**Казахский национальный университет им. аль-Фараби**

**Механико-математический факультет**

**Кафедра дифференциальных уравнений и теории управления**

**Математические модели неравновесных фильтрационных процессов**

**СИЛЛАБУС**

**Осенний семестр, 2018-2019 уч. год**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код дисциплины** | **Название дисциплины** | **Тип** | **Кол-во часов в неделю** | | | | **Кол-во кредитов** | | **ECTS** |
| **Лек** | **Сем** | | **Лаб** |
| OFSP 8311  OPhSP 7324 | Математические модели неравновесных фильтрационных процессов | ИОТ | 2 | 1 | | 0 | 3 | | 5 |
| **Лектор** | Айсагалиев Серикбай Абдигалиевич, д.т..н., профессор | | | | **Офис-часы**  СРМП / СРМ | | | По расписанию | |
| **e-mail** | – | | | |
| **Телефоны** | +77055756509 | | | | **Аудитория** | | | 307 (Мехмат) | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Академическая презентация курса** | **Тип учебного курса:** ИОТ 2, Элективный модуль 4. Теоретический, практический; элективный.  **Цель курса:** Основной целью дисциплины является решения прикладных задач: построение оптимального фильтра для случайных процессов; решения уравнений Навье-Стокса для вязкой несжимаемой жидкости; решение простейшей задачи вариационного исчисления. |
| **Пререквизиты** | Теория вероятностей и математическая статистика. Функциональный анализ. Дифференциальные уравнения. |
| **Постреквизиты** | Теория случайных процессов. Теория фильтрации и прогноза. Оптимальное управление. |
| **Информационные ресурсы** | **Учебная литература:**  *Основная:*   1. Аоки М. Оптимизация стохастических систем. – М.: Наука, 1971, – 240 с. 2. Айсагалиев С.А. Лекции по стохастической теории управления. – Алматы: Қазақ униеверситеті, 2001. – 186 с. 3. Айсагалиев С.А. Краевые задачи оптимального управления. -Алматы: Изд-во КазГУ, 1999. 4. Айсагалиев С.А. Методы решения краевых задач. - Алматы: Изд-во КазГУ, 2002. 5. Айсагалиев С.А., Айсагалиева С.С. Лекции по методам оптимизации. - Алматы: Ғылым, 1996. 6. *Aisagaliev S.A., Zhunussova Zh.Kh.* Mathematical programming textbook. – Almaty: Kazakh University, 2012. – 208 p. 7. *Aisagaliev S.A., Zhunussova Zh.Kh.* Optimal control. Учебное пособие. Утерждено Секцией РУМС и РИСО КазНУ имени аль-Фараби. -Алматы, Қазақ университеті, 2014. – 200 с. 8. *Айсағалиев С.Ә., Қабидолданова Ә.А.* Тиімді басқару дәрістері. – Алматы: Қазақ университеті, 2014. – 226 б. 9. *Айсагалиев С.А.* Теория устойчивости динамических систем. – Алматы: Қазақ университеті, 2012. – 216с. 10. *Айсагалиев С.А., Кабидолданова А.А.* Оптимальное управление динамических систем. – Palmarium Academic Publishing (Verlag, Germany), 2012. – 288 с. 11. *Айсагалиев С.А.* «Теория управляемости динамических систем» – Алматы: Қазақ университеті, 2014 (объем 10 п.л.) 12. *Айсагалиев С.А.* «Конструктивная теория краевых задач обыкновенных дифференциальных уравнений» – Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 207 с. 13. Айсагалиев С.А. Проблемы качественный теории дифференциальных уравнений. – Алматы: Қазақ университеті. 2016.-397с. 14. *Айсагалиев С.А.* Лекции по качеcтвенной теории дифференциальных уравнений. – Алматы, Қазақ университеті, 2018. – 201 с. 15. *Aisagaliev S.A.* Lectures on the qualitative theory of differential equations. – Almaty, Qazaq Universiteti, 2018. – 196 p.   *Дополнительная:*   1. Ройтенберг Я.Н. Автоматическое управление. – М.: Наука, 1978, – 552 с. 2. Дэвис М.Х.-А. Линейное оценивание и стохастическое управление. – М.: Наука, 1984, – 196 с. |
| **Академическая политика курса в контексте университетских ценностей** | Согласно Академической политике университета все виды работ необходимо выполнять и защищать в указанные сроки. Студенты, не сдавшие очередное задание или получившие за его выполнение менее 50% баллов, имеют возможность отработать указанное задание по дополнительному графику. Студенты, пропустившие занятия по уважительной причине, отрабатывают их в дополнительное время, после допуска преподавателя. Студенты, не выполнившие все виды работ, к экзамену не допускаются. Кроме того, при оценке учитывается активность и посещаемость студентов во время занятий.  будьте толерантны, уважайте чужое мнение. Возражения формулируйте в корректной форме. Плагиат и другие формы нечестной работы недопустимы. Недопустимы подсказывание и списывание во время сдачи СРС, промежуточного контроля и итогового экзамена, копирование решенных задач другими лицами, сдача экзамена за другого студента. Студент, уличенный в фальсификации любой информации курса, несанкционированном доступе в «Univer», пользовании шпаргалками, получит итоговую оценку «F».  За консультациями по выполнению самостоятельных работ (СРС), их сдачей и защитой, а также за дополнительной информацией по пройденному материалу и всеми другими возникающими вопросами по читаемому курсу обращайтесь к преподавателю в период его офис-часов. Участие студента в дискуссиях и упражнениях на занятиях будут учтены в его общей оценке за дисциплину. Конструктивные вопросы, диалог, и обратная связь на предмет вопроса дисциплины приветствуются и поощряются во время занятий, и преподаватель при выводе итоговой оценки будет принимать во внимание участие каждого студента на занятии. |
| **Политика оценивания и аттестации** | Учебные достижения обучaющихся по всем видaм учебных зaдa­ний оце­нивaют­ся по бaлльно-рейт­ин­го­вой бук­вен­ной сис­те­ме оцен­кизнa­ний. Ито­говaя оценкa подс­чи­тывaет­ся толь­ко в случaе, ес­ли обучaющий­ся имеет по­ло­жи­тель­ные оцен­ки, кaк по ру­беж­но­му, тaк и ито­го­во­му конт­ро­лю. Соглaсно Прaвилaм по­ве­де­ния нa экзaме­не обучaющий­ся, нaру­шив­ший прaвилa по­ве­де­ния нa экзaме­не (ис­поль­зовa­ние шпaргaлок, со­то­вых те­ле­фо­нов, опоздa­ние без увaжи­тель­ной при­чи­ны), удaляет­ся с экзaменa, ему выстaвляет­ся оценкa «F», и он пов­тор­но изучaет дaнную дис­цип­ли­ну нa плaтной ос­но­ве. *Более под­роб­нее см. Академическую политику КазНУ им. аль-Фараби, §9, 8, 13, 14, 37, 40, 43, 44, 45.*  Итоговая оценка будет рассчитываться по следующей формуле:  Ниже приведены минимальные оценки в процентах:  95% - 100%: А 90% - 94%: А-  85% - 89%: В+ 80% - 84%: В 75% - 79%: В-  70% - 74%: С+ 65% - 69%: С 60% - 64%: С-  55% - 59%: D+ 50% - 54%: D- 0% -49%: F |

**Календарь реализации содержания учебного курса:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Неделя/дата | Название темы (лекции, практического занятия, СРС) | Количество часов | Максимальный балл |
| **Модуль 1: Теория случайных процессов** | | | |
| 1 | Лекция 1. Математическое описание случайного процесса. Функция распределения. Плотность распределения. Основные формулы. Математическое ожидание. Корреляционная функция. Основные свойства корреляционных функций. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 1. Виды случайных процессов: совершенно случайные процессы, нормальные, стационарные, Марковские процессы | 1 | 5 |
| 2 | Лекция 2. Стохастическое дифференцирование и интегрирование. Математическое ожидание, корреляционная функция производной случайного процесса. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 2. Вычисления математического ожидания и корреляционной функции производной и интеграла случайной функции. | 1 | 5 |
| 3 | Лекция 3. Стационарные случайные процессы. Эргодические случайные процессы. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 3. Решение примеров стационарных и эргодических случайных процессов. | 1 | 5 |
| СРДП 1. Решение примеров стационарных и эргодических случайных процессов. | 1 | 15 |
| 4 | Лекция 4. Нормальный случайный процесс. Ортогональные разложения случайного процесса. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 4. Решение примеров нормального случайного процесса и на канонические разложения случайного процесса. | 1 | 5 |
| 5 | Лекция 5. Марковские процессы. Обобщенное уравнение Маркова. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 5. Марковские процессы, порожденные стохастическими дифференциальными уравнениями. | 1 | 5 |
| СРДП 2. Вычисления коэффициента сноса и матрица коэффициентов диффузии. | 1 | 10 |
| 6 | Лекция 6. Диффузионные Марковские процессы. Первое уравнение Колмогорова. Второе уравнение Колмогорова. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 6. Вычисления коэффициента сноса и матрица коэффициентов диффузии. | 1 | 5 |
| 7 | Лекция 7. Процесс Винера-Леви (Броуновское движение). Вычисления моментных функций. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 7. Уравнения Колмогорова для векторных диффузионных Марковских процессов. | 1 | 8 |
|  | Коллоквиум |  | 30 |
|  | Рубежный контроль 1 |  | 100 |
|  | Midterm Exam |  | 100 |
| **Модуль 2: Теория фильтрации и прогноза** | | | |
| 8 | Лекция 8. Фильтрация стационарного случайного процесса. Метод Н. Винера. Решение интегрального уравнения Н. Винера. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 8. Определение оптимальной передаточной функции по заданной спектральной плотности. | 1 | 5 |
| 9 | Лекция 9. Фильтрация многомерных случайных процессов. Матричное интегральное уравнение Н. Винера. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 9. Свойства решений матричного интегрального уравнения Н. Винера. | 1 | 5 |
| СРДП 3. Пример для построения оптимального фильтра Калмана-Бьюси. | 1 | 10 |
| 10 | Лекция 10. Оптимальные фильтры Калмана-Бьюси. Постановка задачи. Дифференциальное уравнение для ошибки. Дифференциальное уравнение для корреляционной матрицы ошибки. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 10. Пример для построения оптимального фильтра Калмана-Бьюси. | 1 | 5 |
| 11 | Лекция 11. Оптимальные фильтры Калмана-Бьюси. Оптимизационная задача. Определение матрицы *G(t)*. Алгоритмы решения задачи фильтрации. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 11. Различные обобщения фильтра Калмана-Бьюси. | 1 | 5 |
| СРДП 4. Алгоритм решения задачи оптимального управления по уравнению Беллмана. | 1 | 10 |
| 12 | Лекция 12. Метод динамического программирования в теории оптимального управления стохастическими системами. Уравнение Беллмана. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 12. Алгоритм решения задачи оптимального управления по уравнению Беллмана. | 1 | 5 |
| 13 | Лекция 13. Оптимальное управление стохастическими системами при неполной информации о состоянии системы постановка задачи. Неупереждающее управление. Уравнение для корреляционной матрицы ошибки. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 13. Алгоритм решения задачи оптимального управления для системы с неполной информацией. | 1 | 5 |
| СРДП 5. Решение примера для байесовского управления стохастическими системами. | 1 | 10 |
| 14 | Лекция 14. Оптимальное управление дискретными стохастическими системами. Синтезирующее оптимальное управление для дискретных стохастических систем. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 14. Построение оптимального управления для дискретных стохастических систем. | 1 | 5 |
| 15 | Лекция 15. Оптимальное байесовское управление стохастическими дискретными системами. Постановка задачи. Синтез оптимальной стратегии управления. | 2 | 1 |
| Семинарское занятие 15. Решение примера для байесовского управления стохастическими системами. | 1 | 7 |
|  | Контрольная работа |  | 20 |
|  | Рубежный контроль 1 |  | 100 |
|  | Экзамен |  | 100 |
|  | Итого |  | 100 |

**Декан факультета Д. Жакебаев**

**Председатель методбюро Кушербаева У.**

**Заведующий кафедрой Х. Хонатбек**

**Преподаватель С. Айсагалиев**