

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЛГПУ»)

Институт физико-математического образования, информационных и
обслуживающих технологий
Кафедра фундаментальной математики

УТВЕРЖДАЮ

Врио директора Института физико-
математического образования,
информационных и обслуживающих
технологий

Б.А. Журавлева
« 17 » _____ 2025 г.



Приложение к рабочей программе учебной дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
обучающихся по дисциплине
Анализ временных рядов

Направление подготовки 01.03.01 Математика
Профиль подготовки Математические и цифровые технологии в образовании
Квалификация выпускника – бакалавр
Форма обучения – очная
Курс – 4

Разработчик:
доцент Давыскиба О.В.,
Заведующий кафедрой фундаментальной
математики

 Темникова С.В.

Протокол

от « 13 » сентября 2025 г. № 7

Луганск, 2025

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1.1. Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – неотъемлемая часть рабочей программы дисциплины «Анализ временных рядов» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений студентов, освоивших программу дисциплины.

1.2. Цели и задачи фонда оценочных средств

Цель ФОС — установить соответствие уровня подготовки обучающегося требованиям ФГОС ВО бакалавриат по направлению подготовки 01.03.01 Математика, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.01.2018 № 8 (с изменениями и дополнениями).

1.3. Перечень компетенций, формируемых в процессе освоения основной образовательной программы

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения:

Код по ФГОС ВО	Индикатор достижения
Общепрофессиональная	
ПК-4 Способен разрабатывать и применять современные технологии на основе фундаментальных математических теорий, концепций и методов	ПК-4.1. Понимает значение фундаментальных математических теорий, концепций и методов для решения прикладных задач, способен использовать их при разработке современных цифровых технологий
	ПК-4.2 Способен планировать и осуществлять деятельность по разработке и применению современных цифровых технологий на основе отбора и использования перспективных направлений исследований в области фундаментальной и прикладной математики

1.4. Этапы формирования компетенций и средства оценивания уровня их сформированности

Этапы формирования компетенций	Компетенции	Контрольно-оценочные средства / способ оценивания
Тема 1. Виды временных рядов.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 2. Составляющие элементы временного ряда.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 3. Основные типы тенденций и уравнений тренда.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 4. Методы распознавания типа	ПК-4	Устный опрос. Выполнение

колебаний и оценки параметров колеблемости		практических заданий.
Тема 5. Вероятностная оценка существенности (надежности установления) параметров тренда и колеблемости.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Тема 6. Изучение динамики комплекса взаимосвязанных признаков.	ПК-4	Устный опрос. Выполнение практических заданий.
Промежуточная аттестация	ПК-4	Зачет

1.5. Описание показателей формирования компетенций

Код компетенции	Результаты сформированности
Общепрофессиональная	
ПК-4 Способен разрабатывать и применять современные технологии на основе фундаментальных математических теорий, концепций и методов	<p>Знает: основные определения, теоремы, методы статистических исследований временных рядов; статистические методы группировки и анализа взаимосвязей и динамики социально-экономических явлений; методы построения эконометрических моделей объектов, явлений и процессов предприятия.</p> <p>Умеет: проводить первичную обработку временных рядов; определять основные показатели социально-экономических процессов, выявлять статистические взаимосвязи между различными совокупностями показателей этих процессов, и разрабатывать на этой основе модели временных рядов; обобщать и анализировать результаты обработки динамических статистических данных, использовать методы прогнозирования на основе временных рядов социально-экономических процессов на различных уровнях; разрабатывать варианты управленческих решений и обосновывать их выбор по динамическим статистическим показателям социально-экономической эффективности.</p> <p>Владеет: навыками расчета основных статистических характеристик временных рядов; навыками анализа взаимосвязей между статистическими показателями; современными методами сбора, обработки и анализа временной информации экономических и социальных показателей; современными методами построения моделей для исследования рынка труда, потребительского и финансового рынка и других важных социально-экономических показателей; навыками самостоятельной работы по прогнозированию.</p>

1.6. Критерии оценивания компетенций на разных этапах их формирования

Вид учебной работы	Количество баллов
	ОФО

Работа на практических занятиях	45
Контроль самостоятельной работы	15
Зачет	40
Всего:	100

Накопительная система оценивания по 100-балльной шкале

Четырехбал- льная система оценивания экзамена	100- балльная шкала	Буквенная шкала, соответствующая 100- балльной шкале	Система оценивания зачета
Отлично	90–100	А – отлично – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	Зачтено
Хорошо	83–89	В – очень хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному	
Хорошо	75–82	С – хорошо – теоретическое содержание курса освоено полностью; некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно; все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	
Удовлетво- рительно	63–74	Д – удовлетворительно – теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера; необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, содержат ошибки	
Удовлетво- рительно	50–62	Е – посредственно – теоретическое содержание курса освоено частично; некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены либо качество выполнения	

		некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному	
Неудовлетворительно	21–49	FX – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса освоено частично; необходимые практические навыки работы не сформированы; большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий	Не зачтено
Неудовлетворительно	0–20	F – неудовлетворительно – теоретическое содержание курса не освоено; необходимые практические навыки работы не сформированы; все выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к какому-либо значимому повышению качества выполнения учебных заданий	

2. КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

2.1. Оценочные средства текущего контроля

Вопросы для устного опроса:

1. Дайте определения понятий прогноз, прогнозирование.
2. Классификация социально-экономических прогнозов и методов прогнозирования.
3. Основные этапы разработки прогноза.
4. Взаимосвязь прогнозирования, программирования и планирования.
5. Какова роль прогнозирования в принятии управленческих решений?
6. Виды объектов прогнозирования.
7. Что такое временной ряд?
8. Виды временных рядов.
9. В чем особенности временных рядов?
10. Понятие стационарности временного ряда в широком и узком смыслах. Если ряд стационарен в широком смысле, является ли он стационарным в узком смысле?
11. Каковы основные показатели интенсивности изменения уровней ряда?
12. Каковы основные компоненты временных рядов? Как выбрать модель временного ряда (аддитивную или мультипликативную)?
13. Что такое автокорреляционная, частная автокорреляционная функция?
14. Как рассчитать значения АКФ, ЧАКФ?
15. Какой временной ряд называют «белым шумом»? Каковы его свойства?

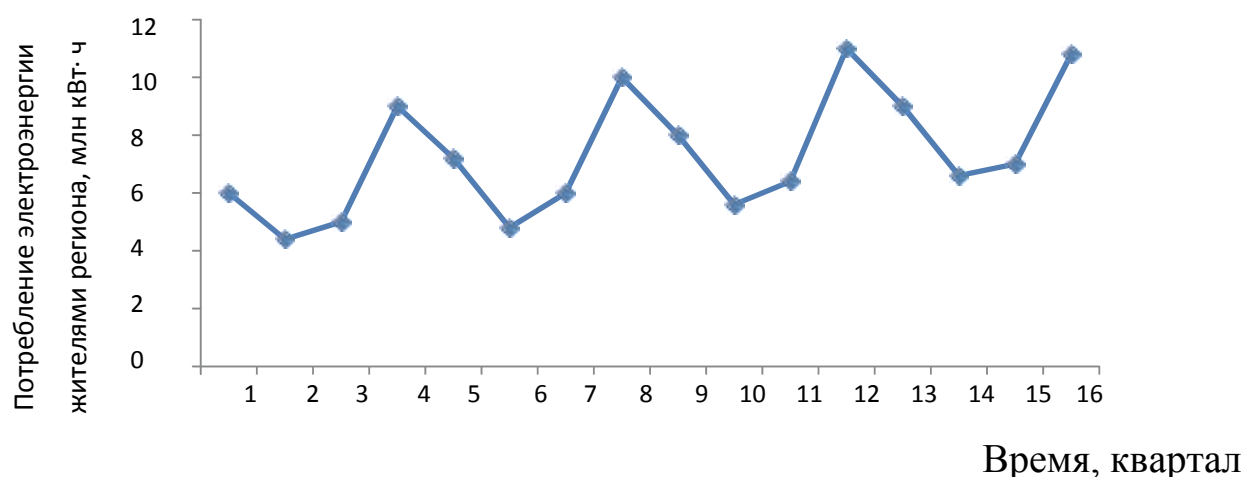
16. Как проверить отсутствие автокорреляции по нескольким первым коэффициентам автокорреляции?
17. Если ряд содержит трендовую (сезонную, циклическую) компоненты, является ли он стационарным?
18. Проверка гипотезы о наличии тренда.
19. Цепные абсолютные приросты временного ряда примерно одинаковы. О чем это свидетельствует?
20. Как проверить существование неслучайной составляющей у временного ряда?
21. Какие методы выделения тренда вы знаете? Когда они применяются? Каковы их достоинства и недостатки?
22. Как определить порядок аппроксимирующего полинома при выделении неслучайной составляющей?
23. В чем суть метода кривых роста.
24. Какие виды кривых роста вы знаете и каковы способы подбора кривой.
25. Интерпретация параметров тренда.
26. Метод последовательных разностей.
27. Какие вы знаете методы оценки адекватности и точности прогноза? Когда используется каждый из этих методов?
28. В чем недостатки метода кривых роста?
29. В чем суть метода скользящих средних? Каковы его недостатки?
30. В чем специфика аппроксимации m первых и последних точек временного ряда при использовании метода скользящих средних?
31. Каковы достоинства и недостатки методов оценки качества прогноза?
32. Какие требования предъявляются к остаткам адекватной модели временного ряда?
33. Какие показатели качества модели и прогноза рассчитываются в статистических пакетах прикладных программ?
34. Как строится индекс сезонности для мультипликативной модели?
35. Как оценивается сезонность в аддитивной модели?
36. Как с помощью фиктивных переменных оценить сезонные колебания, структурные сдвиги?
37. В чем отличие сезонной компоненты временного ряда от циклической?
38. В чем суть гармонического анализа временного ряда?
39. Как построить прогноз сезонной компоненты временного ряда?
40. В чем суть подхода сезонной декомпозиции Х-11?
41. С какой целью строится спектральная плотность?
42. Какие подходы используются для получения выборочного спектра?
43. Как соотносятся понятия выборочного спектра, автокорреляционной функции и спектрального окна?
44. В чем отличие адаптивных методов прогнозирования от остальных?
45. В каких случаях оправданно применение метода экспоненциального сглаживания?
46. Преимущества адаптивных полиномиальных моделей Р. Брауна.

47. Как повысить точность прогнозирования с использованием адаптивных моделей?
48. Объясните, как выбирается параметр сглаживания?
49. В чем преимущества моделей Тейла-Вейджа и Хольта-Уинтерса?
50. Как использовать следящий контрольный сигнал в процедуре экспоненциального сглаживания?
51. Поясните роль параметра(ов) адаптации в методе экспоненциального сглаживания?
52. Какие ряды называются нестационарными?
53. С какой целью строят модели прогнозирования остатков временных рядов?
54. Особенности моделей авторегрессии. Как осуществляется идентификация параметров модели авторегрессии?
55. Особенности моделей скользящего среднего. Как осуществляется идентификация параметров модели скользящего среднего?
56. В чем смысл использования моделей авторегрессии-скользящего среднего?
57. Модель Бокса-Дженкинса и особенности ее применения.
58. Как подобрать порядок модели Бокса-Дженкинса?
59. Как построить прогноз на основе модели Бокса-Дженкинса?
60. В каком случае МА процесс стационарен и обратим?
61. В каком случае AR процесс стационарен?
62. Какую роль выполняет оператор скользящего среднего в прогнозировании процессов ARMA(p, q)?
63. Почему важна обратимость в модели скользящего среднего?
64. Как составляется характеристическое уравнение для модели?
65. Что такое единичный корень?
66. При каком условии авторегрессионный процесс стационарен?
67. При каком условии процесс скользящего среднего обратим?
68. Что такое сокращающиеся корни?
69. В чем отличие TS и DS временных рядов?
70. В чем суть теста Дики-Фуллера?
71. Какой ряд называется интегрированным?
72. В чем преимущества расширенного теста Дики-Фуллера?
73. Зачем при тестировании на единичные корни вы включаете константу в уравнение регрессии?

Практические задания:

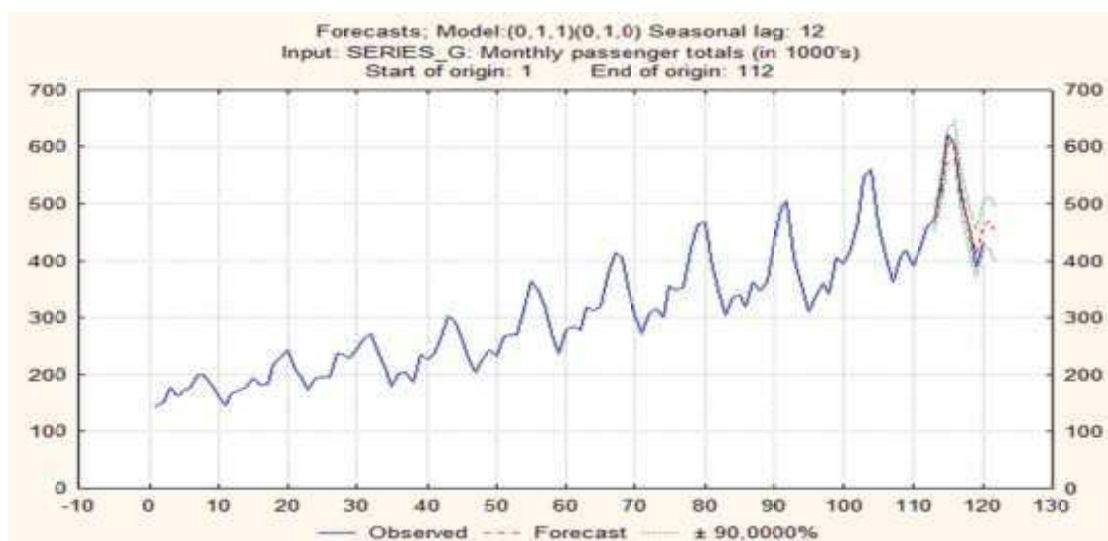
1. Рассматривается за три года аддитивная модель месячной динамики добычи угля. Пусть в январе 2014 г. $y_t = 45$ тыс. т, а согласно тенденции должно быть $\hat{y}_t = 40$ тыс. т. Предположим, что периодическая компонента составила 12 тыс. т. Требуется разложить уровень временного ряда на компоненты.

2. Рассматривается за ряд лет мультипликативная модель квартальной выручки предприятия (y_t – млн руб.). Предположим, что в четвертом квартале 2014 г. $y_t = 38$ млн руб., а согласно тенденции $\hat{y}_t = 31$ млн руб. Индекс сезонности для четвертого квартала составил 119,4%. Требуется разложить уровень ряда на компоненты.
3. На рисунке представлен график потребления электроэнергии жителями региона (млн кВт·ч) за 4 года с поквартальной разбивкой.



Требуется представить модель динамического ряда по компонентам.

4. На рисунке представлен график перевозки пассажиров за ряд лет по месячным данным:



Требуется охарактеризовать компоненты модели.

5. По данным за 12 кварталов об объеме продаж была построена модель:

$$\hat{y}_t = 9 \cdot 1,2^t \cdot 0,8^{z_1} \cdot 1,1^{z_2} \cdot 0,9^{z_3},$$

где $t = 1, 2, \dots$; z_1, z_2, z_3 – фиктивные переменные для 1-го, 2-го, и 3-го кварталов.

Интерпретируйте параметры модели и дайте прогноз на 1-й и 2-й кварталы четвертого года.

6. По данным за 16 кварталов была построена модель реализации товара с фиктивными переменными:

$$\hat{y}_t = 60 - 6z_1 + 25z_2 + 15z_3, \text{ где } z_1, z_2, z_3 \text{ отражают сезонный фактор.}$$

Оцените по модели сезонные колебания по их абсолютной величине.

7. По данным за 20 кварталов была построена следующая модель реализации товара:

$$\hat{y}_t = 15 + 0,8t - 2z_1 + 4z_2 - 10z_3,$$

где $t = 1, 2, \dots, 20$; z_1, z_2, z_3 ; z_1, z_2, z_3 – отражает соответствующий квартал.

Дайте интерпретацию параметров модели и найдите показатели сезонности для каждого квартала. Дайте прогноз на два квартала вперед.

8. По данным за три года (с разбивкой по кварталам) была построена следующая модель регрессии с включением в нее фактора времени (t) и сезонного фактора, представленного в виде фиктивных переменных (z):

$$\hat{y}_t = 12,417 - 0,344t - 2,031z_1 - 3,688z_2 - 5,010z_3$$

$$t \quad (38,5) \quad (-11) \quad (-6,7) \quad (-12,5) \quad (-17,3)$$

$$R^2 = 0,984 \quad F = 185$$

В скобках под каждым из параметров указаны фактические значения t -критерия Стьюдента.

Задание.

1. Оцените значимость уравнения в целом и каждого параметра.
2. Дайте интерпретацию коэффициента детерминации. Какова доля случайной компоненты в общей дисперсии y_t ?
3. На что указывает параметр $b = -0,344$? Дайте интерпретацию данного параметра.
4. Что показывают параметры c_1, c_2, c_3 при фиктивных переменных в данном уравнении?

Напишите уравнение регрессии для каждого квартала.

9. Имеются данные о вводе в действие жилых домов в регионе организациями всех форм собственности (тыс. м²) y_t :

Год	2010				2011				2012				2013			
Квартал	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
y_t	41	57	59	146	40	57	66	154	48	64	73	153	56	71	76	160

Задание.

1. Проведите десезонализацию данных, обосновав вид модели, измерьте сезонную компоненту.
2. Постройте уравнение линейного тренда по десезонализированным данным.

3. Рассчитайте прогнозное значение для каждого квартала 2014 г.:

а) на основе уравнения тренда и сезонной компоненты;

б) на основе уравнения тренда с включением фиктивных переменных, обозначающих принадлежность данных к соответствующему кварталу.

10. Имеются данные о коммерческом грузообороте транспорта в регионе организациями всех форм собственности (млрд т/км) *ут*:

Год	2010				2011				2012				2013			
Квартал	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
<i>ут</i>	8,9	8,6	8,7	9,2	8,9	9,1	9,0	9,5	9,4	9,5	9,7	10,1	10,0	10,2	10,4	11

Определите ожидаемое значение коммерческого грузооборота в I и II квартале 2014 г., обосновав вид модели.

2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Теоретические вопросы для проведения зачета

1. Временной ряд. Виды временных рядов. Задача анализа временных рядов.
2. Основные показатели рядов динамики экономических явлений.
3. Компоненты уровней временного ряда. Модели временных рядов.
4. Проверка гипотезы о существовании тренда.
5. Простейшие модели тренда.
6. Выделение тренда с помощью скользящей средней.
7. Определение порядка аппроксимирующего полинома методом последовательных разностей.
8. Выделение тренда с помощью полиномиальной регрессии.
9. Методы выделения сезонных и циклических колебаний.
10. Модели тренда и сезонности.
11. Использование фиктивных переменных для выделения сезонности.
12. Экспоненциальное сглаживание. Модель Брауна. Двойное экспоненциальное сглаживание. Прогнозирование по модели Брауна.
13. Модель Хольта. Прогнозирование с помощью модели Хольта.
14. Модели Хольта-Уинтерса. Учет сезонных колебаний в моделях Хольта-Уинтерса.
15. Фильтр Ходрика-Прескотта.
16. Марковский процесс.
17. Модель Бокса-Дженкинса.
18. Модель авторегрессии. Прогнозирование по модели авторегрессии.
19. Модель скользящего среднего. Прогнозирование по модели скользящего среднего.
20. Подбор порядка модели Бокса-Дженкинса. Обратимость AR и MA-процессов.
21. Модель авторегрессии-скользящего среднего. Прогнозирование по ARMA-модели.

- 22.Нестационарные временные ряды и тестирование стационарности временного ряда. Тест Дики-Фуллера.
- 23.Модель авторегрессии-интегрированного скользящего среднего. Прогнозирование по модели ARIMA.
- 24.Оценка адекватности и точности моделей временных рядов.