

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Суслин А. В.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Направление/специальность подготовки	20.04.01 Техносферная безопасность
Специализация/профиль/программа подготовки	Инженерная защита окружающей среды
Уровень высшего образования	Магистратура
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
5	9	4	144	51	17	0	34	93	0	0	93	ЭКЗ.

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

**20.04.01 Техносферная безопасность**

год набора группы: 2023

Программу составил:

Кафедра Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ \_\_\_\_\_  
Матвеев Петр Владимирович, к.т.н., доцент

Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

Заведующий кафедрой Шашурин А.Е., д.т.н., доц. \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ**

## **Разделы рабочей программы**

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## **Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ПСК-1.1 — способность осуществлять контроль выполнения в организации требований в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

### **ПСК-1.1**

*знания:*

сущности экологического аспекта в энергетике  
материальном балансе топлива, отходов и выбросов; топливном цикле и его воздействии на среду обитания; ядерном топливном цикле и его воздействии на биосферу  
перспективных направлениях развития природоохранных технологий  
принципы производства энергии различными способами и воздействие этих способов на окружающую среду  
характеристики летучей золы, основы теории золоулавливания, способы улавливания твердых веществ из дымовых газов  
методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы и оксидов азота  
принцип рассеивания в атмосфере выбросов электростанций  
принципы и методы очистки сточных вод ТЭС  
характер шумового воздействия ТЭС  
основы радиационной безопасности АЭС, способы снижения вредного воздействия АЭС;

*умения:*

принципы постановки проблемы защиты окружающей среды от действия теплоэнергетического объекта, формулирования задач и пути их решения путем выбора природоохранных технологий и/или оборудования  
методы расчета золоуловителей (циклонов, батарейных циклонов, скрубберов, электрофильтров), метод расчета пыления угольного склада  
метод расчета рассеивания вредных веществ в атмосфере и принципы выбора оптимальной высоты источника рассеивания;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **БЕЗОПАСНОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ** является дисциплиной **части**, формируемой участниками образовательных отношений блока 1, программы подготовки по направлению *20.04.01 Техносферная безопасность*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания физико-математической подготовки бакалавра и служит основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, ИНЖЕНЕРНЫЕ МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ И ГИДРОСФЕРЫ, МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА (ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ НАВЫКОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ), ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.1
5	9	<b>Раздел 1. Экологическая безопасность энергосистем.</b> Понятие энергосистем. Воздействие энергосистем на окружающую среду. Место энергосистем в загрязнении окружающей природной среды Виды и способы получения энергии Требования к экологически чистой системе получения энергии ПДК вредных веществ. Понятия и определения.	9	3	1	2	6	7
5	9	<b>Раздел 2. Глобальный баланс углерода.</b> Углеродный баланс глобальный Углеродный баланс лесных систем Углеродный баланс океана на современном этапе Углеродный баланс в атмосфере Топливный цикл и его техногенное воздействие на среду обитания.	9	3	1	2	6	7
5	9	<b>Раздел 3. Природоохранные технологии на ТЭС.</b> Роль теплоэнергетики России в загрязнении окружающей среды Экономические механизмы рационального природопользования в России Взаимодействие ТЭС и окружающей среды Основные направления снижения выбросов и сбросов ТЭС в окружающую среду Особенности энергетических топлив, определяющие экологические характеристики ТЭС.	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 4. Рассеивание выбросов в атмосфере.</b> Рассеивание в атмосфере выбросов электростанций. Дымовые трубы (типы и конструкции). Методика расчета рассеивания вредных веществ и выбор оптимальной высоты дымовой трубы. Контроль состава и концентрации вредных веществ в уходящих газах котлов (методы контроля). Автоматизация контроля загрязнений атмосферного воздуха.	10	3	1	2	7	7
5	9	<b>Раздел 5. Улавливание твердых веществ из дымовых газов.</b> Характеристики летучей золы. Основы теории золоулавливания (фракционный состав золы уноса некоторых топлив; импакторы для определения дисперсионного состава золы; степень улавливания в аппаратах золоулавливания; влияние электрического сопротивления на степень улавливания в электрофильтрах; влияние слипаемости, смачиваемости, наличие СаО в золе на степень улавливания; проскок золы через золоуловитель; параметр золоулавливания П; зависимость степени проскока и улавливания от параметра золоулавливания).	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 6. Типы и характеристики золоуловителей.</b> Инерционные золоуловители: циклоны; батарейные циклоны (расчет инерционных золоуловителей). Жалюзийные пылеуловители, вихревые пылеуловители, отражательные инерционные пылеуловители, ротационные пылеуловители. Мокрые золоуловители: центробежный скруббер; коагулятор Вентури. Расчет мокрых золоуловителей. Электрофильтры. Принцип и особенности работы электрофильтра (на примере аппарата типа УГ). Электро-фильтры серии ЭГА (горизонтальный модификации А) и УВ (унифицированный, вертикальный). Расчет электрофильтров. Особенности улавливания золы с неблагоприятными электрофизическими свойствами: химические методы кондиционирования; температурный метод кондиционирования; температурно-влажностное кондиционирование; метод импульсного питания; метод питания электрофильтра знакопеременным напряжением; метод предварительной ионизации. Рукавные фильтры. Тканевые фильтры. Краткие сведения об улавливании золы на мазутных ТЭС.	9	3	1	2	6	6
5	9	<b>Раздел 7. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы и оксидов азота.</b> Общие сведения, оценка сокращения выбросов оксидов серы с учетом мирового опыта. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов азота.	9	3	1	2	6	6
5	9	<b>Раздел 8. Использование водных ресурсов энергосистемами.</b> Системы охлаждения энергосистем: охлаждающие пруды, проточные водоёмы, градирни Сточные воды энергосистем и их очистка.	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 9. Воздействие ядерного топливного цикла на окружающую среду.</b> Охрана окружающей среды от вредного воздействия АЭС. Ядерный топливный цикл и его воздействие на биосферу. Ядерное топливо (общие сведения). Радиоактивные вещества, образующиеся при работе АЭС. Газообразные, жидкие и твердые отходы от действия АЭС. Нормы радиационной безопасности. Системы защит. Обеспечение радиационной безопасности при авариях на АЭС. Основные источники радиационной опасности при авариях на АЭС. Потенциальные аварийные ситуации на АЭС. Последствия радиационной аварии. Средства локализации аварий. Системы автоматизированного контроля в районе АЭС. Замкнутый ядерный цикл. Особенность Белоярской АЭС.	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 10. Линейные сооружения передачи энергии.</b> Трубопроводы, Линии электропередач, Каналы.	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 11. Использование водных ресурсов для получения энергии.</b> Гидроэлектростанции на равнинных реках Гидроэлектростанции на горных реках Приливные электростанции Сравнение сети малых гидроэлектростанций с одной большой ГЭС Гидроаккумулирующие ГЭС.	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 12. Получение энергии от ветра.</b> Конструкции ВЭС, принцип работы Зависимость выработки энергии ВЭС от скорости ветра, необходимость резерва "обычных" электростанций Минимальная и оптимальная скорость ветра Коэффициент использования ветра.	9	3	1	2	6	6
5	9	<b>Раздел 13. Получение энергии от солнца.</b> Особенности выработки энергии солнечными батареями. Получение электроэнергии и тепловой энергии. Особенности конструкций солнечных батарей. Однослойные, многослойные батареи. КПД солнечных батарей Буферные накопители энергии.	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 14. Водородная энергетика.</b> Способы получения водорода Сжигание водорода. Особенность инфраструктуры для водородной энергетики. Невозможность использования существующей инфраструктуры для метана Топливные элементы.	8	3	1	2	5	6
5	9	<b>Раздел 15. Накопители энергии.</b> Накопители электрической энергии Накопители тепловой энергии Накопители механической энергии.	9	3	1	2	6	6
5	9	<b>Раздел 16. Оптимизация способов получения и передачи (транспортировки) энергии.</b> Выбор, в зависимости от условий, оптимального способа (комбинации	16	6	2	4	10	7

	способов) получения, накопления и передачи энергии с минимальным воздействием на окружающую среду.						
Всего за 9 семестр		144	51	17	34	93	100
Всего по дисциплине		144	51	17	34	93	100

### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Экологическая безопасность энергосистем.	Понятие энергосистем. Воздействие энергосистем на окружающую среду. Место энергосистем в загрязнении окружающей природной среды	0.8
2		Виды и способы получения и передачи энергии.	0.6
3		Воздействие различных способов получения энергии на окружающую среду. Воздействие различных способов передачи энергии на окружающую среду	0.6
4	Раздел 2. Глобальный баланс углерода.	Определение углеродного баланса	1
5		Топливный цикл и его техногенное воздействие на среду обитания	1
6		Роль теплоэнергетики России в загрязнении окружающей среды	0.5
7	Раздел 3. Природоохранные технологии на ТЭС.	Взаимодействие ТЭС и окружающей среды	0.5
8		Основные направления снижения выбросов и сбросов ТЭС в окружающую среду	0.5
9		Утилизация выбросов методом закачки в толщу земли. Обустройство золоотвалов	0.5
10	Раздел 4. Рассеивание выбросов в атмосфере.	Рассеивание в атмосфере на разных высотах	0.25
11		Преобразование вредных выбросов ТЭС в атмосферном воздухе	0.25
12		Влияние вредных выбросов электростанций (SO <sub>2</sub> , NO <sub>X</sub> , твердых частиц) на природу	0.5
13		Дымовые трубы (типы и конструкции)	0.25
14		Методика расчета рассеивания вредных веществ и выбор оптимальной высоты дымовой трубы	0.5
15		Контроль состава и концентрации вредных веществ в уходящих газах	0.25
16	Раздел 5. Улавливание твердых веществ из дымовых газов.	определения дисперсионного состава золы; степень улавливания в аппаратах золоулавливания	0.5
17		влияние электрического сопротивления на степень улавливания в электрофильтрах	0.5
18		проскок золы через золоуловитель; параметр золоулавливания П	0.5
19		влияние слипаемости, смачиваемости, наличие СаО в золе на степень улавливания	0.5
20	Раздел 6. Типы и характеристики золоуловителей.	Инерционные золоуловители	0.5
21		Мокрые золоуловители	0.5
22		Электрофильтры	0.5
23		Улавливания золы с неблагоприятными электрофизическими свойствами	0.5
24	Раздел 7. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы и оксидов азота.	Технологии сероочистки. Мокрые способы очистки: опытно-экспериментальная установка (ОЭУ) мокрого известнякового метода Губкинской ТЭЦ; опытно промышленная установка по аммиачно-циклическому методу (Дорогобужская ТЭЦ). Некоторые зарубежные методы "мокрой" сероочистки: метод "Хемико" (США); метод «Саарберг-Хельтер-Лурги» (США); метод «Хитачи» (Япония); метод фирмы «Би-шофф» (Германия); метод «Кнауфф-Ресерч-Кортель» (Германия); озонный метод. Полусухие (мокро-сухие) методы очистки: метод фирмы «Ниро-Атомайзер» (США); метод "Драйпак" (Швеция). Сухие методы сероочистки: сухой аддитивный метод; метод "Лифак"	1
25		Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов азота.	1

		Общие сведения. Газофазные (сухие) методы денитрации газов: адсорбционные методы; высокотемпературные некаталитические методы; гетерогенно-каталитические методы (высокотемпературное каталитическое восстановление, селективное каталитическое восстановление). Влияние концентрации кислорода на степень превращения NO. Окисление аммиака и восстановление оксида азота на ванадийсодержащем катализаторе. Область применения методов СКВ на ТЭС. Конструкция реактора-катализатора. Перспективные катализаторы. Экономические аспекты методов СКВ. Жидкофазные методы денитрации газов (окислительно-абсорбционные; абсорбционно-окислительные; окислительно-абсорбционно-восстановительные; абсорбционно-восстановительные): нерегенеративные методы; регенеративные методы	
26		Расчёт и выбор систем охлаждения Влияние охлаждающей воды на водоемы Влияние систем охлаждения на парниковый эффект	1
27	Раздел 8. Использование водных ресурсов энергосистемами.	Классификация сточных вод ТЭС. Влияние сточных вод ТЭС (и отдельных загрязнителей) на природные водоемы. Обработка сбросных вод водоподготовительных установок. Очистка сточных вод, содержащих нефтепродукты. Очистка обмывочных вод поверхностей нагрева котлов. Очистка сточных вод химических промывок и консервации оборудования. Обезвреживание сточных вод систем гидрозолаудаления. Очистка сточных вод сероочистных установок	1
28	Раздел 9. Воздействие ядерного топливного цикла на окружающую среду.	Снижение вредных выбросов АЭС. Очистка вентиляционного воздуха от радиоактивных аэрозолей. Очистка сточных вод. Обработка и удаление радиоактивных отходов. Оценка риска обращения с радиоактивными отходами	2
29	Раздел 10. Линейные сооружения передачи энергии.	Особенности воздействия линейных сооружений на окружающую среду и способы минимизации воздействия линейных сооружений	2
30	Раздел 11. Использование водных ресурсов для получения энергии.	Комплекс воздействия гидросооружений на ООС	2
31	Раздел 12. Получение энергии от ветра.	Конструкции ВЭС	1
32		Определение выработки энергии ВЭС в общей энергосистеме	1
33	Раздел 13. Получение энергии от солнца.	Определение доступной энергии. Определение площади занимаемой солнечными батареями	1
34		Определение ниш использования солнечной энергии	1
35	Раздел 14. Водородная энергетика.	Конструкции топливных элементов	2
36	Раздел 15.	Принципы и конструкции накопления эклектической энергии	1
37	Накопители энергии.	Принципы и конструкции накопления механической тепловой и т.п. энергий	1
38	Раздел 16. Оптимизация способов получения и передачи (транспортировки) энергии.	Выбор, в зависимости от условий, оптимального способа (комбинации способов) получения, накопления и передачи энергии с минимальным воздействием на окружающую среду	4
<b>Всего за 9 семестр</b>			<b>34</b>

### 3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)



№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Экологическая безопасность энергосистем.	Анализ лекционного материала.	2
2		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
3		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
4	Раздел 2. Глобальный баланс углерода.	Анализ лекционного материала.	2
5		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
6		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
7	Раздел 3. Природоохранные технологии на ТЭС.	Анализ лекционного материала.	2
8		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
9		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
10	Раздел 4. Рассеивание выбросов в атмосфере.	Анализ лекционного материала.	1
11		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
12		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
13		Работа над ДЗ.	3
14	Раздел 5. Улавливание твердых веществ из дымовых газов.	Анализ лекционного материала.	1
15		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
16		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
17	Раздел 6. Типы и характеристики золоуловителей.	Анализ лекционного материала	2
18		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
19		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
20	Раздел 7. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы и оксидов азота.	Анализ лекционного материала	2
21		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
22		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
23	Раздел 8. Использование водных ресурсов энергосистемами.	Анализ лекционного материала	2
24		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
25		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
26	Раздел 9. Воздействие ядерного топливного цикла на окружающую среду.	Анализ лекционного материала	2
27		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
28		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
29	Раздел 10. Линейные сооружения передачи энергии.	Подготовка к аудиторному практикуму.	2
30		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
31		Анализ лекционного материала	2
32	Раздел 11. Использование водных ресурсов для получения энергии.	Анализ лекционного материала	2
33		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
34		Подготовка к аудиторному	2

		практикуму.	
35	Раздел 12. Получение энергии от ветра.	Анализ лекционного материала	2
36		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
37		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
38	Раздел 13. Получение энергии от солнца.	Анализ лекционного материала	2
39		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
40		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
41	Раздел 14. Водородная энергетика.	Анализ лекционного материала	2
42		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	1
43		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
44	Раздел 15. Накопители энергии.	Анализ лекционного материала	2
45		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
46		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
47	Раздел 16. Оптимизация способов получения и передачи (транспортировки) энергии.	Анализ лекционного материала	2
48		Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	2
49		Подготовка к аудиторному практикуму.	2
50		Подготовка к экзамену	4
Всего за 9 семестр			93

#### 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>9</b>	ОС	ОС	ОС	ДЗ	ОС	ДР	ОС		ОС	ДР	ОС	ОС	ОС			ДР	ОС

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- ОС – устный опрос студентов.

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. . Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда. Ростов н/Д: Феникс, 2005, 600 экз.
2. А. Г. Ветошкин. . Технические средства инженерной экологии. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
3. А. Г. Ветошкин. . Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
4. А. Г. Ветошкин. . Инженерная защита водной среды. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
5. А. Г. Ветошкин. . Основы инженерной экологии. Санкт-Петербург: Лань, 2021, эл. рес.
6. В. В. Ходосов. . Справочные данные для расчёта солнечной батареи (БС) и аккумуляторной батареи (АБ). СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013, эл. рес.
7. В. К. Сысоев, К. М. Пичхадзе, П. А. Грешилов. . Солнечные космические электростанции: пути реализации. М.: МАИ-ПРИНТ, 2013, 10 экз.
8. Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. . Справочная книга для проектирования электрического освещения. СПб.: Энергоатомиздат. Санкт- Петербург. отд-ние, 1992, 13 экз.
9. Л. И. Калягин, В. В. Ходосов. . Солнечная фотоэлектрическая система. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 17 экз.
10. Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. . Безопасность жизнедеятельности. Санкт-Петербург: Лань, 2022, эл. рес.
11. П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарёв. . Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. М.: Высшая школа, 2007, 447 экз.
12. Р. А. Янсон. . Теория идеального горизонтально-осевого ветродвигателя в свободном атмосферном потоке. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005, эл. рес.
13. Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа. . Общая энергетика: водород в энергетике. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. В. Н. Буков, А. М. Бронников, И. Ф. Гамаюнов. . Управление избыточностью технических систем. Генерирование альтернативных конфигураций. М.: Изд. дом Академии им. Н. Е. Жуковского, 2021, 2 экз.
2. К. В. Безручко, В. Ф. Гайдуков, С. В. Губин. . Солнечные батареи автоматических космических аппаратов (компоновка на КА, конструкция узлов, проектировочные расчёты). Харьков: Изд-во ХАИ, 2011, 2 экз.

### 5.3. Периодические издания:

1. Естественные и технические науки;
2. Энергосбережение.

### 5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <http://tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
5. <https://www.youtube.com/watch?v=o43GIAbXnPM&list=PLgpg4h6AVo5molDKo-wR99QDpzJ1Wj9Ux&index=1&t=29s&pp=iAQB>;
6. <https://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

### Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;  
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. [http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com\\_irbis&view=irbis&Itemid=457](http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457) - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

### **6.2. Практические занятия:**

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

### **6.3. Прочее:**

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

### **Аннотация рабочей программы**

Дисциплина **БЕЗОПАСНОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *20.04.01 Техносферная безопасность*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Е5 ЭКОЛОГИЯ И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ПСК-1.1 способность осуществлять контроль выполнения в организации требований в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с рассмотрением основ устройства, проектирования и обеспечения безопасности производственного освещения, защиты от инфракрасных и ультрафиолетовых излучений, лазерных энергетических установок и промышленного оборудования, использующего ионизирующее излучение. Осветительные установки используются для создания необходимых условий труда на рабочих местах, освещения дорог, площадок промышленных предприятий и т.п. Лазерное технологическое оборудование находит широкое применение в различных областях науки и техники: от медицины до оборонной промышленности. Энергоустановки, базирующиеся на использовании ионизирующих излучений, используются для неразрушающего контроля объектов различного рода промышленного производства, для медицинских целей и т.д.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

**Текущий контроль успеваемости** студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- устный опрос студентов.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**17 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**93 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 51 ч. аудиторных занятий, и 93 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Экологическая безопасность энергосистем.</b>		
Анализ лекционного материала.	Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. . Безопасность жизнедеятельности: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7, 15-16)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарёв. . Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: М.: Высшая школа, 2007 (3-4) А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. . Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Ростов н/Д: Феникс, 2005 (1-2)	2
Подготовка к аудиторному практикуму.	Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. . Справочная книга для проектирования электрического освещения: СПб.: Энергоатомиздат. Санкт- Петербург. отд-ние, 1992 (1-8)	2
Итого по разделу 1		6
<b>Раздел 2. Глобальный баланс углерода.</b>		
Анализ лекционного материала.	А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. . Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Ростов н/Д: Феникс, 2005 (1-2)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. . Безопасность жизнедеятельности: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7, 15-16) П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарёв. . Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: М.: Высшая школа, 2007 (3-4)	2
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 2		6
<b>Раздел 3. Природоохранные технологии на ТЭС.</b>		
Анализ лекционного материала.	А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. . Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Ростов н/Д: Феникс, 2005 (1-2)	2
Подготовка к аудиторному практикуму.	П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарёв. . Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: М.: Высшая школа, 2007 (3-4)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. . Безопасность жизнедеятельности: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7, 15-16)	1
Итого по разделу 3		5
<b>Раздел 4. Рассеивание выбросов в атмосфере.</b>		
Анализ лекционного материала.	Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. . Безопасность жизнедеятельности: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7, 15-16) А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. . Безопасность жизнедеятельности.	1

Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	Охрана труда: Ростов н/Д: Феникс, 2005 (1-2) П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарёв. . Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: М.: Высшая школа, 2007 (3-4)	1
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Работа над ДЗ.		3
Итого по разделу 4		7
Раздел 5. Улавливание твердых веществ из дымовых газов.		
Анализ лекционного материала.	П. П. Кукин, В. Л. Лапин, Н. Л. Пономарёв. . Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: М.: Высшая школа, 2007 (3-4) Н. Г. Занько, К. Р. Малаян, О. Н. Русак. . Безопасность жизнедеятельности: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (7, 15-16) А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. . Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: Ростов н/Д: Феникс, 2005 (1-2)	1
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 5		5
Раздел 6. Типы и характеристики золоуловителей.		
Анализ лекционного материала	А. Г. Ветошкин. . Технические средства инженерной экологии: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (2-6)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 6		6
Раздел 7. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы и оксидов азота.		
Анализ лекционного материала	А. Г. Ветошкин. . Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-5)	2
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Итого по разделу 7		6
Раздел 8. Использование водных ресурсов энергосистемами.		
Анализ лекционного материала	А. Г. Ветошкин. . Инженерная защита водной среды: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-5)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 8		5
Раздел 9. Воздействие ядерного топливного цикла на окружающую среду.		
Анализ	А. Г. Ветошкин. . Основы инженерной экологии: Санкт-Петербург:	2



лекционного материала	Лань, 2021 (4-7)	
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 9		5
Раздел 10. Линейные сооружения передачи энергии.		
Подготовка к аудиторному практикуму.	А. Г. Ветошкин. . Основы инженерной экологии: Санкт-Петербург: Лань, 2021 (1-5)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Анализ лекционного материала		2
Итого по разделу 10		5
Раздел 11. Использование водных ресурсов для получения энергии.		
Анализ лекционного материала	А. Г. Ветошкин. . Инженерная защита водной среды: Санкт-Петербург: Лань, 2022 (1-6)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 11		5
Раздел 12. Получение энергии от ветра.		
Анализ лекционного материала	Р. А. Янсон. . Теория идеального горизонтально-осевого ветродвигателя в свободном атмосферном потоке: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005 (1-5)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 12		6
Раздел 13. Получение энергии от солнца.		
Анализ лекционного материала	В. К. Сысоев, К. М. Пичхадзе, П. А. Грешилов. . Солнечные космические электростанции: пути реализации: М.: МАИ-ПРИНТ, 2013 (1-5)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.	Л. И. Калягин, В. В. Ходосов. . Солнечная фотоэлектрическая система: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (2-4) В. В. Ходосов. . Справочные данные для расчёта солнечной батареи (БС) и аккумуляторной батареи (АБ): СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2013 (1)	1
Подготовка к аудиторному практикуму.	К. В. Безручко, В. Ф. Гайдуков, С. В. Губин. . Солнечные батареи автоматических космических аппаратов (компоновка на КА, конструкция узлов, проектировочные расчёты): Харьков: Изд-во ХАИ, 2011 (1-3)	2
Итого по разделу 13		5

Раздел 14. Водородная энергетика.		
Анализ лекционного материала	Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа. . Общая энергетика: водород в энергетике: Москва: Юрайт, 2020 (1-5)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		1
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 14		5
Раздел 15. Накопители энергии.		
Анализ лекционного материала	В. Н. Буков, А. М. Бронников, И. Ф. Гамаюнов. . Управление избыточностью технических систем. Генерирование альтернативных конфигураций: М.: Изд. дом Академии им. Н. Е. Жуковского, 2021 (2-5)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Итого по разделу 15		6
Раздел 16. Оптимизация способов получения и передачи (транспортировки) энергии.		
Анализ лекционного материала	В. Н. Буков, А. М. Бронников, И. Ф. Гамаюнов. . Управление избыточностью технических систем. Генерирование альтернативных конфигураций: М.: Изд. дом Академии им. Н. Е. Жуковского, 2021 (1-5)	2
Изучение рекомендуемых источников по теме раздела.		2
Подготовка к аудиторному практикуму.		2
Подготовка к экзамену		4
Итого по разделу 16		10

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- устный опрос студентов;
- домашнее задание;
- экзамен.

### Критерии оценивания

#### Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

#### Устный опрос студентов

Критерии оценивания:

- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение - 1 балл;
- логичность и последовательность в изложении материала - 1 баллов;
- объем исследованной литературы и других источников информации - 1 баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса - 1 балл;
- обоснованность выводов - 1 балл;

#### Домашнее задание

Домашнее задание заключается в проектировании естественного и электрического освещения для конкретного рабочего места. Выполнение домашнего задания прививает умение анализировать конкретную обстановку, оценивать степень ее соответствия нормативным требованиям и разрабатывать организационные и технические средства обеспечения комфортной световой среды в производственном помещении.

По структуре ДЗ и удельному весу его частей рекомендуется иметь (в листах):

- титульный лист – 1,
- введение – 1...2,
- основная часть (при необходимости с подразделением на разделы и подразделы) – 10...20,
- заключение – 1,
- список обозначений и сокращений – 1,
- список использованных источников.

Критерии оценивания:

- соответствие целям и задачам дисциплины, соответствие содержания заявленной теме - 1 балл;
- постановка проблемы, корректное изложение смысла основных научных идей, их теоретическое обоснование и объяснение - 0,5 баллов;
- логичность и последовательность в изложении материала - 0,5 баллов;
- объем исследованной литературы и других источников информации - 0,5 баллов;
- использование более 1 иностранного источника - 0,5 баллов;
- способность к анализу и обобщению информационного материала, степень полноты обзора состояния вопроса - 0,5 баллов;
- обоснованность выводов - 0,5 баллов;
- наличие аннотации к реферату - 0,5 баллов;
- правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы и т.д.) - 0,5 баллов.

Домашнее задание признается выполненным в случае его оценки не ниже 3 баллов.

#### Экзамен

Экзамен проходит в виде итогового тестирования, состоящего из 10 вопросов.

Тест считается выполненным при количестве правильных ответов на вопросы от 60% и более. По результатам тестирования выставляется оценка по следующим критериям:

- менее 60% правильных ответов на вопросы теста – неудовлетворительно;
- 60-74% правильных ответов на вопросы теста – удовлетворительно;
- 75-89% правильных ответов на вопросы теста – хорошо, при выполнении 100% контрольных мероприятий;
- 90% и более правильных ответов на вопросы теста – отлично, при выполнении 100% контрольных мероприятий.

Вопросы к экзамену находятся в УМК дисциплины.

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ПСК-1.1	
5	9	Раздел 1. Экологическая безопасность энергосистем.	9	3	1	2	6	7	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 2. Глобальный баланс углерода.	9	3	1	2	6	7	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 3. Природоохранные технологии на ТЭС.	8	3	1	2	5	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 4. Рассеивание выбросов в атмосфере.	10	3	1	2	7	7	Домашнее задание
5	9	Раздел 5. Улавливание твердых веществ из дымовых газов.	8	3	1	2	5	6	Домашнее задание, Устный опрос студентов
5	9	Раздел 6. Типы и характеристики золоуловителей.	9	3	1	2	6	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 7. Методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов серы и оксидов азота.	9	3	1	2	6	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 8. Использование водных ресурсов энергосистемами.	8	3	1	2	5	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 9. Воздействие ядерного топливного цикла на окружающую среду.	8	3	1	2	5	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 10. Линейные сооружения передачи энергии.	8	3	1	2	5	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 11. Использование водных ресурсов для получения энергии.	8	3	1	2	5	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 12. Получение энергии от ветра.	9	3	1	2	6	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 13. Получение энергии от солнца.	8	3	1	2	5	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 14. Водородная энергетика.	8	3	1	2	5	6	Устный опрос студентов
5	9	Раздел 15. Накопители энергии.	9	3	1	2	6	6	Устный опрос студентов

5	9	<b>Раздел 16. Оптимизация способов получения и передачи (транспортировки) энергии.</b>	16	6	2	4	10	7	Устный опрос студентов
<b>Всего за 9 семестр</b>			144	51	17	34	93	100	
<b>Всего по дисциплине</b>			144	51	17	34	93	100	