

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Радиофизический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

А. Г. Коротаев

Рабочая программа дисциплины

Электромагнитная экология

по направлению подготовки

03.04.03 Радиофизика

Направленность (профиль) подготовки:

Радиофизика, электроника и информационные системы

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

Д.Я. Суханов

Председатель УМК

А.П. Коханенко

Томск – 2025

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-3 Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-1 Способен производить анализ состояния научно-технической проблемы, технического задания, формулировать цель и задачи научного исследования в области радиофизики и электроники.

ПК-2 Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору готового или разработке нового алгоритма решения задачи.

ПК-3 Способен использовать современное оборудование для решения профессиональных задач в области радиофизики и электроники.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК 3.1 Осуществляет поиск научно-технической информации с использованием информационных технологий

ИОПК 3.2 Предлагает новые идеи и подходы к решению научно-исследовательских и прикладных задач с использованием информационных систем и технологий

ИПК 1.1 Формулирует проблему и определяет предметную область исследования

ИПК 1.2 Проводит поиск и анализ научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в выбранной области радиофизики и электроники

ИПК 1.3 Представляет информацию в систематизированном виде, формулирует цель исследования

ИПК 2.1 Формулирует постановку задачи, определяет параметры и функции разрабатываемой системы

ИПК 2.2 Определяет алгоритм и набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование устройства или системы

ИПК 2.3 Проводит компьютерное моделирование устройства или системы

ИПК 3.1 Понимает принципы действия устройств и систем, предназначенных для решения задач в области радиофизики и электроники

ИПК 3.2 Проводит измерения с использованием современных устройств и систем для решения профессиональных задач

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучить теоретические основы экологического влияния электромагнитных излучений на живые системы.

– Научиться применять понятийный аппарат экологического оценивания воздействия электромагнитных факторов окружающей среды на живые системы для решения практических задач профессиональной деятельности.

– Научиться применять требования электромагнитной безопасности в рамках профессиональной деятельности

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль «Солнечно-земная физика».

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Первый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

-лекции: 26 ч.

-лабораторные: 38 ч.

-семинар: 10 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Раздел 1. Введение

Краткий исторический обзор развития и становления дисциплины «Электромагнитная экология» Предмет и содержание курса. Методология и методы исследований в рамках дисциплины. Основные типы воздействия электромагнитных излучений на живые организмы, включая человека. Энергетическая и частотная избирательность систем функционирования живых организмов к воздействию электромагнитных излучений.

Раздел 2. Воздействие электромагнитных излучений на живые системы

Тема 1. Радиационная экология. Воздействие на живые системы ионизирующих излучений. Механизмы взаимодействия гамма-излучений с веществом. Радиобиология. Системно-биологические эффекты влияния излучения. Дозиметрия и биологические нормы. Защита от гамма-излучений. Механизмы взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Рентгеновская радиобиология. Дозиметрия и биологические нормы. Защита от рентгеновских излучений

Тема 2. Фотоэкология. Воздействие на живые системы оптических излучений. Механизмы взаимодействия ультрафиолетового излучения с веществом. Дозиметрия и биологические нормы. Защита от ультрафиолетового излучения. Механизмы взаимодействия видимого излучения с веществом, его роль в формировании биосферы. Ритмозадающая функция. Биологические нормы. Механизмы взаимодействия инфракрасного излучения с веществом, его роль в формировании климата планеты. Биологические нормы.

Тема 3. Радиофизическая экология. Воздействие на живые системы микроволновых излучений. Радиоизлучение ГВЧ, КВЧ, СВЧ, УВЧ, ВЧ диапазонов. Экспериментальные данные по воздействию излучений микроволновых радиодиапазонов на живые организмы, включая человека. Механизмы воздействия излучений на живые организмы (радиофизическая концепция действия КВЧ излучений). Системное, в том числе потенциальное генетическое влияние. Нормирование уровней воздействия. Методы защиты.

Тема 4. Радиофизическая экология. Воздействие на живые системы низкочастотных электромагнитных излучений. Радиоизлучение в УНЧ, КНЧ, ОНЧ, СНЧ диапазонах. Экспериментальные данные по воздействию излучений на живые организмы. Механизмы воздействия излучений на живые организмы, включая человека. Нормирование уровней воздействия. Методы защиты

Тема 5. Радиофизическая экология. Воздействие на живые системы постоянных электрических и магнитных полей. Постоянные электрические и магнитные поля. Биологические эффекты воздействия полей. Возможные механизмы воздействия полей на живые организмы, включая человека. Биологические нормы и стандарты. Меры защиты и дополнительные факторы риска.

Раздел 3. Космическая погода, геомагнитная активность и техногенные компоненты формирования электромагнитного фона

Тема 1. Фоновые электромагнитные поля естественного и антропогенного происхождения и поля биологических систем. Их роль в регуляции биосферных процессов. Медико-биологические аспекты воздействия внешних электромагнитных излучений на функционирование основных систем организма человека. Адаптационные механизмы отклика живых систем на электромагнитные излучения. Корреляция характеристик биологических и физико-химических процессов в организме человека с гелиогеофизическими факторами электромагнитной природы. Временная организация биосистем и экологические факторы. Ритмическая структура организации среды обитания. Биоритмы.

Тема 2. Экологический мониторинг электромагнитной активности основных систем организма человека. Понятие экологического электромагнитного мониторинга основных систем организма человека. Методы регистрации основных показателей функциональных систем организма человека. Приборы и оборудование электромагнитного мониторинга основных систем организма человека. Автоматизация измерительных комплексов электромагнитного мониторинга. Первичная обработка данных мониторинга, их сжатие и хранение. Понятие синхронного мониторинга электромагнитных излучений окружающей среды и состояния основных систем организма человека.

Тема 3. Прикладная электромагнитная экология. Гармонизация подходов к экологическому нормированию уровней воздействия электромагнитных излучений на живые системы. Электромагнитное картирование территорий. Электромагнитная экология пилотируемых космических полетов, в том числе за пределы Земной магнитосферы.

Раздел 4. Лабораторные работы

Тема 1. Проведение синхронного мониторинга показателей электрической активности мозга человека и фоновых электромагнитных полей СНЧ диапазонов в режимах выборочного мониторинга.

Тема 2. Биоэлектрические показатели оценки функционального состояния организма человека в задачах экологического мониторинга.

Тема 3. Оценка влияния вариаций ЭМП шумановского диапазона на вариации параметров ЭЭГ человека.

Тема 4. Электромагнитное картирование помещений и территорий.

Тема 5. Влияние техногенных составляющих электромагнитного фона на динамику биоэлектрической активности основных систем организма человека.

Тема 6. Оценка воздействия излучений сотовых телефонов на вариации параметров ЭЭГ человека.

Тема 7. Холтеровское мониторирование ЭЭГ и ЭКГ показателей.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ по лекционному материалу, деловых игр по темам курса. Самостоятельная работа студентов по освоению материала, реализуемая в системе Moodle, контролируется по времени работы в Moodle. Кроме того, текущий уровень обучения фиксируется в форме контрольной точки два раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет содержит два вопроса. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первый вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций и индикаторов компетенций: ОПК-3, ИОПК-3.1 и ИОПК-3.2

Второй вопрос в каждом билете сформулирован для проверки сформированности следующих компетенций и индикаторов компетенций: ПК-1, ПК-2, ПК-3, ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3, ИПК-2.1, ИПК-2.2, ИПК-2.3, ИПК-3.1, ИПК-3.2.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Определите три основных методологических подхода к организации и проведению исследований в рамках электромагнитной экологии.
2. Основные биотропные параметры действия электромагнитных излучений на живые системы.
3. В чем суть и различия непосредственного прямого и непосредственного косвенного действия ионизирующих излучений на живые организмы (на примере теории мишеней и радиолитиза воды)?
4. Особенности действия ближнего ультрафиолета: эритемный и пигментационный эффекты.
5. Роль электромагнитных излучений диапазона видимого света в фотосинтезе, разделите уравнение фотосинтеза $6CO_2 + 6H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ на фазы.
6. Закономерности реакций организмов на КВЧ нетепловое излучение: зависимость от плотности потока мощности и длины волны КВЧ ЭМИ.
7. Электродинамические и магнитомеханические механизмы действия магнитных полей на живые организмы.
8. Суть и особенности проявления эффектов электро- и магнитофосфена.
9. Основные фазы неспецифической адаптивной реакции тренировки, нормальной и повышенной активации организма на действие электромагнитных излучений.
10. Импактный мониторинг: суть и отличия от иных видов наблюдений.

Компетенция	Индикатор компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
ОПК-3 Способен применять современные информационные технологии, использовать компьютерные сети и	ИОПК-3.1 Осуществляет поиск научно-технической информации с использованием информационных технологий	Не имеет представления о понятиях, закономерностях и моделях электромагнитной экологии. Не имеет представления об экологических нормативах воздействия электромагнит	Имеет общее представление о понятиях, закономерностях и моделях электромагнитной экологии. Понимает содержание экологических нормативов воздействия электромагнит	Допускает отдельные неточности в описании понятий, закономерностей и моделей электромагнитной экологии. Опиерирует понятиями экологическ	Имеет полное представление о понятиях, закономерностях и моделях электромагнитной экологии. Свободно использует экологическ

программные продукты для решения задач профессиональной деятельности.		ных излучений на живые системы, не знаком с документами (СанПиН, ВДУ, ПДУ)	тных излучений на живые системы, но допускает существенные ошибки в оценках данного воздействия	воздействия электромагнитных излучений на живые системы, допуская незначительные ошибки.	тных излучений на живые системы
	ИОПК 3.2 Предлагает новые идеи и подходы к решению научно-исследовательских и прикладных задач с использованием информационных систем и технологий	Не владеет навыками приобретения, использования и обновления знаний, необходимых для решения научно-исследовательских задач в области электромагнитной экологии.	Имеет общие представления о технологиях формирования идей и решений научно-исследовательских задач в области электромагнитной экологии, но допускает существенные ошибки.	Владеет технологиями приобретения, использования и обновления знаний, необходимых для решения научно-исследовательских задач в области электромагнитной экологии, допуская незначительные ошибки.	Реализует новые идеи и подходы к решению научно-исследовательских и прикладных задач с использованием информационных систем и технологий
ПК-1 Способен производить анализ состояния научно-технической проблемы, технического задания, формулировать цель и задачи научного исследования в области радиофизики и электроники	ИПК 1.1 Формулирует проблему и определяет предметную область исследования	Не имеет представления о мировых тенденциях развития фундаментальных разделов физики, радиофизики и электромагнитной экологии. Не владеет навыками выделения предметной ориентации исследований и акцентации проблем электромагнитной экологии	Имеет общие представления о мировых тенденциях развития фундаментальных разделов физики, радиофизики и электромагнитной экологии. Имеет отдельные навыки выделения предметной ориентации исследований и акцентации проблем электромагнитной экологии, но не в полной мере владеет	Допускает отдельные неточности в знании мировых тенденций развития фундаментальных разделов физики, радиофизики и электромагнитной экологии. Владеет навыками выделения предметной ориентации исследований и акцентации проблем электромагнитной экологии, допуская	Имеет полное представление о мировых тенденциях развития фундаментальных разделов физики, радиофизики и электромагнитной экологии. Свободно формулирует проблему и определяет предметную область исследования в рамках электромагнитной экологии.

			ими	незначительные ошибки.	
	ИПК 1.2 Проводит поиск и анализ научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в выбранной области радиофизики и электроники	Не знает основные источники поиска научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии. Не умеет проводить анализ научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии	Имеет общие представления об основных источниках поиска научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии. Понимает принципы проведения анализа научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии, но допускает существенные ошибки в реализации.	Имеет представления об основных источниках поиска научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии, допуская, незначительные ошибки. Способен проводить поиск научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии, допуская, незначительные ошибки.	Имеет полное представление об основных источниках поиска научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии. Способен самостоятельно проводить поиск научно-технической информации и патентной документации, отечественного и зарубежного опыта в рамках электромагнитной экологии
	ИПК 1.3 Представляет информацию в систематизированном виде, формулирует цель исследования	Не владеет навыками систематизированного представления данных и формулирует на их основе цель конкретного исследования.	Имеет отдельные навыки систематизированного представления данных и формирования целей исследования, но допускает существенные	Владеет навыками систематизированного представления данных и формулирует на их основе цель конкретного исследования, допуская незначительные	Свободно владеет навыками систематизированного представления данных и формулирует на их основе цель конкретного исследования.

			с ошибки.	ые ошибки.	
ПК-2 Способность к построению математических моделей объектов исследования и выбору готового или разработки нового алгоритма решения задачи	ИПК 2.1 Формулирует постановку задачи, определяет параметры и функции разрабатываемой системы	Не способен аргументировать постановку задачи, выбор параметров и функций экспериментального исследования.	Имеет общие представления в постановке задачи, выборе переменных и функций экспериментального исследования, но допускает существенные ошибки.	Способен аргументировать постановку задачи, выбор параметров и функций экспериментального исследования, допуская незначительные ошибки.	Способен аргументировать постановку задачи, выбор параметров и функций экспериментального исследования
	ИПК 2.2 Определяет алгоритм и набор параметров, с учётом которых должно быть проведено моделирование устройства или системы	Не умеет выбирать оптимальный алгоритм проведения исследований с набором существенных переменных на основе существующих или собственных разработок.	Способен выбирать оптимальный алгоритм проведения исследований с набором существенных переменных на основе существующих или собственных разработок, но допускает существенные ошибки.	Умеет выбирать оптимальный алгоритм проведения исследований с набором существенных переменных на основе существующих или собственных разработок, допуская незначительные ошибки.	Способен самостоятельно выбирать оптимальный алгоритм проведения исследований с набором существенных переменных на основе существующих или собственных разработок.
	ИПК 2.3 Проводит компьютерное моделирование устройства или системы	Не знает принципы и подходы построения экспериментальных и математических моделей проведения исследований в рамках электромагнитной экологии. Не способен проводить анализ данных на основе статистических моделей	В целом знаком с принципами и подходами построения экспериментальных и математических моделей проведения исследований в рамках электромагнитной экологии, но допускает существенные ошибки. Имеет	Знает принципы и подходы построения экспериментальных и математических моделей проведения исследований в рамках электромагнитной экологии, допуская незначительные ошибки. Способен проводить	представление о принципах и подходах построения экспериментальных и математических моделей проведения исследований в рамках электромагнитной экологии. Способен самостоятельно проводить анализ

		анализа.	отдельные навыки анализа данных на основе стат. моделей, но допускает существенные ошибки	анализ данных на основе статистических моделей анализа, допуская незначительные ошибки.	данных на основе статистических моделей анализа
ПК-3 Способен использовать современное оборудование для решения задач в области радиофизики и электроники.	ИПК-3.1 Понимает физические принципы действия приборов и устройств, предназначенных для решения профессиональных задач.	Не имеет представления о принципах действия и назначении устройств для проведения мониторинговых исследований	Неполные знания принципов действия устройств для проведения мониторинговых исследований и областей их применения	В целом успешное, но с отдельными пробелами, знание принципов действия устройств для проведения мониторинговых исследований и областей их применения.	Уверенное знание принципов действия устройств для проведения мониторинговых исследований областей и способов их применения
	ИПК-3.2 Проводит радиофизические измерения с использованием современных средств измерения и контроля.	Полное непонимание алгоритмов расчетов и методики проведения радио - и биофизических измерений в режимах экологического мониторинга.	Испытывает затруднения в объяснении алгоритмов расчетов и методики проведения радио - и биофизических измерений в режимах экологического мониторинга.	Допускает незначительные ошибки в объяснении алгоритмов расчетов и методики проведения радио - и биофизических измерений в режимах экологического мониторинга.	Полностью понимает смысл алгоритмов расчетов и методики проведения радио - и биофизических измерений в режимах экологического мониторинга.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.
- в) План семинарских / практических занятий по дисциплине.
- г) Методическое пособие по проведению лабораторных работ.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 1. – Ксенофонтов Б. С., Павлихин Г. П., Симакова Е. Н. Промышленная экология. Учебное пособие. М.: «Инфра-М». 2021 193 с.
 2. Ашихмина Т.Я., Кантор Г.Я., Васильева А.Н. Экологический мониторинг: учебное пособие. М.: «Академ. Проспект». 2020. 416 с.

3. Колесник А.Г., Колесник С.А., Побаченко С.В. Электромагнитная экология: Учебное пособие. Томск, Изд-во ТМЛ - Пресс, 2009, 335 с.

б) дополнительная литература:

1. – Кудряшов Ю.Б., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные электромагнитные излучения. (учебник). М.: Физматлит, 2014, 216с.
2. Кудряшов Ю.Б., Рубин А.Б. Радиационная биофизика: микроволновые электромагнитные излучения. (учебник). М.: Физматлит, 2008, 185с
3. Лукина Г.В., Бондаренко С.И. Электромагнитная экология: практикум. – Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2020. – 142 с.
4. Гордиенко В.А., Показеев К.В., Старкова М.В. Экология. базовый курс для студентов небиологических специальностей. учебное пособие. С - Пб.: Изд-во «Лань», 2014. – 640 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- Побаченко С.В., Пономарев А.В. Сопряженный мониторинг биофизических и геофизических показателей в задачах электромагнитной экологии: Методическое пособие. Томск, Изд-во ТГУ, 2009, 48 с. : (URL <http://cosphys.tsu.ru/pdf>).
- Базы данных мониторинга физических полей окружающей среды. Сайт Space Observing System (Данные комплексного мониторинга в г. Томска) <http://cosphys.tsu.ru/>
- Базы данных солнечных и геофизических данных и показателей космической погоды: Сайты NOAA <https://www.swpc.noaa.gov/products/planetary-k-index> , <https://www.spaceweather.com/>
- eLIBRARY.RU: Научная электронная библиотека. – URL: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
 - ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
 - ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
 - Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
 - ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
 - ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- в) Использование пакета стандартных специализированных программ анализа данных по ЭЭГ, РЭГ («Медиком»), ЭКГ («Валента»), пульсоксиметрии, АД для обработки результатов лабораторных работ.

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аппаратурную основу обеспечения лабораторных работ составляет измерительный комплекс оценки психофизиологического состояния организма человека, включающий в себя: аппаратно-программный диагностический комплекс «Валента», укомплектованный методиками исследований, Электроэнцефалограф-анализатор ЭЭГА-21/26-«Энцефалан-131-03» Мод. 10 с широким комплексом исследований, автономный регистратор электроэнцефалографической активности - «Энцефалан-ЭЭГР-19/26», индикатор магнитной индукции ТМИ-1.

Аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате («Актру»).

15. Информация о разработчиках

Побаченко Сергей Владимирович. кандидат биологических наук, доцент, доцент РФФ ТГУ