

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Дополнительные главы математики в электроэнергетике и электротехнике  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** магистратура  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Цифровизация электротехнических комплексов предприятий  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование дисциплинарных компетенций в области разработки моделей прогнозирования.

Задачи дисциплины:

- изучение основ теории моделирования, классификации моделей и методов моделирования; теории прогнозирования и методов ее решения; принципов построения моделей, основных методов математического моделирования; методов регрессионного анализа, методики оценки адекватности; нейросетевого подхода в задачах прогнозирования;
- формирование умений систематизировать информацию о прогнозируемых процессах, осуществлять выбор наилучшего метода математического описания, выполнять оценку адекватности моделей, осуществлять оптимальный выбор программных средств для математического моделирования систем управления, интерпретировать и анализировать результаты моделирования;
- формирование навыков исследования математических моделей в задачах прогнозирования и навыков использования типовых аппаратных и программных средств моделирования.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные понятия теории моделирования;
- классификация моделей и методов моделирования;
- методы формализации технических объектов;
- регрессионные модели;
- дисперсионный анализ;
- методы оценки адекватностей моделей;
- искусственные нейронные сети;
- программно-аппаратные средства моделирования объектов и систем управления.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	Знает: теоретические основы моделирования как научного метода; основные понятия и определения методов и моделей прогнозирования; алгоритм построения моделей прогнозирования; основные принципы функционирования статистических и структурных моделей прогнозирования; основные положения регрессионного анализа; методы расчета регрессионных моделей; основные классы авторегрессионных моделей; методы расчета моделей экспоненциального сглаживания; модели прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей.	Знает: основные термины, определения, структуру, этапы и методику организации научных и инженерных исследований	Тест
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	Умеет: систематизировать информацию о прогнозируемых процессах; выбирать метод и модель прогнозирования; осуществлять выбор класса модели прогнозирования; проводить расчеты параметров моделей прогнозирования.	Умеет: обосновывать актуальность научных и инженерных исследований; формировать объект и предмет, цели и задачи, приоритетность решения задач, предполагаемые результаты научных и инженерных исследований; использовать методы анализа и обобщения опыта научных и инженерных исследований	Контрольная работа
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	Владеет навыками: разработки алгоритмов формализации задач прогнозирования; навыками расчета моделей прогнозирования статистических и структурных моделей	Владеет навыками: определения структуры и этапов научных и инженерных исследований; выбора критериев оценки результатов научных и инженерных исследований;	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		прогнозирования.	технологией организации опытно-экспериментальной работы	
ОПК-2	ИД-1ОПК-2	Знает: основные положения дисперсионного анализа; программные средства моделирования моделей прогнозирования.	Знает: современные методы научных и инженерных исследований (в том числе, с использованием специального математического аппарата, компьютерных, сетевых и информационных технологий); количественные и качественные методы обработки данных научных и инженерных исследований; требования к оформлению и представлению результатов выполненных научных и инженерных исследований	Тест
ОПК-2	ИД-2ОПК-2	Умеет: оценивать адекватность моделей; осуществлять выбор аппаратных и программных средств моделирования.	Умеет: применять специальный математический аппарат, компьютерные, сетевые и информационные технологии в научных и инженерных исследованиях; анализировать и оценивать результаты выполненных научных и инженерных исследований	Контрольная работа
ОПК-2	ИД-3ОПК-2	Владеет навыками: моделирования и исследования адекватности моделей прогнозирования.	Владеет навыками публичного представления результатов выполненных научных и инженерных исследований с подготовкой доклада, отчета и презентации	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				
Прогнозирование энергопотребления	3	0	2	12
Введение. Понятие и составляющие компоненты энергоэффективности. Прогнозирование в задачах разработки энергоэффективных систем.  Тема 1. Постановка задачи прогнозирования. Методы и модели прогнозирования. Классификация методов и моделей прогнозирования. Постановка задачи прогнозирования. Алгоритм построения моделей прогнозирования.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Статистические методы разработки моделей прогнозирования	8	0	15	27
<p>Тема 2. Временные ряды. Регрессионные модели. Понятие временного ряда. Основные свойства и характеристики временного ряда. Классификация статистических методов прогнозирования. Регрессионные модели: одномерные и многомерные; линейные и нелинейные.</p> <p>Тема 3. Адекватность моделей. Адекватность модели. Основные задачи оценивания адекватности модели. Гипотезный подход в задачах оценивания адекватности модели. Оценка адекватности модели в целом. Значимость коэффициента множественной корреляции. Оценка адекватности коэффициентов модели.</p> <p>Тема 4. Авторегрессионные модели. Модели экспоненциального сглаживания. Авторегрессионные модели: модель авторегрессии (AR), модель скользящего среднего (MA), авторегрессионная модель скользящего среднего (ARIMA), расширенная авторегрессионная модель скользящего среднего (ARIMAX). Основные алгоритмы построения авторегрессионных моделей. Модели экспоненциального сглаживания. Модель Хольта и Хольта-Винтерса. Особенности применения моделей экспоненциального сглаживания для задач прогнозирования.</p>				
Структурные модели прогнозирования	5	0	10	24
<p>Тема 5. Модели прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей. Понятие структурных моделей. Особенности структурных моделей. Классификация структурных моделей. Модели прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей. Понятие искусственной нейронной сети (ИНС). Основные элементы искусственной нейронной сети. Алгоритмы настройки нейронных сетей. Выбор структуры и алгоритма обучения ИНС для задач прогнозирования. Программные средства реализации моделей на основе ИНС. Использование гибридных нейронных сетей для задач прогнозирования.</p> <p>Заключение. Современные подходы к построению моделей прогнозирования.</p>				
ИТОГО по 1-му семестру	16	0	27	63
ИТОГО по дисциплине	16	0	27	63

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Разработка алгоритма построения модели краткосрочного и долгосрочного прогнозирования.
2	Разработка одномерной модели на основе линейного регрессионного анализа.
3	Разработка многомерной модели на основе линейного регрессионного анализа.
4	Оценивание адекватности модели.
5	Разработка авторегрессионных моделей прогнозирования.
6	Разработка моделей экспоненциального сглаживания.
7	Разработка моделей прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей.
8	Разработка моделей прогнозирования на основе гибридных искусственных нейронных сетей.

### 5. Организационно-педагогические условия

#### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, анализ ситуаций и имитационных моделей.

#### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Афанасьев В. Н. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник для вузов / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. - Москва: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2010.	2
2	Афанасьев В. Н. Анализ временных рядов и прогнозирование : учебник для вузов / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. - Москва: Финансы и статистика, ИНФРА-М, 2012.	1
3	Барботько А. И. Статистические алгоритмы обработки результатов экспериментальных исследований в машиностроении : учебное пособие для вузов / А. И. Барботько. - Старый Оскол: ТНТ, 2015.	1
4	Воскобойников Ю. Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad : учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2011.	2
5	Кремер Н. Ш. Эконометрика : учебник для вузов / Н. Ш. Кремер, Б. А. Путко. - Москва: ЮНИТИ, 2013.	5
6	Новиков А. И. Эконометрика : учебное пособие / А. И. Новиков. - Москва: ИНФРА-М, 2013.	4
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Андриевская Н. В. Моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Андриевская, С. В. Бочкарёв. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	50
2	Соловьёв В. П. Организация эксперимента : учебное пособие для вузов / В. П. Соловьёв, Е. М. Богатов. - Старый Оскол: ТНТ, 2015.	5
3	Сухарев М. Г. Методы прогнозирования : учебное пособие / М. Г. Сухарев. - Москва: МАКС Пресс, 2010.	2
4	Хижняков Ю. Н. Нечёткое, нейронное и гибридное управление : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.	15
5	Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети : учебное пособие / Г. Э. Яхьяева. - Москва: ИНТУИТ, БИНОМ. Лаб. знаний, 2006.	50
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
	Не используется	
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	



## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Моделирование систем	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2708">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2708</a>	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Нечёткое, нейронное и гибридное управление	<a href="http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3605">http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3605</a>	локальная сеть; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	MATLAB 7.9 + Simulink 7.4 Academic, ПНИПУ 2009 г.

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Проектор, экран, ПК или ноутбук, маркерная доска, маркер	1
Практическое занятие	ПК с установленным ПО в комплекте: системный блок, монитор, клавиатура, мышь	10

## **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
«Дополнительные главы математики в электроэнергетике и  
электротехнике»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

<b>Направление подготовки:</b>	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
<b>Направленность (профиль) образовательной программы:</b>	Концептуальное проектирование и инжиниринг повышения энергоэффективности
<b>Квалификация выпускника:</b>	«Магистр»
<b>Выпускающая кафедра:</b>	Микропроцессорных средств автоматизации
<b>Форма обучения:</b>	Очная

**Курс:** 1

**Семестр:** 1

**Трудоёмкость:**

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.

**Форма промежуточной аттестации:**

Зачёт: 1 семестр

Пермь 2023

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

### 1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра учебного плана) и разбито на 3 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по практическим заданиям и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОПЗ	Т/КР		Зачёт
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>З.1</b> знать теоретические основы моделирования как научного метода; основные понятия и определения методов и моделей прогнозирования; алгоритм построения моделей прогнозирования; основные принципы функционирования статистических и структурных моделей прогнозирования; основные положения регрессионного анализа; методы расчета регрессионных моделей; основные классы авторегрессионных моделей; методы расчета моделей экспоненциального сглаживания; модели прогнозирования на основе искусственных нейронных сетей.		ТО1		КР1, КР3		ТВ
<b>З.2</b> знать основные положения дисперсионного анализа; программные средства моделирования моделей прогнозирования		ТО2		КР2		ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>У.1</b> уметь систематизировать информацию о прогнозируемых процессах; выбирать метод и модель прогнозирования; осуществлять выбор класса модели прогнозирования; проводить расчеты параметров моделей прогнозирования			ОПЗ1	КР3		ПЗ
<b>У.2</b> уметь оценивать адекватность моделей;			ОПЗ2	КР2		ПЗ

осуществлять выбор аппаратных и программных средств моделирования						
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>В.1</b> владеть навыками: разработки алгоритмов формализации задач прогнозирования; навыками расчета моделей прогнозирования статистических и структурных моделей прогнозирования			ОП31			ПЗ
<b>В.2</b> владеть навыками: моделирования и исследования адекватности моделей прогнозирования			ОП32			ПЗ

*С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОПЗ – отчет по индивидуальному практическому заданию; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.*

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

## **2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;
- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме.

Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

## **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по индивидуальным практическим заданиям и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

### **2.2.1. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 3 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Прогнозирование энергопотребления», вторая КР – по модулю 2 «Статистические методы разработки моделей прогнозирования», третья КР – по модулю 3 «Структурные модели прогнозирования»

#### **Типовые задания первой КР:**

1. Классификация методов и моделей прогнозирования
2. Алгоритм построения моделей прогнозирования.

#### **Типовые задания второй КР:**

1. Оценка адекватности коэффициентов модели.
2. По исходным данным построить график. Построить регрессионные модели вида  $y = a_0 + a_1x$ ;  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ . Оценить адекватность построенных моделей.

#### **Типовые задания третьей КР:**

1. Понятие искусственной нейронной сети (ИНС). Основные элементы искусственной нейронной сети.
2. Построить нейронную сеть с прямым распространением сигнала и обратным распространением ошибки.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **2.3. Выполнение индивидуального практического задания на самостоятельную работу**

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное практическое задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **Типовое индивидуальное практическое задание:**

##### **I Построение регрессионных моделей**

1. По исходным данным построить график.
2. Построить регрессионные модели вида  $y = a_0 + a_1x$ ;  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ .

Оценить адекватность построенных моделей.

3. Построить графики рассчитанных регрессионных моделей на одном рисунке с исходным.

4. Сделать вывод о приоритетном использовании регрессионной модели.

## II Построение авторегрессионных моделей

1. Построить авторегрессионные модели AR(3), MA(3), WMA(3) и оценить адекватность моделей.
2. Построить графики исходных данных и построенных моделей.
3. Сделать вывод о приоритетном использовании модели.

## III Модели экспоненциального сглаживания

1. Построить модель простого сглаживания и модель двойного экспоненциального сглаживания Хольта при минимуме ошибки.
2. По построенным моделям спрогнозировать 21 значение в таблице исходных данных.

Таблица исходных данных по вариантам.

Варианты									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-3,59	-0,93	2,17	-12,06	61,52	2,59	54,39	74,54	117,86	6,60
-5,78	0,90	7,05	-24,54	33,72	30,77	40,23	73,43	102,78	4,96
10,07	0,07	-9,03	-99,56	6,52	22,16	25,14	71,87	109,76	1,94
13,96	0,30	9,14	-75,19	24,07	43,17	46,69	73,98	109,44	4,19
-14,67	0,64	7,98	-3,46	48,55	49,62	47,74	72,32	106,16	3,25
-10,26	0,64	-8,99	50,46	35,27	56,98	40,60	74,85	111,13	5,78
-1,75	0,59	-3,00	25,88	79,48	34,64	23,25	72,67	115,64	6,29
7,07	-0,24	-2,19	89,42	32,28	37,06	38,69	71,41	111,83	7,73
-0,11	0,56	8,64	-48,94	35,69	58,23	55,88	72,94	118,21	5,18
12,32	-0,34	-4,83	61,47	49,75	4,58	55,70	74,42	115,75	9,02
13,76	0,91	8,77	89,16	1,96	18,90	47,98	72,20	101,76	1,44
-2,03	-0,83	6,69	-2,69	72,56	3,62	20,19	73,17	117,36	6,63
0,41	0,90	-6,11	-71,01	58,62	15,16	42,68	74,14	110,53	9,12
-10,67	0,58	6,18	69,44	98,27	22,17	28,90	72,41	100,46	8,73
19,88	-0,51	-1,92	-26,15	6,65	50,01	33,88	74,66	115,71	9,31
8,06	0,07	-2,02	19,03	33,73	15,63	46,22	73,05	101,29	7,05
14,35	-0,24	5,55	-5,65	38,51	44,39	34,32	75,01	112,10	4,62
-18,28	0,54	-7,34	17,53	32,26	44,72	54,64	74,94	108,22	4,38
2,34	0,53	1,42	9,88	62,26	21,12	57,06	72,37	109,95	3,64
-6,66	-0,04	8,82	-69,14	11,70	45,17	33,53	71,73	118,47	1,68

### 2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех индивидуальных практических заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

#### 2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### 2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением

## **аттестационного испытания**

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

### **2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине**

#### **Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:**

1. Классификация методов и моделей прогнозирования.
2. Понятие временного ряда. Основные характеристики.
3. Особенности построения регрессионных моделей.
4. Основные понятия дисперсионного анализа.
5. Авторегрессионные модели: виды и особенности построения.
6. Показатели качества моделей прогнозирования.

#### **Типовые вопросы и практические задания для контроля усвоенных умений:**

1. Определить стационарность временного ряда, используя тест Фишера.
2. Построить линейную и квадратичную регрессионные модели по заданным исходным данным.
3. Оценить адекватность регрессионной модели.

#### **Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:**

1. Составить алгоритм прогнозирования электропотребления электротехнического комплекса с использованием статистических и структурных моделей.
2. Провести сравнительный анализ качества авторегрессионных моделей прогнозирования ресурса электрооборудования.
3. Составить рекомендации по результатам прогнозирования показателя энергоёмкости промышленного объекта на основе линейных и нелинейных регрессионных моделей.

### **2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой*



*в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.