**СИЛЛАБУС**

# Осенний семестр 2023-2024 уч. год

**по образовательной программе «7M05408 - Вычислительные науки и Статистика»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код дисциплины** | **Название дисциплины** | **Самостоятельная работа студента (СРО)** | **Кол-во часов** | **Кол-во кредитов** | **Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРОП)** |
| **Лекции (Л)** | **Семинар (СЗ)** | **Лаб. занятия (ЛЗ)** |
| **SAU 5207** | **Стохастическая аппроксимация и управление**  |  | **30** | **30** |  | **6** |  |
| **Академическая информация о курсе** |
| **Вид обучения** | **Тип/характер курса** | **Типы лекций** | **Типы лабораторных занятий** | **Кол-во СРС** | **Форма итогового контроля** |
| **Онлайн /****комбинированный** | **Теоретический** | **Проблемная,****аналитическая**  | **СЗ на вычисление,****СЗ с использованием ИКТ** | **6** | **Экзамен** |
| **Лектор** | **Шакенов Канат Кожахметович** | **Оф./ч.** | **По расписанию** |
| **e-mail** | **kanat.shakenov@kaznu.kz****,** **kanat.shakenov@gmail.com** |
| **Телефоны**  | **+7 705 182 3129** |

|  |
| --- |
| **Академическая презентация курса** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Цель дисциплины** | **Ожидаемые результаты обучения (РО)** **В результате изучения дисциплины обучающийся будет способен:** | **Индикаторы достижения РО (ИД)** **(на каждый РО не менее 2-х индикаторов)** |
| **Развитие умения математической формализации и компьютерного моделирования экономических задач.** | **РО 1 Умение моделировать экономико-математические задачи на компьютере** | **ИД 1.1 Самостоятельно проводить первичный формально-математический анализ поставленной перед ним экономической задачи.****ИД 1.2 Формализовать поставленную перед ним экономическую задачу и перевести ее на математический язык формальной логики с последующим общим ее математическим анализом и частным анализом отдельных факторов.****ИД 1.3 Уметь составлять математическую, компьютерную модель для задач из различных разделов экономики.** |
| **РО 2 Использование результатов вычислительной математики для аналитических и графических анализов** | **ИД 2.1 Уметь дать ответы на качественные вопросы о поведении решения****ИД 2.2 Уметь представить точные оценки решения в зависимости от изменения параметров****ИД 2.3 Выделить основные параметры, влияющие на ход и поведение решения полученной задачи и дать точные оценки влияния значительных параметров.****ИД 2.4 Уметь проводить аналитические и графические анализы.** |
| **Пререквизиты**  | **Теория вероятностей и математическая статистика, Математический анализ, ДУ, ДУ в частных производных. Случайные процессы, Алгебра.** |
| **Постреквизиты** | **Теория вероятностей и математическая статистика, Теория управления, Стохастические процессы. Стохастические аппроксимации. Рекуррентное оценивание.**  |
| **Литература и ресурсы** | 1. **М. Б. Невельсон, Р.З. Хасьминский. Стохастическая аппроксимация и рекуррентное оценивание. Наука. Москва 1972. 304 с.**
2. **Albert A., Gardner L. Stochastic Approximation and Nonlinear Regression. M. I. T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1967.**
3. **Robbins H., Monro S. A stochastic approximation method. Ann. Math. Statist., 22, 1 (1951), 400-407.**
4. **Wolfowitz J. On the stochastic approximation method of Robbins and Monro. Ann. Math. Statist., 23, 3 (1952), 457-462.**
5. **Venter J. H. An extension of the Robbins-Monro procedure. Ann. Math. Statist., 38, 1 (1967), 181-190.**
6. **Kiefer E., Wolfowitz J. Stochastic estimation of the maximum of a regression function. Ann. Math. Statist., 23, 3 (1952), 462-466.**
7. **Chung K. L. On a stochastic approximation method. Ann. Math. Statist., 25, 3 (1954), 463-483.**
8. **Kanat Shakenov. The Solution of the Inverse Problem of Stochastic Optimal Control. Rev. Bull. Cal. Math. Soc., 20, (1), 2012. P. 43 – 50.**
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Академическая политика курса в контексте университетских морально-этических ценностей**  | **Правила академического поведения:** **Всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на МООК. Сроки прохождения модулей онлайн курса должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины.** **ВНИМАНИЕ! Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов! Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания учебного курса, а также в МООК.****Академические ценности:****- Практические/лабораторные занятия, СРС должна носить самостоятельный, творческий характер.****- Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах контроля.****- Студенты с ограниченными возможностями могут получать консультационную помощь по е-адресу** **kanat.shakenov@gmail.com****.** |
| **Политика оценивания и аттестации** | **Критериальное оценивание: оценивание результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами (проверка сформированности компетенций на рубежном контроле и экзаменах).****Суммативное оценивание: оценивание активности работы в аудитории (на вебинаре); оценивание выполненного задания.** |

# Календарь (график) реализации содержания учебного курса

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Неделя / модуль** | **Название темы** |  |  | **Кол-во часов** | **Максимальный балл** |
| **1** | **Л1. Вероятность. Случайные величины. Условные вероятности и условные математические ожидания. Независимость. Произведение мер. Мартингалы и супермартингалы.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 1. Случайные величины. Условные вероятности и условные математические ожидания. Произведение мер. Мартингалы и супермартингалы, субмартингалы.**  |  |  | **2** | **4** |
|
| **2** | **Л2. Марковские процессы с дискретным временем. Марковские процессы и супермартингалы. Процесс, определенный рекуррентно. Дискретная модель диффузии. Выход траекторий из области. Ряды из независимых случайных величин. Сходимость траекторий. Обучение распознавания образов.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ2. Марковские процессы с дискретным временем. Стохастический процесс, определенный рекуррентно. Дискретная модель диффузии. Выход траекторий из области. Сходимость траекторий.**  |  |  | **2** | **4** |
|
| **3** | **Л3. Марковские процессы и стохастические уравнения. Марковские процессы с непрерывным временем. Стохастическое дифференциальное уравнение I. Стохастический интеграл. Стохастическое дифференциальное уравнение II. Формула Ито. Супермартингалы. Существование решений в целом. Выход из области. Сходимость траекторий.** |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 3. Марковские процессы и стохастические уравнения. Стохастическое дифференциальное уравнение I. Стохастический интеграл. Стохастическое дифференциальное уравнение II. Формула Ито. Супермартингалы. Существование решений в целом. Выход из области. Сходимость траекторий.** |  |  | **2** | **4** |
| **СРОП 1. Консультация по выполнению СРО 1.** |  |  |  |  |
| **СРО 1. Лабораторные работы СЗ 1, СЗ 2, СЗ 3.** |  |  |  | **15** |
|
| **4** | **Л4. Сходимость процедур стохастической аппроксимации I. Процедура Роббинса – Монро. Процедура Кифера – Вольфовица. Непрерывные процедуры. Сходимость процедуры Роббинса – Монро. Сходимость процедуры Кифера – Вольфовица.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ4. Сходимость процедур стохастической аппроксимации I. Процедура Роббинса – Монро. Процедура Кифера – Вольфовица. Сходимость процедуры Роббинса – Монро. Сходимость процедуры Кифера – Вольфовица.**  |  |  | **2** | **4** |
| **СРОП 2. Консультация по выполнению СРО 2.** |  |  |  |  |
| **СРО 2. Анализ и сходимость процедур стохастической аппроксимации I** |  |  |  | **15** |
|
| **5** | **Л5. Сходимость процедур стохастической аппроксимации II. Предварительные замечания. Общие теоремы. Вспомогательные результаты (непрерывное время). Вспомогательные результаты (дискретное время). Одномерные процедуры.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 5. Сходимость процедур стохастической аппроксимации II. Общие теоремы. Вспомогательные результаты. Одномерные процедуры.**  |  |  | **2** | **4** |
| **КР 1** |  |  |  | **40** |
| **6** | **Л 6. Предварительные замечания. Асимптотическое поведение решений. Исследование процесса . Исследование процесса .**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 6. Асимптотическое поведение решений. Исследование процессов  и .**  |  |  | **2** | **4** |
|
| **7** | **Л 7. Асимптотическая нормальность (непрерывное время). Асимптотическая нормальность (дискретное время). Сходимость моментов.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ7. Асимптотическая нормальность. Сходимость моментов.** |  |  | **2** | **4** |
| **РК 1**  |  |  |  | **100** |
|
|  **8** | **Л8. Некоторые модификации процедур стохастической аппроксимации. Постановка задачи. Общая теорема. Вспомогательные результаты.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ8. Модификации процедур стохастической аппроксимации. Постановка задачи. Общая теорема.**  |  |  | **2** | **4** |
| **СРОП 3. Консультация по выполнению СРО 3.** |  |  |  |  |
| **СРО 3. Исследование других стохастических процессов.** |  |  |  | **15** |
|
| **9** | **Л9. Теоремы о сходимости и асимптотической нормальности. Адаптивные процедуры Роббинса – Монро. Асимптотическая оптимальность.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 9. Адаптивные процедуры Роббинса – Монро. Асимптотическая оптимальность.** |  |  | **2** | **4** |
| **СРОП 4. Консультация по выполнению СРО 4.** |  |  |  |  |
| **СРО 4. Исследование других стохастических процессов.** |  |  |  | **15** |
|
| **10** | **Л10. Рекуррентное оценивание (дискретное время). Неравенство Крамера – Рао. Эффективность оценок. Неравенство Крамера – Рао в многомерном случае. Оценивание одномерного параметра. Асимптотически эффективная рекуррентная процедура. Оценивание многомерного параметра. Задача оценивания при зависимых наблюдениях.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 10. Рекуррентное оценивание (дискретное время). Неравенство Крамера – Рао. Эффективность оценок. Асимптотически эффективная рекуррентная процедура.** |  |  | **1** | **4** |
| **КР 2** |  |  |  | **40** |
| **11** | **Л 11. Рекуррентное оценивание (непрерывное время). Неравенство Крамера – Рао. Применение процедуры Роббинса – Монро.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 11. Рекуррентное оценивание (непрерывное время). Задача оценивания при зависимых наблюдениях.**  |  |  | **2** | **4** |
|
| **12** | **Л12. Наблюдения, зависящие от времени. Некоторые приложения. Одна модификация.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ12. Наблюдения, зависящие от времени. Применение процедуры Роббинса – Монро. Модификация некоторых процедур.** |  |  | **2** | **4** |
|
| **13** | **Л13. Рекуррентное оценивание при наличии управляющего параметра. Постановка задачи.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 13. Рекуррентное оценивание при наличии управляющего параметра. Постановка задачи.** |  |  | **2** | **4** |
| **СРОП 5. Консультация по выполнению СРО 5.** |  |  |  |  |
| **СРО 5. Изучение пакета Maple. Реализация процедур на Maple.** |  |  |  | **15** |
|
| **14** | **Л14. Асимптотически оптимальный рекуррентный план. Два примера.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 14. Разбор примеров. Реализация процедур на Maple.** |  |  | **2** | **4** |
| **СРОП 6. Консультация по выполнению СРО 6.** |  |  |  |  |
| **СРО 6. Разбор примеров. Реализация процедур на Maple.** |  |  |  | **15** |
|
| **15** | **Л 15. Асимптотически оптимальный рекуррентный план. Случай непрерывного времени.**  |  |  | **2** | **2** |
| **СЗ 15. Асимптотически оптимальный рекуррентный план. Случай непрерывного времени.** |  |  | **2** | **4** |
| **СРОП 7. Консультация по всему пройденному материалу.** |  |  |  |  |
| **КР 3** |  |  |  | **40** |
| **РК 2** |  |  |  | **100** |
|
|

**Декан У.С. Абдибеков**

**Заведующий кафедрой А. Н. Темирбеков**

**Лектор К. К. Шакенов**