

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»  
Профиль «Электроснабжение»  
РПД Б1.В.ДВ.01.01 «Статистика в задачах электроэнергетики»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
Филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе



В.В. Рожков  
02 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**СТАТИСТИКА В ЗАДАЧАХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки (специальность): **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль **«Электроснабжение»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **3 года 6 месяцев**


Форма обучения: **заочная (ускоренное обучение)**

Год набора: **2025**

Смоленск

Программа составлена с учетом ФГОС ВО по направлению подготовки / специальности 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Минобрнауки России от «28» февраля 2018 г. № 144

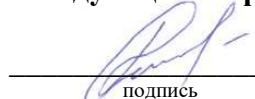
**Программу составил:**

  
\_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Долецкая Л.И.  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

20.01.2025 г.

Программа обсуждена и одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетические системы»  
23.01.2025 г.


**Заведующий кафедрой «Электроэнергетические системы»:**

  
\_\_\_\_\_ к.т.н., доцент Р.В. Солопов  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

06.02.2025 г.

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

**Ответственный в филиале по работе  
с ЛОВЗ и инвалидами**

  
\_\_\_\_\_ зам. начальника УУ Е.В. Зуева  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

06.02.2025 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины:

Формирование у студентов научных и практических представлений об экспериментальных исследованиях случайных событий, явлений и процессов в системах электроснабжения (СЭС).

**Задачи:**

- ознакомление с основными положениями теории вероятности и математической статистики;
- изучение основных статистических задач и решений при функционировании систем электроснабжения;
- изучение методов типовых экспериментальных исследований случайных событий и величин в системах электроснабжения;
- овладение методиками подготовки, выполнения и анализа результатов экспериментальных исследований в системах электроснабжения и их элементах;
- ознакомление с использованием современных цифровых технологий статистических исследований случайных событий при проектировании систем электроснабжения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина Статистика в задачах электроэнергетики относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

- Б1.В.06 Промышленная электроника
- Б1.В.13 Техника высоких напряжений
- Б1.В.03 Прикладные математические задачи

Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Б1.В.07 Воздушные и кабельные линии электропередач
- Б1.В.12 Низковольтные электрические аппараты
- Б2.В.03(Н) Научно-исследовательская работа
- Б2.В.04(Пд) Преддипломная практика
- Б3.01 Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций**

Компетенция	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения
ПК-1		

<p>Способен решать задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике</p>		
<p>ПК-6. Способен использовать современные цифровые технологии в процессе проектирования систем электроснабжения</p>	<p>ПК-6.1 Анализирует возможность распределения программных и аппаратных средств в процессе проектирования элементов систем электроснабжения</p>	<p>Знает: технические характеристики современных цифровых технологий при проектировании элементов систем электроснабжения                  Умеет: обосновать задачи и объем применения программных комплексов для статистических исследований                  Владеет: навыками анализа эффективности применения программных комплексов в процессе проектирования элементов систем электроснабжения</p>
	<p>ПК-6.2 Применяет современные цифровые технологии в процессе проектирования элементов систем электроснабжения</p>	<p>Знает: современные цифровые технологии, применяемые для выполнения статистических исследований                  Умеет: применять программные и аппаратные средства для решения статистических задач в процессе проектирования элементов систем электроснабжения                  Владеет: навыками анализа результатов применения цифровых технологий</p>



#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### Структура дисциплины:

№	Индекс	Наименование	Сессия 1										Сессия 2										Сессия 3										Итого за курс							Каф.	Курсы																									
			Академических часов										Академических часов										Академических часов										Академических часов																																	
			Контроль	Всего	Контакт.	Лек.	Лаб.	Пр.	КРП	СР	Контроль	Дней	Контроль	Всего	Контакт.	Лек.	Лаб.	Пр.	КРП	СР	Контроль	Дней	Контроль	Всего	Контакт.	Лек.	Лаб.	Пр.	КРП	СР	Контроль	Дней	Контроль	Всего	Контакт.	Лек.	Лаб.	Пр.	КРП			СР	Контроль	Всего	Неделя	з.е.																				
37	10	Б1.В.ДВ.01.01	Статистика в задачах электроэнергетики																																									Эк РГР	216	18	8		10		189	9		Эк РГР	216	18	8		10		189	9	6		12	2

#### ОБОЗНАЧЕНИЯ:

##### Виды промежуточной аттестации (виды контроля):

Экз – экзамен;

ЗаО – зачет с оценкой;

За – зачет;

##### Виды работ:

Контакт. – контактная работа обучающихся с преподавателем;

Лек – лекционные занятия;

Лаб – лабораторные работы;

Пр – практические занятия;

КРП – курсовая работа (курсовой проект);

РГР – расчетно-графическая работа (реферат);

СР – самостоятельная работа студентов;

з.е. – объем дисциплины в зачетных единицах.

**Содержание дисциплины:**

№	Наименование видов занятий и тематик, содержание
1	лекционные занятия 4 шт. по 2 часа: 1.1. Основные понятия теории вероятностей. Основные теоремы и формулы теории вероятностей. 1.2. Случайные величины в системах электроснабжения. Числовые характеристики и законы распределения дискретных и непрерывных случайных величин. 1.3. Основные задачи и направления статистических исследований в СЭС. 1.4. Обзор методов и алгоритмов статистических исследований при проектировании систем электроснабжения.
2	практические занятия 5 шт. по 2 часа: 2.1. Применение теорем теории вероятностей при оценке надежности электрических схем электроэнергетических систем. 2.2. Построение статистических функций распределения. 2.3. Применение нормального закона распределения при оценке электрической нагрузки. 2.4. Определение неизвестных законов распределения случайных величин при статистических исследованиях. 2.5. Точечные и интервальные оценки параметров распределения случайных величин.
3	расчетно-графическая работа: Статистические задачи и решения в системах электроснабжения.
4	самостоятельная работа студентов: 4.1. Современные цифровые технологии, применяемые в процессе проектирования СЭС. 4.2. Программные комплексы для проведения статистических расчетов в электроэнергетике.

**Текущий контроль:** защита курсовой работы.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Таблица - Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной занятий по дисциплине

№ п/п	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1	Лекции	Классическая (традиционная, информационная) лекция Индивидуальные и групповые консультации по дисциплине Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи – «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи – «online»
2	Практические занятия	Технология обучения на основе решения задач и выполнения упражнений Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи – «offline»; технология взаимодействия со

		студентами в синхронном режиме связи – «online»
3	Самостоятельная работа студентов (внеаудиторная)	Информационно-коммуникационные технологии (доступ к ЭИОС филиала, к ЭБС филиала, доступ к информационно-методическим материалам по дисциплине)
4	Контроль (промежуточная аттестация: экзамен)	Технология устного опроса Информационно-коммуникационные технологии: технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи – «offline»; технология взаимодействия со студентами в синхронном режиме связи – «online»

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ – ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Оценка качества освоения дисциплины включает как текущий контроль успеваемости, так и промежуточную аттестацию.

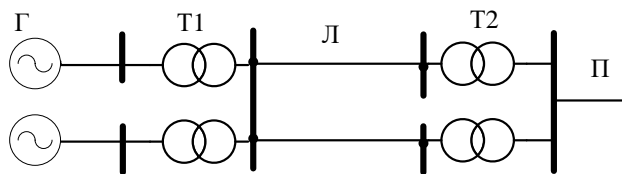
Форма текущего контроля по настоящей дисциплине – защита курсовой работы.

Примерный перечень задач на защиту курсовой работы:

**Задача №1.** Потребитель П получает электроэнергию от двух генераторов Г, повышающих и понижающих трансформаторов Т1 и Т2, линий электропередачи Л. Задана принципиальная электрическая схема системы электроснабжения.

Каждый генератор выдает в систему только 50% необходимой мощности. По каждой линии и каждому повышающему трансформатору можно передать 100% мощности, необходимой потребителю. Пропускная способность понижающего трансформатора 50% общей мощности. Известны вероятности повреждений всех элементов СЭС. Повреждения отдельных элементов СЭС независимые события.

Требуется определить вероятность передачи потребителю: 1) 100%, и 50%, мощности.



**Задача №2.** Отклонение напряжения от номинального  $V$  у потребителей является случайной величиной и изменяется в пределах  $[V_1\%; V_2\%]$  с математическим ожиданием  $M[V]$  (%). Известен закон распределения отклонения напряжения и значения характеристик  $V_1, V_2, M[V]$

Требуется определить:

- 1) дисперсию отклонения напряжения  $D[V]$ ;
- 2) математическое ожидание квадрата отклонения напряжения от номинального (неодинаковость)  $M[V^2]$ .

**Задача №3.** Независимые случайные величины, токи нагрузок ( $I, A$ ) трех потребителей электроэнергии ( $n_1, n_2, n_3$ ), подключенных к линии электропередачи по магистральной схеме подчиняются нормальным законам распределения с известными значениями числовых характеристик:

- математические ожидания  $M(I_1), M(I_2), M(I_3)$ ,
- среднеквадратичные отклонения  $\sigma_{I1}, \sigma_{I2}$ .

Известно, что вероятность превышения нагрузки потребителя  $n_3$  ( $\text{Вер } I_3 > 300A$ ) = 0,00135.

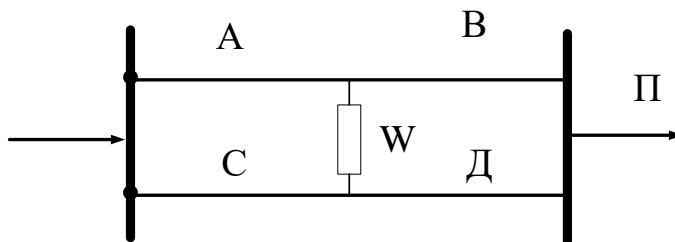
Требуется определить расчетную нагрузку на головном участке линии  $I_p$ , вероятность пре-

вышения которой равна 0,0062.

**Задача №4.** Двухцепная линия электропередачи имеет переключательный пункт, на котором установлены выключатели  $W$ , соединяющие обе цепи. Пропускная способность каждого из четырех участков линии  $A$ ,  $B$ ,  $C$ ,  $D$  и выключателя  $W$  равны 100% передаваемой потребителю мощности.

Значения вероятностей повреждения участков линии  $q_A$ ,  $q_B$ ,  $q_C$ ,  $q_D$  и вероятности отключенного состояния выключателя  $q_W$  известны.

Требуется определить вероятности: 1) передачи 100% мощности потребителю; 2) Вероятность отключенного состояния выключателя при передаче 100% мощности.



**Задача №5.** По результатам статистических испытаний установлено, что вероятность отказа источника света (ИС) после среднего срока службы 10000 час составляет 25 %, а время безотказной работы распределено по экспоненциальному закону. Осветительная установка в помещении включает 12 ИС мощностью по 400 Вт каждого. Найти:

1. Среднее время работы установки на полную мощность.
2. Вероятность того, что после 11000 час эксплуатации потребляемая установкой мощность снизится на 10 %.

**Задача №6.** Проведено испытание на надежность десяти однотипных изделий и получены значения времени до отказа ( $t$ ), год: 0, 2, 4, 6, 6, 10, 10, 12, 2, 2.

Требуется проверить согласие СФР с экспоненциальным, нормальным и равномерным законами распределения по критерию Колмогорова.

**Задача №7.** Время безотказной работы системы распределено по нормальному закону. По выборке объемом 100 значений получена оценка среднего времени безотказной работы  $T=1000$  ч., а также известно, что вероятность безотказной работы на момент времени 1500 ч. равна 0,8.

Требуется найти интервальную оценку среднего времени  $T$  и дисперсии времени  $T$  с доверительной вероятностью 0,96.

Форма промежуточной аттестации по настоящей дисциплине – экзамен.

Примерный перечень вопросов к экзамену:

1. Основные положения ТВ и ее использование в задачах электроэнергетики. Основные понятия алгебры ТВ.
2. Теория сложения. Примеры в электроэнергетике.
3. Теорема умножения. Примеры в электроэнергетике.
4. Теорема полной вероятности. Формула Байеса.
5. Формула Бернулли. Теорема повторения опытов.
6. Случайные величины в электроэнергетике.
7. Интегральная функция.
8. Плотность распределения вероятности СВ.
9. Числовые характеристики СВ.
10. Биноминальное распределение. Распределение Пуассона.
11. Закон равномерного распределения.
12. Показательное (экспоненциальное) распределение.
13. Распределение Вейбулла.
14. Нормальное распределение.

15. Правило «трех» сигм.
16. Системы СВ.
17. Числовые характеристики системы двух СВ.
18. Корреляционная функция и коэффициент.
19. Функции СВ.
20. Теоремы числовых характеристик СВ.
21. Основные задачи математической статистики.
22. Статистическая функция распределения СВ.
23. Гистограмма.
24. Числовые характеристики статистических распределений.
25. Статистические гипотезы. Статистические критерии.
26. Выравнивание эмпирической кривой по теоретической.
27. Критерий Колмогорова.
28. Критерий «Х-Пирсона».
29. Классическая точечная оценка СВ и интервальные оценки.
30. Основа корреляционного анализа.
31. Основы регрессионного анализа.

В филиале используется система с традиционной шкалой оценок – "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно", "зачтено", "не зачтено" (далее - пятибалльная система).

Применяемые критерии оценивания по дисциплинам (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
«отлично»/ «зачтено (отлично)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практическое задание. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «эталонный».
«хорошо»/ «зачтено (хорошо)»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющему предусмотренные задания, усвоившему основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнивший практическое задание, но допустивший при этом непринципиальные ошибки. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «продвинутый».
«удовлетворительно»/ «зачтено»	Выставляется обучающемуся, обнаружившему знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющемуся с выполнением заданий, знакомому с основной

Оценка по дисциплине	Критерии оценки результатов обучения по дисциплине
(удовлетворительно)»/ «зачтено»	литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившему погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившему другие практические задания из того же раздела дисциплины. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – «пороговый».
«неудовлетворительно»/ не зачтено	Выставляется обучающемуся, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущего контроля. Компетенции на уровне «пороговый», закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Учебное и учебно-лабораторное оборудование

Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная:

- доской аудиторной; демонстрационным оборудованием: персональным компьютером (ноутбуком); переносным (стационарным) проектором.

Для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине используется помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное:

- доской аудиторной; персональными компьютерами с подключением к сети "Интернет" и доступом в ЭИОС филиала.

**Программное обеспечение:** MATLAB.

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

**для слепых и слабовидящих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

**для глухих и слабослышащих:**

- лекции оформляются в виде электронного документа;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

**для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере;
- используется специальная учебная аудитория для лиц с ЛОВЗ – ауд. 106 главного учебного корпуса по адресу 214013, г. Смоленск, Энергетический пр-д, д.1, здание энергетического института (основной корпус).

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены филиалом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**для слепых и слабовидящих:**

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

**для глухих и слабослышащих:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

**для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;

- в форме аудиофайла.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Элементы и модели теории вероятностей и математической статистики и надёжность электроэнергетических систем : [науч. издание] / В.П. Кавченков . – Смоленск: Универсум, 2015. – 178, [1] с.: ил. – Библиогр.: с. 171-175. – ISBN 978-5-91412-285-7: 145.45.
2. Фомченков, Александр Петрович. Лаврушин, Владимир Михайлович. Статистика: учеб. пос. по курсу «Статистика» / СФ МЭИ; В.М. Лаврушин, А.П. Фомченков. – Смоленск: СФ МЭИ, 2007. – 96 с.: ил. – 68.64.

### **Дополнительная литература.**

1. Кавченков, Валерий Петрович. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие по курсу «Теория вероятностей и математическая статистика» / СФ МЭИ. – Смоленск: СФ МЭИ, 2000. – 69 с.: ил. – 12.63.
2. Кавченков, Валерий Петрович. Определение неизвестных законов распределения и числовых характеристик случайных величин: Методические указания к расчетному заданию по курсу «Теория вероятностей и математическая статистика» / СФ МЭИ; В.П. Кавченков. – Смоленск: СФ МЭИ, 2000. – 11с. – 2.97.

### **Список авторских методических разработок.**

1. Методические указания к выполнению упражнений по дисциплине «Прикладные математические задачи»: [метод. указ.] / СФ МЭИ; сост. Л.И. Долецкая, А.П. Титов, Т.И. Дубровская и др. – Смоленск: СФ МЭИ, 2013. – 20 с.: ил. – 21.82.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер из- ме- не- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	из- ме- нен- ных	за- ме- нен- ных	но- вых	ан- ну- ли- ро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10