**СИЛЛАБУС**

**Осенний семестр 2023-2024 учебного года**

**Образовательная программа «7M05408 - Вычислительные науки и Статистика»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **ID и наименование дисциплины** | **Самостоятельная работа обучающегося**  **(СРО)** | | **Кол-во кредитов** | | | **Общее**  **кол-во кредитов** | **Самостоятельная работа обучающегося**  **под руководством преподавателя (СРОП)** |
| **Лекции (Л)** | **Практ. занятия (ПЗ)** | **Лаб. занятия (ЛЗ)** |
| **Стохастическая аппроксимация и управление** | **СРС (2 кредита)** | | **3** | **3** |  | **6** | **СРСП 8 раз** |
| **АКАДЕМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНЕ** | | | | | | | |
| **Формат обучения** | **Цикл,**  **компонент** | **Типы лекций** | | **Типы практических занятий** | | **Форма и платформа**  **итогового контроля** | |
| **Офлайн** |  | Аудиторный, устно-письменный | | Аудиторный, устно-письменный | | Аудиторный, устно-письменный | |
| **Лектор - (ы)** | **Шакенов Канат Кожахметович** | | | | |
| **e-mail:** | kanat.shakenov@gmail.com | | | | |
| **Телефон:** | +7 705 182 3129 | | | | |
| **Ассистент- (ы)** | **Шакенов Канат Кожахметович** | | | | |
| **e-mail:** | kanat.shakenov@gmail.com | | | | |
| **Телефон:** | +7 705 182 3129 | | | | |
| **АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** | | | | | | | |
| **Цель дисциплины** | **Ожидаемые результаты обучения (РО)\*** | | | | | **Индикаторы достижения РО (ИД)** | |
| **Изучить и применить теорию методов оптимизации и численных методов для решения прикладных задач** | 1. Сформулировать задачи стохастической аппроксимации и управления. | | | | | 1.1 Уметь дать ответы на качественные вопросы о постановки задач стохастической аппроксимации и управления. | |
| 1.2 Уметь дать ответы на качественные вопросы о смысле задачи стохастической аппроксимации и управления. | |
| 2. Анализировать на корректность постановки задачи стохастической аппроксимации и управления. | | | | | 2.1 Ответить на качественные вопросы о корректности задачи стохастической аппроксимации и управления. | |
| 2.2 Ответить на качественные вопросы о физических, экономических или технических и др. проблемах поставленной задачи стохастической аппроксимации и управления. | |
| 3. Построить алгоритм решения задачи стохастической аппроксимации и управления. | | | | | 3.1 Уметь построить реализуемый алгоритм. | |
| 3.2 Уметь построить реализуемый алгоритм за конечное время. | |
| 4. Моделировать задачи стохастической аппроксимации и управления. | | | | | 4.1 Уметь реализовать построенный алгоритм на ПК. | |
| 4.2 Уметь оптимизировать алгоритм на ПК. | |
| 5. Использовать пакеты IBM SPSS для решения задач стохастической аппроксимации и управления. | | | | | 5.1 Уметь анализировать полученное решение**.** | |
| 5.2 Удостовериться в верности решения (аналитически, графически и т.д.). | |
| **Пререквизиты** | Алгебра, математический анализ, геометрия, ТВ и МС, ОДУ, дискретная математика, информатика, интегральные уравнения, функциональный анализ, ДУ в частных производных | | | | | | |
| **Постреквизиты** | Стохастические процессы. Стохастическая аппроксимация. Стохастической аппроксимации и управления. Теория управления. Рекуррентное оценивание. | | | | | | |
| **Учебные ресурсы** | **Литература:** основная, дополнительная.   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.   **Исследовательская инфраструктура**  1. Компьютерные аудитории: **Maple.**  Интернет-ресурсы  1. <http://elibrary.kaznu.kz/ru> | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Академическая политика дисциплины** | | Академическая политика дисциплины определяется [Академической политикой](https://univer.kaznu.kz/Content/instructions/%D0%90%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0.pdf) и [Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби.](https://univer.kaznu.kz/Content/instructions/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%20%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B4%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8.pdf)  Документы доступны на главной странице ИС Univer.  **Интеграция науки и образования.** Научно-исследовательская работа студентов, магистрантов и докторантов – это углубление учебного процесса. Она организуется непосредственно на кафедрах, в лабораториях, научных и проектных подразделениях университета, в студенческих научно-технических объединениях. Самостоятельная работа обучающихся на всех уровнях образования направлена на развитие исследовательских навыков и компетенций на основе получения нового знания с применением современных научно-исследовательских и информационных технологий. Преподаватель исследовательского университета интегрирует результаты научной деятельности в тематику лекций и семинарских (практических) занятий, лабораторных занятий и в задания СРОП, СРО, которые отражаются в силлабусе и отвечают за актуальность тематик учебных занятий изаданий.  **Посещаемость.** Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.  **Академическая честность.** Практические/лабораторные занятия, СРО развивают у обучающегося самостоятельность, критическое мышление, креативность. Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах выполнения заданий.  Соблюдение академической честности в период теоретического обучения и на экзаменах помимо основных политик регламентируют [«Правила проведения итогового контроля»](https://univer.kaznu.kz/Content/instructions/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8F%20%D0%9B%D0%AD%D0%A1%202022-2023%20%D1%83%D1%87%D0%B3%D0%BE%D0%B4%20%D1%80%D1%83%D1%81%D1%8F%D0%B7%D1%8B%D0%BA%D0%B5.pdf), [«Инструкции для проведения итогового контроля осеннего/весеннего семестра текущего учебного года»](https://univer.kaznu.kz/Content/instructions/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8F%20%D0%B2%D0%B5%D1%81%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B5%D0%B3%D0%BE%20%D1%81%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%202022-2023.pdf), «Положение о проверке текстовых документов обучающихся на наличие заимствований».  Документы доступны на главной странице ИС Univer.  **Основные принципы инклюзивного образования.** Образовательная среда университета задумана как безопасное место, где всегда присутствуют поддержка и равное отношение со стороны преподавателя ко всем обучающимся и обучающихся друг к другу независимо от гендерной, расовой/ этнической принадлежности, религиозных убеждений, социально-экономического статуса, физического здоровья студента и др. Все люди нуждаются в поддержке и дружбе ровесников и сокурсников. Для всех студентов достижение прогресса скорее в том, что они могут делать, чем в том, что не могут. Разнообразие усиливает все стороны жизни.  Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону +7 705 182 3129 / kanat.shakenov@gmail.com, либо посредством видеосвязи в MS Teams МО и ЧМ.  **Интеграция МООC (massive open online course).** В случае интеграции МООC в дисциплину, всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на МООC. Сроки прохождения модулей МООC должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины.  **ВНИМАНИЕ!** Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в МООC. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов. | | | | |
| **ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕПОДАВАНИИ, ОБУЧЕНИИ И ОЦЕНИВАНИИ** | | | | | | |
| **Балльно-рейтинговая**  **буквенная система оценки учета учебных достижений** | | | | | **Методы оценивания** | |
| **Оценка** | **Цифровой**  **эквивалент**  **баллов** | | **Баллы,**  **% содержание** | **Оценка по традиционной системе** | **Критериальное оценивание** – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критериев. Основано на формативном и суммативном оценивании.  **Формативное оценивание –** вид оценивания, который проводится в ходе повседневной учебной деятельности. Является текущим показателем успеваемости. Обеспечивает оперативную взаимосвязь между обучающимся и преподавателем. Позволяет определить возможности обучающегося, выявить трудности, помочь в достижении наилучших результатов, своевременно корректировать преподавателю образовательный процесс. Оценивается выполнение заданий, активность работы в аудитории во время лекций, семинаров, практических занятий (дискуссии, викторины, дебаты, круглые столы, лабораторные работы и т. д.). Оцениваются приобретенные знания и компетенции.  **Суммативное оценивание** –вид оценивания, который проводится по завершению изучения раздела в соответствии с программой дисциплины.Проводится 3-4 раза за семестр при выполнении СРО. Это оценивание освоения ожидаемых результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами. Позволяет определять и фиксировать уровень освоения дисциплины за определенный период. Оцениваются результаты обучения. | |
| A | 4,0 | | 95-100 | Отлично |
| A- | 3,67 | | 90-94 |
| B+ | 3,33 | | 85-89 | Хорошо |
| B | 3,0 | | 80-84 | **Формативное и суммативное оценивание** | **Баллы % содержание** |
| B- | 2,67 | | 75-79 | Активность на лекциях | 5 |
| C+ | 2,33 | | 70-74 | Работа на практических занятиях | 20 |
| C | 2,0 | | 65-69 | Удовлетворительно | Самостоятельная работа | 25 |
| C- | 1,67 | | 60-64 | Проектная и творческая деятельность | 10 |
| D+ | 1,33 | | 55-59 | Неудовлетворительно | Итоговый контроль (экзамен) | 40 |
| D | 1,0 | | 50-54 | ИТОГО | 100 |
| **Календарь (график) реализации содержания дисциплины. Методы преподавания и обучения.** | | | | | | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Неделя** | **Название темы** | **Кол-во часов** | **Макс.**  **балл** |
| **МОДУЛЬ 1. Случайные величины и стохастические процессы** | | | |
| 1 | **Л 1. 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** | **6** |
| 2 | **Л 2. 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.** | **2** | **2** |
| **СЗ 2. Марковские процессы с дискретным временем. Стохастический процесс, определенный рекуррентно. Дискретная модель диффузии. Выход траекторий из области. Сходимость траекторий.** | **2** | **6** |
| **СРОП 1. Консультации по выполнению СРО 1** |  |  |
| 3 | **Л 3.** **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** | **6** |
| **СРО 1. Контрольная работа.** | **2** | **22** |
| 4 | **Л 4.** **Сходимость процедур стохастической аппроксимации I. Процедура Роббинса – Монро. Процедура Кифера – Вольфовица. Непрерывные процедуры. Сходимость процедуры Роббинса – Монро. Сходимость процедуры Кифера – Вольфовица.** | **2** | **2** |
| **СЗ 4. Сходимость процедур стохастической аппроксимации I. Процедура Роббинса – Монро. Процедура Кифера – Вольфовица. Сходимость процедуры Роббинса – Монро. Сходимость процедуры Кифера – Вольфовица.** | **2** | **6** |
| 5 | **Л 5.** **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** | **6** |
| 6 | **Л 6. Предварительные замечания. Асимптотическое поведение решений. Исследование процесса . Исследование процесса .** | **2** | **2** |
| **СЗ 6. Асимптотическое поведение решений. Исследование процессов  и .** | **2** | **6** |
| **СРОП 2. Консультации по выполнению** **СРО 2** |  |  |
| 7 | **Л 7. Асимптотическая нормальность (непрерывное время). Асимптотическая нормальность (дискретное время). Сходимость моментов.** | **2** | **2** |
| **СЗ 7. Асимптотическая нормальность. Сходимость моментов.** | **2** | **6** |
| **СРО 2. Контрольная работа.** |  | **22** |
| **Рубежный контроль 1** | | | **100** |
| 8 | **Л 8. Некоторые модификации процедур стохастической аппроксимации. Постановка задачи. Общая теорема. Вспомогательные результаты.** | **2** | **2** |
| **СЗ 8. Модификации процедур стохастической аппроксимации. Постановка задачи. Общая теорема.** | **2** | **6** |
| **СРОП 3. Консультации по выполнению** **СРО 2** |  |  |
| 9 | **Л 9. Теоремы о сходимости и асимптотической нормальности. Адаптивные процедуры Роббинса – Монро. Асимптотическая оптимальность.** | **2** | **2** |
| **СЗ 9. Адаптивные процедуры Роббинса – Монро. Асимптотическая оптимальность.** | **2** | **6** |
| **СРО 3. Контрольная работа.** |  | **9** |
| **МОДУЛЬ 2. Рекуррентное оценивание. Рекуррентное оценивание с управляющим параметром.**  **Асимптотически оптимальный рекуррентный план** | | | |
| 10 | **Л 10. 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.** | **2** | **6** |
| **СРОП 4. Консультация по выполнению** **СРО 3.** |  |  |
| 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** | **6** |
| **СРО 4. Контрольная работа.** |  | **9** |
| 12 | **Л12.** **Наблюдения, зависящие от времени. Некоторые приложения. Одна модификация.** | **2** | **2** |
| **СЗ 12.** **Наблюдения, зависящие от времени. Применение процедуры Роббинса – Монро. Модификация некоторых процедур.** | **2** | **6** |
| **СРО 5. Контрольная работа.** |  | **9** |
| 13 | **Л 13.** **Рекуррентное оценивание при наличии управляющего параметра. Постановка задачи.** | **2** | **2** |
| **СЗ 13. Рекуррентное оценивание при наличии управляющего параметра. Постановка задачи.** | **2** | **6** |
| **СРОП 5. Консультация по выполнению** **СРО 4.** |  |  |
| 14 | **Л 14.** **Асимптотически оптимальный рекуррентный план. Два примера.** | **2** | **2** |
| **СЗ 14. Разбор примеров. Реализация процедур на Maple.** | **2** | **6** |
| 15 | **Л 15.** **Асимптотически оптимальный рекуррентный план. Случай непрерывного времени.** | **2** | **2** |
| **СЗ 15.** **Асимптотически оптимальный рекуррентный план. Случай непрерывного времени.** | **2** | **6** |
| **СРО 6. Контрольная работа.** |  | **9** |
| **Рубежный контроль 2** | | | **100** |
| **Итоговый контроль (экзамен)** | | | **100** |
| **ИТОГО за дисциплину** | | | **100** |

**Декан \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Абдибеков У. С.**

**Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Темирбеков А. Н.**

**Лектор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Шакенов К. К.**