

УТВЕРЖДЕНО  
Постановлением президиума  
НАК при Президенте  
Кыргызской Республики  
от 27 января 2022 № 084

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
08.00.13 – МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ  
ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИМ НАУКАМ**

**ВВЕДЕНИЕ**

В основу настоящей программы положены следующие дисциплины: выпуклый анализ; математическое программирование; элементы теории устойчивости; математическая статистика и эконометрика; математическая экономика. Программа-минимум разработана Институтом математики НАН Кыргызской Республики.

Цель кандидатского экзамена по специальности 08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики: определение минимального объема теоретических сведений, необходимого для овладения основами современной теории математических и инструментальных методов экономики и приобретения профессиональной эрудиции, достаточной для проведения самостоятельных научных исследований по специальности.

Задачи кандидатского экзамена по специальности 08.00.13 – математические и инструментальные методы экономики: проверить и оценить знания аспиранта или соискателя в области математических и инструментальных методов экономики.

**СОДЕРЖАНИЕ ТИПОВОЙ ПРОГРАММЫ-МИНИМУМ**

**1. Выпуклый анализ.**

Выпуклые множества и их основные свойства. Опорные гиперплоскости и полупространства. Теоремы отделимости в конечномерном пространстве. Свойства выпуклой оболочки. Конечнопорожденные множества и общее решение системы линейных уравнений и неравенств.

Выпуклые функции со значением в расширенном множестве вещественных чисел. Полунепрерывные снизу выпуклые функции, их надграфик. Замыкание выпуклой функции (полунепрерывная снизу регуляризация). Непрерывность выпуклой функции на внутренности эффективного множества. Выпуклая функция как поточечная верхняя грань аффинных функций. Опорные функции выпуклых множеств. Сопряженные функции.

Точечно-множественные отображения; свойства замкнутости и полунепрерывности сверху, соотношение между ними. Образ компакта при полунепрерывном сверху точечно-множественном отображении. Теорема Какутани о неподвижной точке точечно-множественного отображения.

**2. Математическое программирование и теория игр.**

Линейное программирование: прямая и двойственная задачи, первая и вторая теорема двойственности. Экономическая интерпретация двойственной задачи.

Выпуклое программирование: общая схема составления двойственной задачи, теорема Куна-Таккера, необходимые и достаточные условия оптимальности, теорема о маргинальных значениях.

Нелинейное программирование: локальный и глобальный оптимум, необходимые условия для локального оптимума первого и второго порядков, достаточные условия для локального оптимума.

Многокритериальная оптимизация: эффективные точки (точки Парето) в сильном и слабом смыслах, линейная и чебышевская свертки критериев. Проблема коллективного выбора. Парадокс Эрроу. Аксиоматический подход к построению критерия многоцелевой оптимизации. Арбитражное решение Нэша.

Задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Динамическое программирование. Уравнение Беллмана. Связь динамического программирования и принципа максимума.

Теория игр: развернутая и каноническая формы бескоалиционной игры многих лиц. Антагонистические игры и седловые точки. Равновесие по Нэшу, теорема о его существовании. Коалиционные игры. Решение Неймана-Моргенштерна. Ядро игры.

### **3. Элементы теории устойчивости.**

Обыкновенные дифференциальные уравнения: теоремы существования и единственности решения; непродолжаемые решения; непрерывная зависимость решения от начальных значений и параметров; дифференцируемость решения по начальным значениям и по параметрам.

Устойчивость положения равновесия по Ляпунову, асимптотическая устойчивость. Два метода Ляпунова исследования устойчивости.

### **4. Математическая статистика и эконометрика.**

Случайная величина (в том числе многомерная) и ее основные числовые характеристики. Совместные, частные и условные законы распределения вероятностей многомерной случайной величины. Законы распределения вероятностей случайных величин, являющихся функциями от известных случайных величин.

Основы теории статистического оценивания неизвестных параметров и статистической проверки гипотез: свойства оценок, основные методы оценивания (включая байесовский подход), типы статистических критериев и их основные характеристики (ошибки 1-го и 2-го рода, мощность).

Обобщенная линейная модель множественной регрессии (ОЛММР) и ее статистический анализ. Нормальная ОЛММР. Классическая линейная модель множественной регрессии (ЛММР), ЛММР с гетероскедастичными или автокоррелированными регрессионными остатками как частные случаи ОЛММР. Построение наилучшего линейного несмещенного прогноза в рамках ОЛММР. Точечный и интервальный прогноз в рамках нормальной классической ЛММР.

Линейные регрессионные модели со стохастическими объясняющими переменными. Использование инструментальных переменных.

Построение линейной регрессионной модели по неоднородным исходным данным. Проверка регрессионной однородности двух групп наблюдений (критерий Чоу). Использование фиктивных переменных.

Регрессионные модели с дискретной зависимой переменной. Построение и статистический анализ моделей бинарного выбора (логит- и пробит-модели). Примеры экономических приложений этих моделей.

Нелинейные модели регрессии и их линеаризация. Подбор линеаризующего преобразования (включая подход Бокса-Кокса).

Методы и модели анализа временных рядов: стационарные и нестационарные временные ряды, их основные характеристики, Модели авторегрессии, скользящего среднего, ARMA и ARIMA (Бокса-Дженкинса), с распределенными лагами (включая модели частичной корректировки и адаптивных ожиданий) и их идентификация. Прогнозирование экономических показателей, основанное на статистическом анализе этих моделей.

Эконометрическая модель, описываемая системой одновременных уравнений (COU): задачи спецификации и идентификации COU, условия идентифицируемости COU, методы статистического оценивания ее параметров (косвенный, двухшаговый и

трехшаговый методы наименьших квадратов). Точечный и интервальный прогноз значений эндогенных переменных. Сценарные расчеты, основанные на СОУ.

Методы снижения размерности исследуемого признакового пространства и отбора наиболее информативных показателей: метод главных компонент; отбор существенных объясняющих переменных в моделях регрессии; построение интегральных индикаторов в мультикритериальной схеме.

Статистические задачи типологизации социально-экономических объектов: методы классификации при наличии обучающих выборок (дискриминантный анализ) и без обучающих выборок (кластер-анализ и расщепление смесей распределений). Логит- и пробит-модели как альтернативный вариант постановки задач дискриминантного анализа.

## **5. Математическая экономика.**

### **5.1. Теория производства.**

Множество производственных возможностей: определение, основные гипотезы, их экономическое содержание. Производственные функции и их свойства. Отражение технического прогресса в производственных функциях.

Модель затраты-выпуск Леонтьева. Положительные матрицы, их свойства. Теорема Фробениуса-Перрона. Статический и динамический межотраслевой баланс.

### **5.2. Теория предпочтений.**

Предпочтения, предпорядки, линейное упорядочение. Функции полезности. Теорема Дебре о представлении предпочтений функциями полезности. Взаимосвязь оптимального выбора и предпочтений. Теория ожидаемой полезности фон Неймана – Моргенштерна.

### **5.3. Теория спроса.**

Функции спроса. Уравнение Слуцкого. Эффекты дохода и замещения, классификация товаров по соотношению этих эффектов. Аксиомы выявленного предпочтения. Методы статистического восстановления функции полезности.

### **5.4. Теория экономического равновесия.**

Модель Эрроу-Дебре. Модель чистого обмена. Равновесие при фиксированных доходах. Теоремы о существовании равновесия. Оптимальность равновесия. Первая и вторая теоремы "экономики благосостояния". Равновесие и ядро. Число равновесий, условия единственности. Сравнительная статика. Процессы регулирования цен.

Несостоятельность рынка: внешние эффекты и общественные блага. Равновесие при наличии общественных благ.

### **5.5. Теория экономической динамики.**

Базовые модели экономического роста: модель Солоу, модель Рамсея, модель с перекрывающимися поколениями.

Модель Неймана-Гейла. Теоремы о магистрали. Эффективные траектории и их характеристика.

Динамика монетарной экономики: модель Сидрауского.

### **5.6. Теория фирмы.**

Неоклассическая модель фирмы. Сравнительная статика фирмы.

Несовершенная конкуренция (монополия и монополия). Конкуренция среди немногих (олигополия и олигополия).

## **РЕКОМЕНДУЕМАЯ ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА**

- 1. Никайдо, Х.** Выпуклые структуры и математическая экономика [Текст] / Х. Никайдо. – М.: Мир, 1972. – 520 с.
- 2. Алексеев, В. М.** Теория оптимального управления [Текст] / В. М. Алексеев, В. М., Тихомиров, С. В. Фомин. – М.: Наука, 1979. – 432 с.
- 3. Фиакко, А. В.** Нелинейное программирование [Текст] / А. В. Фиакко, Г. Р. Маккормик. – М.: Мир, 1972. – 240 с.

4. **Юдин, Д. Б.** Линейное программирование [Текст] / Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн. – М.: Наука, 1969. – 424 с.
5. **Понтрягин, Л. С.** Обыкновенные дифференциальные уравнения [Текст] / Л. С. Понтрягин. – М.: Наука, 1965. – 400 с.
6. **Айвазян, С. А.** Прикладная статистика и основы эконометрики [Текст] / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 1022 с.
7. **Экланд, И.** Элементы математической экономики [Текст] / И. Экланд. – М.: Мир, 1983. – 248 с.
8. **Ашманов, С. А.** Введение в математическую экономику [Текст] / С. А. Ашманов. – М.: Наука, 1984. – 496 с.
9. **Фишберн, П. С.** Теория полезности для принятия решений [Текст] / П. С. Фишберн. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
10. **Макаров, В. Л.** Математическая теория экономической динамики и равновесия [Текст] / В. Л. Макаров, А. Рубинов. – М.: Наука, 1973. – 336 с.
11. **Гольштейн, Е. Г.** Новые направления в линейном программировании [Текст] / Е. Г. Гольштейн, Д. Б. Юдин. – М.: Наука, 1966. – 300 с.
12. **Интриллигатор, М.** Математические методы оптимизации и экономическая теория [Текст] / М. Интриллигатор. – М.: Прогресс, 1975. . – 597 с.
13. **Канторович, Л. В.** Экономический расчет наилучшего использования ресурсов [Текст] / Л. В. Канторович. – М.: Наука, 1959. – 350 с.
14. **Кобринский, Н. Е.** Введение в экономическую кибернетику [Текст] / Кобринский, Н.Е., Майминас Е.З., Смирнов А.Д. – М.: Экономика, 1973. – 408 с.
15. **Модин, А. А.** Справочник проектировщика АСУП [Текст] / А. А.Модин, Е. Г.Яковенко, Е. П. Погребной и др. – М.: Экономика, 1974. – 375 с.

#### Дополнительная литература

1. **Беллман, Р.** Динамическое программирование [Текст] / Р. Беллман. – М.: Иностранная литература, 1970. – 400 с.
2. **Катышев, П. К.** Эконометрика. Начальный курс [Текст] / П. К. Катышев, Я. Магнус, А. А. Пересецкий. – М.: Дело, 2000. – 576 с.
3. **Самуэльсон, П.** Экономика [Текст] / П. Самуэльсон. – М.: Алгон - Машиностроение, 1997. – 800 с.
4. **Полтерович, В. М.** Экономическое равновесие и хозяйственный механизм [Текст] / В. М. Полтерович. – М.: Наука, 1990. – 256 с.
5. **Romer, D.** Advanced Macroeconomics [Текст] / D. Romer. – N.-Y.: The McGraw-Hill Companies, 1996. – 716 с.

#### ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ

1. <http://nlkr.gov.kg>
2. <http://math.kg/>
3. <http://lib.mexmat.ru/>
4. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>
5. <https://www.scopus.com/home.uri>

#### ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ПО ТИПОВОЙ ПРОГРАММЕ-МИНИМУМ

1. Теоретические проблемы оптимизации экономики. Основные категории и понятия экономической теории оптимизации.
2. Система критериев оптимизации; глобальный и локальный оптимумы, их соотношения и условия совмещения.
3. Взаимосвязь между целями общества, интересами отдельных экономических ячеек,

- их потребностями, спросом, структурой и уровнем потребления и общественной полезностью. Функция общественной полезности.
4. Моделирование народнохозяйственных процессов. Прогнозирование. Среднесрочные и долгосрочные прогнозы и их особенности.
  5. Моделирование и прогнозирование внешних экономических связей.
  6. Производственные функции и функции издержек; основные виды и свойства.
  7. Межотраслевой баланс производства и распределения общественного продукта. Основные черты межотраслевого баланса. Межотраслевой баланс как составная часть баланса народного хозяйства; схема баланса и система уравнений статической модели.
  8. Коэффициенты прямых и полных материальных, трудовых и ресурсных затрат; понятие продуктивности матрицы прямых затрат; анализ степени важности коэффициента затрат; проблемы агрегирования и дезагрегирования и методы их решения.
  9. Динамические модели межотраслевых взаимосвязей; виды моделей и методы их решения: динамические межотраслевые модели.
  10. Сводный материально-финансовый баланс; принципы построения и формы представления.
  11. Оптимизационные межотраслевые модели; принципы построения и проблема отражения вариантов производства.
  12. Современные зарубежные модели экономического роста. Модели экономического роста без учета технического прогресса.
  13. Учет технического прогресса в моделях экономического роста.
  14. Динамические модели магистрального типа. Модели оптимального отраслевого и территориального планирования.
  15. Модели оптимального планирования отраслей промышленности.
  16. Методологические основы оптимального планирования отраслей промышленности; проблема критерия оптимальности; экономикоматематический анализ решений.
  17. Однопродуктовые модели оптимального развития и размещения отраслей промышленности; многоэтапные модели.
  18. Многопродуктовые модели оптимального развития и размещения отраслей промышленности.
  19. Производственно - транспортная задача оптимального отраслевого планирования.
  20. Динамические модели оптимального отраслевого планирования; проблема соизмерения затрат во времени.
  21. Модели оптимального планирования отраслей и предприятий сельского хозяйства. Модели оптимального размещения сельскохозяйственного производства и оптимальной специализации хозяйства.
  22. Модели оптимального использования капитальных вложений в сельском хозяйстве.
  23. Модель оптимального рационирования кормов (задача о диете).
  24. Модели оптимального планирования работы транспорта. Модель транспортной задачи и ее модификации.
  25. Модели оптимального планирования работы железнодорожного, автомобильного, водного и воздушного транспорта.
  26. Модели территориального планирования. Модели формирования и развития территориальнопроизводственных комплексов.
  27. Межрайонные модели развития и размещения производительных сил.
  28. Методические основы системного моделирования народного хозяйства.
  29. Принципы моделирования взаимосвязи экономических объектов; синтетический и декомпозиционный подходы.
  30. Принципы построения системы моделей оптимального территориально-производственного планирования.

31. Проблемы многоступенчатой оптимизации планирования народного хозяйства.
32. Модели планирования на промышленных предприятиях
33. Модели планирования на промышленных предприятиях.
34. Матричная форма техпромфинплана и матричные модели внутривзаводского планирования.
35. Модели оптимального использования производственных мощностей промышленных предприятий.
36. Модели оперативно-календарного планирования.
37. Модели функциональных экономических подсистем
38. Модели прогнозирования распределения доходов и потребления населения. Модель распределения доходов населения с использованием кривых Пирсона.
39. Нормативные модели планирования потребления.
40. Статистические методы и модели расчета спроса населения.
41. Модели ценообразования. Экономико-математический анализ затрат и результатов при оптимальном планировании народного хозяйства; экономическое содержание объективно обусловленных оценок.
42. Место цен в системе экономического регулирования; цены оптимального плана.
43. Использование межотраслевого баланса и производственных функций в ценообразовании.
44. Экономико-статистическое изучение динамики цен; эластичность спроса по ценам.
45. Проблемы экономической кибернетики.
46. Основные категории экономической кибернетики и принципы системного анализа экономики.
47. Понятие модели кибернетической системы; принципы выделения и примеры таких систем в экономике.
48. Процессы регулирования в экономике; общая схема регулирования; понятие обратной связи; кибернетические методы исследования динамики экономических систем с обратной связью.
49. Процессы принятия решений. Экспертные оценки и сложные решения. Экономико-математические модели и хозяйственные решения.
50. Информационные системы в экономике. Понятие информации. Основы теорий информации. Особенности экономической информации.
51. Информационный аспект исследования процессов управления в экономике.
52. Основы теории кодирования и передачи сообщений.
53. Передача информации в системах планирования и управления; понятие об информационных языках.
54. Методы построения оптимизационных систем управления. Алгоритмы оптимизации с помощью расчетных оценок.
55. Алгоритмы оптимизации для двухзвенных систем управления.
56. Конечные детерминированные задачи. Постановка задачи математического программирования.
57. Типы экстремумов функций; теорема Вейерштрасса; достаточные условия глобального экстремума.
58. Метод множителей Лагранжа; их интерпретация.
59. Теория линейных экстремальных задач.
60. Двойственная пара линейных экстремальных задач; экономическая интерпретация исходной и сопряженной задач.
61. Теоремы двойственности.
62. Симплексный метод решения исходной и сопряженной задач и его модификации.
63. Блочные задачи линейного программирования и понятие о декомпозиционных методах.

64. Теория нелинейных экстремальных задач.
65. Условия Куна-Таккера для экстремальных задач, определяемых дифференцируемыми функциями.
66. Функция Лагранжа и теорема Куна-Таккера; их экономический смысл.
67. Градиентные методы решения нелинейных задач.
68. Метод возможных направлений.
69. Теория игр. Основная теорема теории матричных игр.
70. Связь теории матричных игр и теории линейных экстремальных задач.
71. Применение методов статической оптимизации к исследованию экономических задач.
72. Основы теории фирмы.
73. Основы теории личного потребления.
74. Принципы построения моделей общего равновесия.
75. Модель расширяющейся экономики.
76. Методы динамической оптимизации.
77. Задачи оптимального управления.
78. Постановка задачи математической теории оптимального управления; виды управлений; обобщённая теорема Вейерштрасса.
79. Вариационное исчисление; уравнение Эйлера. необходимые условия и ограничения.
80. Динамическое программирование и принцип максимума.
81. Принцип оптимальности и рекуррентные соотношения Беллмана.
82. Многошаговые задачи оптимизации и их решение методом динамического программирования.
83. Принцип максимума Л.С.Понтрягина; интерпретация сопряженных переменных.
84. Использование методов динамической оптимизации для решения задачи нахождения оптимального экономического роста.
85. Стохастические задачи. Теория вероятностей и математическая статистика.
86. Основные теоремы теорий вероятностей.
87. Основы корреляционного анализа.
88. Статистическая проверка статистических гипотез.
89. Однофакторный дисперсионный анализ.
90. Комплекс технических средств систем управления и обработки информации.
91. Общая характеристика и возможности ЭВМ. Периферийная техника. Аппаратура передачи данных. Средства общения человека с ЭВМ.
92. Основы и методы формирования комплекса технических средств в управлении и обработке информации.
93. Основы программирования. Понятие алгоритмических языков. Основные виды алгоритмических языков.
94. Основы разработки автоматизированных систем управления.
95. Понятие АСУ, функции и структура АСУ. Виды подсистем и их характеристика. Принципы и этапы разработки АСУ. Оценка экономической эффективности АСУ.
96. Особенности организации использования АСУ и автоматизированных систем обработки данных.
97. Требования экономико-математических методов и моделей к информационному обеспечению. Особенности комплексирования моделей и АСУ. Практика использования моделей в различных АСУ.
98. Экономико-математические модели и банки данных. Понятие банка данных. Основные типы банков данных. Практика использования моделей в банках данных.