность различных структур организма. Действие радиопротекторов и радиосенсибилизаторов. Репаративные процессы. Биологическое действие малых доз ИИ. Стохастические и детерминированные эффекты.

Принципы количественной радиобиологии: принцип попадания, концепция мишени, принцип усилителя. Количественные критерии оценки стохастического риска.

### *Раздел 3. «Взаимодействие излучений оптического диапазона с биообъектами».*

Классификация фотобиологических процессов. Типы физиологических реакций: энергетические, информационные, биосинтетические. Типы деструктивно-модифицирующих процессов: патофизиологические, мутагенные, цитотоксические.

Основные стадии фотобиопроцессов: фотофизическая, фотохимическая, фотобиологическая. Основные механизмы передачи энергии при переходах между синглетными и триплетными состояниями. Распределение поглощенной биообъектом энергии. Основные каналы преобразования поглощенной энергии (излучательные и безызлучательные). Квантовая эффективность преобразования энергии по каналам. Принцип Франка-Кондона. Характеристики возбуждаемой флуоресценции. Спектр биологического действия. Элементарные фотохимические реакции: фотодиссоциация, фотоизомеризация, фотодимеризация, фотосенсибилизация, фотоокисление, фотоионизация и др. Квантовый выход реакции.

Оптические свойства различных биотканей. Основные поглощающие компоненты. Типы пигментов. Глубина проникновения излучения в биоткань. Особенности распространения излучения в мутных средах. Оптические свойства кожи.

Действие УФ излучения на биообъекты, особенности воздействия излучения УФ-А, УФ-В и УФ-С поддиапазонов. Правило Бунзена-Роска. Механизмы действия УФ излучения на молекулярном уровне, особенности действия на ДНК, белки и липиды. Основные системные эффекты: инактивация, накопление витаминов, эритемное действие, мутагенез, канцерогенез. Озонная проблема. Бактерицидное действие УФ излучения.

Особенности взаимодействия с биообъектами излучения видимого диапазона. Фотосенсибилизация. Эндогенные и экзогенные сенсибилизаторы. Принципы фотодинамической терапии (ФДТ). Гипотезы механизмов фотодинамического воздействия. Физиологические реакции с участием билирубина, альбумина, гемоглобина. Светоокислородный механизм. Фотосинтез. Свойства пигментов хлорофилла и каротиноидов. Основные стадии фотосинтеза. Спектр биодействия. Фоторегуляторные системы. Фототаксис, фотокинез, фоторецепция. Механизм зрения (преобразования световой энергии в энергию нервных импульсов). Адаптация зрения. Свойства ИК излучения. Понятие теплового излучения. Абсолютно черное тело (АЧТ). Законы излучения АЧТ. «Серые» тела, коэффициент «серости» для различных биотканей и органов. Основные механизмы действия ИК излучения на биообъекты. Тепловая рецепция. Теплообмен организма с внешней средой, тепловой баланс,

терморегуляция. Тепловые параметры живого организма: температура тела, теплопродукция, теплоотдача. Тепловые биологические эффекты при нагревании биоткани: денатурация, коагуляция, деструкция.

*Раздел 4. «Использование электромагнитных излучений оптического диапазона в терапии и диагностике».*

Особенности лазерного излучения. Лазерное излучение. Гелиотерапия. Источники оптического излучения. Применение лазеров в биомедицине для диагностики. Флуоресцентная диагностика. Светотерапия. Лазеротерапия. Лазерная хирургия. Понятие о дозиметрии неионизирующих излучений. Использование ИК-излучения. Методы контроля и измерения тепловых характеристик биообъектов. Тепловидение. Понятие о бимолекулярной электронике. Перспективы создания биочипов, биосенсоров, биоЭВМ на основе биотехнических устройств.

*Раздел 5. «Основы взаимодействия электрических и магнитных полей с биообъектами».*

Электромагнитные поля (ЭМП) естественного и искусственного происхождения. Электрическое и магнитное поле Земли. Источники ЭМП в биосфере: атмосфере, радиоизлучение Солнца и галактик, ради фон. Излучение средств связи, производства энергии, промышленных предприятий. Реакция биообъектов на ЭМП. Пределы энергетического воздействия. Обратимая и необратимая реакции. Активные и пассивные свойства биообъектов. Краткий исторический обзор применения электрических и магнитных явлений в медицине и биологии. Физиологические эффекты при действии слабых ЭМП. Действие ЭМП на системы управления организмов. Физические механизмы действия ЭМП на живые структуры. Электрофизиологические свойства клеток, тканей и органов. Электропроводность, диэлектрические свойства, дисперсия диэлектрической проницаемости. Модель биоткани для низкочастотного и высокочастотного ЭМП. Эффекты поляризации в тканях на атомно-молекулярном и клеточном уровнях. Теории поляризации тканей по Дебаю и Максвеллу-Вагнеру. Пандеромоторные энергетические силы. Магнитные свойства биоклеток и тканей. Пандеромоторные магнитные силы. Практическое приложение измерений электрофизических свойств в диагностике. Импедансометрия, дисперсия импеданса. Тело человека во внешнем низкочастотном (НЧ) ЭМП. Распределение полей и токов, плотности потока мощности, поглощаемой тканями во внешнем поле. Сравнение действий постоянного, переменного периодического и импульсного полей. Распределение токов в неоднородных биотканях, Базовые модели, расчетные соотношения. Различия в действии НЧ и ВЧ полей, их применение в терапии и диагностике. Проблемы резонансных (частотно- и амплитуднозависимых) эффектов взаимодействия ЭМП с организмами. Окна "прозрачности" тканей и органов. Физиологически активные частоты. Основные гипотезы резонансных эффектов. Принципы биоадекватной терапии и активной диагностики.

*Раздел 6. «Основы взаимодействия ультразвуковых волн с биообъектами».*

Физическая химия и биофизика ультразвука. Волны в упругих средах. УЗ поле. Затухание и отражение УЗ. Искажение формы УЗ волны в реальных условиях. Акустические течения. Коллоидный вибропотенциал в механизме биологического действия УЗ. Ультразвуковая кавитация. УЗ химические реакции. Ультразвуковое свечение. Влияние УЗ на воду и вводные растворы. Ультразвуковая кавитация в биологических средах. Кавитация в суспензиях клеток. Кавитация в тканях под действием НЧ и ВЧ УЗ. Кавитация в тканях под действием «диагностического» ультразвука. Излучатели и приёмники УЗ. УЗ методы терапии и диагностики.



## 5.2.2. Содержание дисциплины по видам учебных занятий.

### Лекционные занятия

#### ОФО

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема лекции
1.	1	2	Введение. Понятие БТС. ЭМИ. Структура энергетических уровней.
2.	1	2	ЭМВ. Шкала ЭМВ. Основное действие ЭМИ на биообъекты.
3.	2	2	Ионизирующие излучения. Виды ионизирующих излучений. Радиоактивность. Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Активность. Период полураспада.
4.	2	2	Рентгеновское излучение. Рентгеновская трубка Взаимодействие РИ с веществом (биообъектом.).
5.	2	2	Дозиметрия. Виды доз. Единицы измерения доз в СИ и во внесистемных единицах. Дозиметрические приборы.
6.	2	2	Физико-химические эффекты. Радиоллиз воды. Свободно-радикальное окисление.
7.	3	2	Поглощение и рассеяние света. Фотобиологические процессы. Стадии фотобиологических процессов.
8.	3	2	Биологическое действие ЭМИ оптического диапазона на биообъекты.
9.	3	2	ИК-излучение. Свойства ИК-излучения. Понятие теплового излучения. Абсолютно чёрное тело и серое тело. Тепловые биологические эффекты. Тепловидение. Тепловизоры.
10.	3	2	Фотосенсибилизация. Фотодинамическая терапия. Фоторегуляторные системы.
11.	4	2	Лазерное излучение. Источники оптического излучения. Применение лазеров в медицине.
12.	5	2	ЭМП естественного и искусственного происхождения. Источники ЭМП.
13.	5	2	Влияние метеорологических факторов на биологические объекты.
14.	5	2	ЭП. Взаимодействие электрического поля с биообъектами. Действие постоянного переменного и импульсного тока.
15.	5	2	МП. Действие магнитного поля на биообъекты. Магнитные свойства биологических клеток и тканей.
16.	6	2	Распространение звуковых волн в биосредах. УЗ. Эффект Доплера. Звуковые методы исследования в медицине.
17.	6	2	Взаимодействие УЗ с биообъектами. УЗ кавитация. Кавитация в тканях под действием НЧ и ВЧ УЗ.Излучатели и приёмники УЗ.
Итого:		34	

### Практические занятия

#### ОФО

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема практических занятий
1.	1	2	Введение. Понятие БТС. ЭМИ. Структура энергетических уровней.
2.	1	2	ЭМВ. Шкала ЭМВ. Основное действие ЭМИ на биообъекты.
3.	2	2	Ионизирующие излучения. Виды ионизирующих излучений. Радиоактивность. Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Активность. Период полураспада.
4.	2	2	Рентгеновское излучение. Рентгеновская трубка Взаимодействие РИ с веществом (биообъектом.).
5.	2	2	Дозиметрия. Виды доз. Единицы измерения доз в СИ и во внесистемных единицах. Дозиметрические приборы.

6.	2	2	Физико-химические эффекты. Радиолит воды. Свободно-радикальное окисление.
7.	3	2	Поглощение и рассеяние света. Фотобиологические процессы. Стадии фотобиологических процессов.
8.	3	2	Биологическое действие ЭМИ оптического диапазона на биообъекты.
9.	3	2	ИК-излучение. Свойства ИК-излучения. Понятие теплового излучения. Абсолютно чёрное тело и серое тело. Тепловые биологические эффекты. Тепловидение. Тепловизоры.
10.	3	2	Фотосенсибилизация. Фотодинамическая терапия. Фоторегуляторные системы.
11.	4	2	Лазерное излучение. Источники оптического излучения. Применение лазеров в медицине.
12.	5	2	ЭМП естественного и искусственного происхождения. Источники ЭМП.
13.	5	2	Влияние метеорологических факторов на биологические объекты.
14.	5	2	ЭП. Взаимодействие электрического поля с биообъектами. Действие постоянного переменного и импульсного тока.
15.	5	2	МП. Действие магнитного поля на биообъекты. Магнитные свойства биологических клеток и тканей.
16.	6	2	Распространение звуковых волн в биосредах. УЗ. Эффект Доплера. Звуковые методы исследования в медицине.
17.	6	2	Взаимодействие УЗ с биообъектами. УЗ кавитация. Кавитация в тканях под действием НЧ и ВЧ УЗ. Излучатели и приёмники УЗ.
Итого:		34	

*Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены*

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.	Тема	Вид СРС
1.	1.	6	Повторение разделов биохимии и биофизики, связанных со структурой ДНК, белков, липидов, аминокислот, мембранным транспортом, основными процессами клеточного метаболизма. Волновые свойства излучения. Теория Максвелла. Распространение ЭМИ с учетом взаимодействия с проводящими и диэлектрическими средами. Квантовые свойства излучения. Квантование энергии гармонического осциллятора и аттенюатора. Представление о матрице плотности. Квантование энергии водородоподобного атома. Решение уравнения Шредингера для простейших случаев. Применение теории возмущений. Бруновское приближение.	рефераты, доклады, конспекты, обзорные статьи, индивидуальное задание
2.	2.	9	Действие на ДНК: повреждение нуклеотидов, однонитевые и двухнитевые разрывы. Действие на белки, липиды и углеводы. Действие ИИ на клеточный метаболизм. Генетические и соматические эффекты. Основные стадии радиационного поражения. Сравнительная радиочувствительность различных структур организма. Действие радиопротекторов и радиосенсибилизаторов. Репаративные процессы. Биологическое действие малых доз ИИ. Стохастические и детерминированные эффекты. Принципы количественной радиобиологии: принцип	рефераты, доклады, конспекты, обзорные статьи, индивидуальное задание

			попадания, концепция мишени, принцип усилителя.	
3.	3.	9	Основные механизмы передачи энергии при переходах между синглетными и триплетными состояниями. Распределение поглощенной биообъектом энергии. Основные каналы преобразования поглощенной энергии (излучательные и безизлучательные). Квантовая эффективность преобразования энергии по каналам. Принцип Франка-Кондона. Характеристики возбуждаемой флуоресценции. Спектр биологического действия. Элементарные фотохимические реакции: фотодиссоциация, фотоизомеризация, фотодимеризация, фотосенсибилизация, фотоокисление, фотоионизация и др. Квантовый выход реакции.	рефераты, доклады, конспекты, обзорные статьи, индивидуальное задание
4.	4.	9	Свойства солнечного излучения. Гелиотерапия. Свето- и лазеротерапия. Гипертермия. Лазерная хирургия. Медицинское применение ФДТ. Лазерная флуоресцентная диагностика в медицине (микроспектрофлуориметрия, проточная флуориметрия рассеяния, флуоресцентный спектральный анализ).	рефераты, доклады, конспекты, обзорные статьи, индивидуальное задание
5.	5.	8	Электропроводность, диэлектрические свойства, дисперсия диэлектрической проницаемости. Модель биоткани для низкочастотного и высокочастотного ЭМП. Эффекты поляризации в тканях на атомно-молекулярном и клеточном уровнях. Теории поляризации тканей по Дебаю и Максвеллу-Вагнеру. Пандеромоторные энергетические силы. Проблемы резонансных (частотно- и амплитуднозависимых) эффектов взаимодействия ЭМП с организмами. Окна «прозрачности» тканей и органов. Физиологически активные частоты. Основные гипотезы резонансных эффектов. Принципы биоадекватной терапии и активной диагностики.	рефераты, доклады, конспекты, обзорные статьи, индивидуальное задание
6.	6.	8	Ультразвуковые методы диагностики. Одномерная и двумерная эхолокация. Ультразвуковые эхометоды.	рефераты, доклады, конспекты, обзорные статьи, индивидуальное задание
7.		27	Подготовка к экзамену	Работа с конспектами и литературой
Итого за 5 семестр:		76		

5.2.3. Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий: информационные лекции, лекция-визуализация, лекция-беседа, практические занятия в виде практикума с решением ситуационных задач, информационное использование системы дистанционного обучения Educon2, балльно-рейтинговая технология организации учебного процесса.

## 6. Тематика курсовых работ/пректов

*Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены.*

## 7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены».

## 8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной, формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1.	Посещение лекционных занятий	5
2.	Практические занятия	10
3.	Выполнение СРС	15
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	30
2 текущая аттестация		
4.	Посещение лекционных занятий	5
5.	Практические занятия	10
6.	Выполнение СРС	15
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
7.	Посещение лекционных занятий	5
8.	Практические занятия	10
9.	Выполнение СРС	15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	30
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

**ЭБС «Издательства Лань»:**

1. Адрес сайта – <http://e.lanbook.com/>

2. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.

3. Характеристика фонда: ЭБС издательства «Лань» - это ресурс, включающий в себя электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы.

Цель ресурса – обеспечение вузов доступом к научной, учебной литературе по максимальному количеству профилей направлений, поэтому ассортимент электронно-библиотечной системы постепенно расширяется.

**Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ**

1. Адрес сайта – <http://elib.tsogu.ru>
2. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.
3. Характеристика фонда: ПБД насчитывает 6478 названий и включает в себя учебники, учебные пособия, методические указания, монографии, материалы конференций, сборники научных трудов, авторефераты диссертаций.

#### **Научная электронная библиотека «E-library»**

1. Адрес сайта – <http://elibrary.ru/>.
2. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.
3. Характеристика фонда: Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - это крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций.

#### **НЭЛБУК**

1. Адрес сайта – <http://nelbook.ru/>.
2. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.
3. Характеристика фонда: Коллекция изданий издательства МЭИ

#### **Электронная библиотека технического вуза**

1. Адрес сайта – <http://elib.tsogu.ru/>.
2. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет
3. Характеристика фонда: Коллекция изданий издательства АСВ

#### **Библиокомплектатор**

1. Адрес сайта – <http://biblijkomplektator.ru/>
3. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.
4. Характеристика фонда: Коллекции: «Ассоциации строительных вузов»; «Финансы и кредит»; «Философия»; «Бухгалтерский учет. Аудит»; Иностранные языки.

#### **Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»**

2. Адрес сайта – [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
3. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.
4. Характеристика фонда: [Бизнес. Экономика. Гуманитарные и общественные науки. Естественные науки. Компьютеры. Интернет. Информатика. Математика и статистика. Педагогика, психология, социальная работа. Право. Юриспруденция. Прикладные науки. Техника. Сельское хозяйство и природопользование. Языкознание. Иностранные языки. Словари.](#)

#### **Электронная библиотека РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина**

2. Адрес сайта – <http://elib.tsogu.ru/>.
3. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.
4. Характеристика фонда: Издания РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

#### **Электронная библиотека УГНТУ (УФА)**

1. Адрес сайта – <http://elib.tsogu.ru/>.
2. Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.
3. Характеристика фонда: Издания УГНТУ

#### **Электронная библиотека УГТУ (УХТА)**

1. Адрес сайта – <http://elib.tsogu.ru/>.

Количество пользователей неограниченно, онлайн-доступ с любой точки, где есть Интернет.

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства

- Microsoft Windows (договор № 5378-19 от 02.09.19);
- Microsoft Office Professional Plus (договор № 5378-19 от 02.09.19)

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

№ п/п	Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины	Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины (демонстрационное оборудование)
	Мультимедийная аудитория для чтения лекций (проектор, экран, компьютер, акустическая система, локальная и корпоративная сеть).	медицинские приборы для демонстрации БТС и физических полей

## 11. Методические указания по организации СРС

11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

1. Основы взаимодействия физических полей с биообъектами: практикум / сост. доцент кафедры КС, к.б.н. Глушкова Е.Г.: - Тюмень, ТИУ, 2018. – 59 с.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

1. Основы взаимодействия физических полей с биообъектами: практикум / сост. доцент кафедры КС, к.б.н. Глушкова Е.Г.: - Тюмень, ТИУ, 2018. – 59 с.

2. Основы взаимодействия физических полей с биообъектами: методические указания по изучению дисциплины для студентов направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии» / сост. доцент кафедры КС, к.б.н. Глушкова Е.Г.: - Тюмень, ТюмГНГУ, 2015. – 20 с.

**Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания**

Дисциплина Основы взаимодействия физических полей с биообъектами

Код, направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии

Направленность: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
УК-8	З1: основные правила безопасности; основные правила защиты;	не знает основные правила безопасности и основные правила защиты;	знает некоторые правила безопасности и защиты;	основные правила безопасности; основные правила защиты;	уверенно воспроизводит основные правила безопасности и основные правила защиты;
	У1: обеспечивать безопасные условия работы, используя правила и средства защиты	не умеет обеспечивать безопасные условия работы, используя правила и средства защиты	частично обеспечивает безопасность условия труда, используя средства защиты	обеспечивать безопасные условия работы, используя правила и средства защиты с небольшими ошибками	обеспечивать безопасные условия работы, используя правила и средства защиты
	В1: навыками обеспечения безопасной работы	не владеет навыками обеспечения безопасной работы	частично владеет навыками обеспечения безопасной работы	владеет навыками обеспечения безопасной работы с небольшими отклонениями	уверенно владеет навыками обеспечения безопасной работы с
	З2: основные возможные нарушения, которые могут возникнуть на рабочем месте	не знает основные возможные нарушения, которые могут возникнуть на рабочем месте	частично знает основные возможные нарушения, которые могут возникнуть на рабочем месте	знает основные возможные нарушения, которые могут возникнуть на рабочем месте	уверенно воспроизводит основные возможные нарушения, которые могут возникнуть на рабочем месте
	У2: выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	не умеет выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	выявляет, но не устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте с небольшими отклонениями	выявлять и устранять проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте
	В2: навыками обеспечения безопасности на рабочем месте	не владеет навыками обеспечения безопасности на рабочем месте	частично владеет навыками обеспечения безопасности на рабочем месте	владеет навыками обеспечения безопасности на рабочем месте с небольшими отклонениями	уверенно владеет навыками обеспечения безопасности на рабочем месте
	З3: виды чрезвычайных ситуаций на рабочем месте; средства защиты;	не знает виды чрезвычайных ситуаций на рабочем месте; средства защиты;	частично знает виды чрезвычайных ситуаций на рабочем месте; некоторые средства защиты;	знает виды чрезвычайных ситуаций на рабочем месте и средства защиты;	уверенно воспроизводит все виды чрезвычайных ситуаций на рабочем месте и средства защиты;

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
ПКС-1	У3: Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций	не умеет осуществлять действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций	частично умеет осуществлять действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций	осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций с небольшими отклонениями	осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций
	В3: навыками по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций на рабочем месте, используя средства защиты	не владеет навыками предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций на рабочем месте, используя средства защиты	имеет некоторые навыки по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций на рабочем месте, используя средства защиты	имеет навыки по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций на рабочем месте, используя средства защиты с небольшими отклонениями	уверенно владеет навыками по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций на рабочем месте, используя средства защиты
	34: основные правила безопасности в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	не знает основные правила безопасности в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	знает некоторые правила безопасности в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	основные правила безопасности в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях с небольшими отклонениями	воспроизводит все правила безопасности в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях
	У4: принимать решения в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	не умеет принимать решения в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	частично умеет принимать решения в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	умеет принимать решения в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях, допуская небольшие ошибки	принимать решения в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях
	В4: навыками участия в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	не владеет навыками участия в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	имеет некоторые навыки участия в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	навыками участия в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях	уверенно демонстрирует навыки участия в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях
	35: параметры биотехнических систем; характеристики биообъектов согласно экспериментальным и теоретическим данным;	не знает параметры биотехнических систем; характеристики биообъектов согласно экспериментальным и теоретическим данным;	имеет некоторые представления о параметрах биотехнических систем и характеристиках биообъектов;	параметры биотехнических систем и характеристики биообъектов на основе экспериментальных и теоретических данных;	уверенно воспроизводит параметры биотехнических систем и характеристики биообъектов на основе экспериментальных и теоретических данных;



Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
	У5: анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемым биотехническим системам	не умеет анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемым биотехническим системам	частично анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемым биотехническим системам	анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемым биотехническим системам с небольшими отклонениями	анализировать и определять требования к параметрам, предъявляемым к разрабатываемым биотехническим системам
	В5: навыками анализа требований к параметрам для разработки биотехнических систем с учётом характеристик биологических систем;	не владеет навыками анализа требований к параметрам для разработки биотехнических систем с учётом характеристик биологических систем;	имеет некоторые навыки анализа требований к параметрам для разработки биотехнических систем с учётом характеристик биологических систем;	владеет, но допускает некоторые ошибки анализа требований к параметрам для разработки биотехнических систем с учётом характеристик биологических систем;	уверенно демонстрирует навыки анализа требований к параметрам для разработки биотехнических систем с учётом характеристик биологических систем;
	З6: основные правила, предъявляемые к составлению ТЗ	не знает основные правила, предъявляемые к составлению ТЗ	имеет некоторые представления о составлении ТЗ	основные правила, предъявляемые к составлению ТЗ	уверенно воспроизводит все правила, предъявляемые к составлению ТЗ
	У6: определять, корректировать и обосновывать ТЗ	не умеет определять, корректировать и обосновывать ТЗ	частично умеет определять, корректировать и обосновывать ТЗ	умеет определять, корректировать и обосновывать ТЗ с небольшими ошибками	умеет определять, корректировать и обосновывать ТЗ
	В6: навыками составления технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	не владеет навыками составления технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	частично владеет навыками составления технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.	навыками составления технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий с небольшими ошибками	уверенно демонстрирует навыки составления технического задания в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов биотехнических систем и медицинских изделий.
	З7: основные правила и способы поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.	не знает правила и способы поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.	имеет некоторые представления о правилах и способах поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.	основные правила и способы поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.	знает все правила и способы поиска и анализа научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных.

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
	У7: осуществлять поиск и анализ научно-технической информации	не умеет осуществлять поиск и анализ научно-технической информации	частично осуществляет поиск и анализ научно-технической информации	осуществляет поиск и анализ научно-технической информации с небольшими отклонениями	умеет осуществлять поиск и анализ научно-технической информации
	В7: навыками поиска и анализа научно-технической информации	не владеет навыками поиска и анализа научно-технической информации	имеет некоторые навыки поиска и анализа научно-технической информации	владеет навыками поиска и анализа научно-технической информации с небольшими ошибками	уверенно владеет навыками поиска и анализа научно-технической информации
ПКС-7	38: структуру и способы создания интегрированных биотехнических систем; информационные процессы, протекающие в биотехнических системах;	не знает структуру и способы создания интегрированных биотехнических систем; информационные процессы, протекающие в биотехнических системах;	имеет некоторые представления о структуре и способах создания интегрированных биотехнических систем; информационные процессы, протекающие в биотехнических системах;	воспроизводит структуру и способы создания интегрированных биотехнических систем, а также информационные процессы, протекающие в биотехнических системах, допуская некоторые мелкие ошибки;	уверенно воспроизводит структуру и способы создания интегрированных биотехнических систем; информационные процессы, протекающие в биотехнических системах;
	У8: осуществлять интеграцию биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	не умеет осуществлять интеграцию биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	частично умеет осуществлять интеграцию биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	умеет осуществлять интеграцию биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе с небольшими отклонениями	умеет уверенно осуществлять интеграцию биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе
	В8: навыками интеграции биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	не владеет навыками интеграции биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	имеет некоторые навыки интеграции биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе	навыками интеграции биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе с небольшими отклонениями	уверенно владеет навыками интеграции биотехнических систем на основе анализа информационных процессов, протекающих в биотехнической системе

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Основы взаимодействия физических полей с биообъектамиКод, направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологииНаправленность: Биотехнические и медицинские аппараты и системы

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1.	<b>Волькенштейн, Михаил Владимирович.</b> Биофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. В. Волькенштейн. - Москва: Лань, 2012. - 594, [1] с. [1] с. : ил. ; 22 см. - (Классическая учебная литература по физике) (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3898">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=3898</a>	ЭР*	30	100	+
2.	<b>Акопян, Валентин Бапкенович.</b> Основы взаимодействия ультразвука с биологическими объектами [Текст]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов "Биомедицинская техника" и направлению подготовки бакалавров и магистров "Биомедицинская инженерия" / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов; ред. С. И. Щукин. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 224 с.	15	30	100	-
3.	<b>Акимов, М.Н.</b> Основы электромагнитной безопасности : учебное пособие / М.Н. Акимов, С.М. Аполлонский. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2095-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/107916">https://e.lanbook.com/book/107916</a>	ЭР*	30	100	+
4.	<b>Широков, Ю.А.</b> Защита в чрезвычайных ситуациях и гражданская оборона: учебное пособие / Ю.А. Широков. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 488 с. — ISBN 978-5-8114-3516-6. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/118631">https://e.lanbook.com/book/118631</a>	ЭР*	30	100	+

Руководитель образовательной программы Баранов В.Н. Баранов

« 28 » 05 2019 г.

Директор БИК Каюкова Д.Х. Каюкова

« 28 » 05 2019 г.

М.П.

**Дополнения и изменения  
к рабочей учебной программе по дисциплине  
«Основы взаимодействия физических полей с биообъектами»  
на 2021/2022 учебный год**

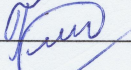
Направление подготовки: 12.03.04 Биотехнические системы и технологии  
Направленность (профиль): Биотехнические и медицинские аппараты и системы  
Форма обучения: очная  
Год начала подготовки: 2019, 2020, 2021

В рабочую программу вносятся следующие дополнения (изменения):  
Пункт 3, таблица 3.1 (приказ Министерства науки и высшего образования №1456 от 26 ноября 2020 г.):

слова «УК-8 Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций»  
заменить на:

«УК-8 Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов».

Дополнения и изменения внес:

доцент, к.б.н. \_\_\_\_\_  Е.Г. Глушкова  
(должность, ученое звание, степень)

Дополнения (изменения) в рабочую программу рассмотрены и одобрены на заседании кафедры кибернетических систем.

Протокол от «30» августа 2021г. №

Заведующий кафедрой  О.Н. Кузяков

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы  В.Н. Баранов

«30» 08 2021г.