**СИЛЛАБУС**

# Осенний семестр 2021-2022 уч. год

**по образовательной программе «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)** |
| **SMMM****5301,** **SMMM****5306** |  **Современные методы математического моделирования** | 30 | 15 | 15 | 15 | 5 | 7 |
| **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  | ЛЗ на вычисление,ЛЗ с использованием ИКТ | 6 | Экзамен |
| **Лектор** | Шакенов Канат Кожахметович | Оф./ч. | По расписанию |
| **e-mail** | kanat.shakenov@kaznu.kz |
| **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 задач гидродинамики, физики, биологии, химии, экономики. | **РО 1** Знание методов и умение моделировать задач гидродинамики, физики, биологии, химии, экономики на компьютере | **ИД 1.1** Самостоятельно проводить первичный формально-математический анализ поставленной перед ним задач гидродинамики, физики, биологии, химии, экономики.**ИД 1.2** Формализовать поставленную перед ним задачу гидродинамики, физики, биологии, химии, экономики 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 раздело гидродинамики, физики, биологии, химии, 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, Стохастические процессы и их применение.**  |
| **Литература и ресурсы** | 1. **Volterra V. Theory of Functionals and of Integral and Integro-Differential Equations. Dover Publications, ING. New York 1959.**
2. **Robert C.P., Casella G. Monte Carlo Statistical Methods. Second Edition. Springer. 2005.**
3. **Himmelblau D. Process Analysis by Statistical Methods. John Wiley and Sons, Inc. New York-London-Sydney-Toronto 1970.**
4. **Bharucha-Reid A.T. Elements of the Theory of Markov Processes and Their Applications. MC Graw-Hill Book Company, Inc. New York Toronto London 1960.**
5. **Sobol’ I.M. Monte Carlo Method. Moscow, Nauka. 1985.**
6. **Mitropolsky A.K. Technique of statistical calculations. Moscow, Nauka. 1971.**
7. **Serovajsky S.Ya. Mathematical Modeling. Almaty, Kazakh University. 2000.**
8. **Shakenov K.K. Monte Carlo Methods and theirs Application. Almaty, Al-Farabi Kazakh State National University. 1993.**
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **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 | РО | ИД | Кол-во часов | Максимальный балл | Форма проведения занятия/платформа | Форма оценки знаний |
| **Модуль I. Математические модели аэрогидромеханики**. |  |
| 1 | **Л1.** Математические модели аэрогидромеханики. Уравнения Навье - Стокса. | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 1 |
| **СЗ1.** Уравнение Стокса. Линеаризованные уравнения Навье-Стокса. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 1 |
| **ЛР 1.** Численное решениеуравнения Стокса и линеаризованных уравнений Навье-Стокса. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 1 |
| Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 1, ТЗ 1 |  |
| 2 | **Л2.** Математические модели процесса фильтрации. Модель Маскета - Леверетта. | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 2 |
| **СЗ2.** Алгоритм численного решениямодели Маскета - Леверетта. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 2 |
| **ЛР2.** Численное решениямодели Маскета - Леверетта. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 2 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 2, ТЗ 2** |  |
| 3 | **Л3.** Математические модели релаксационной фильтрации. Четыре модели. Методы Монте-Карло. Численные решения. | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 3 |
| **СЗ3.** Построение алгоритмов численного решения четырех моделей методами Монте-Карло. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 3 |
| **ЛР3.** Численное решение четырех моделей методами Монте-Карло. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 3 |
| **СРОП 1.** Компьютерное моделирование задачи Дирихле для уравнения Гельмгольца. Метод конечных разностей, методы МКЭ и Монте-Карло. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  |  | вебинар в MS Teams/Zoom  |  |
| **СРО 1.** Лабораторные работы ЛР 1, ЛР 2, ЛР 3. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 15 | тест в СДО Moodle | И3 1 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 3, ТЗ 3, ИЗ 1** |  |
| 4 | **Л4.** Математические модели атмосферной оптики.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom  | ВС 4 |
| **СЗ4.** Построение алгоритмов численного решения модели атмосферной оптики методами Монте-Карло. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 4 |
| **ЛР4.** Численное решение модели атмосферной оптики методами Монте-Карло ПК. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 4 |
| **СРОП 2.** Консультация по выполнению СРО 2. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  |  | вебинар в MS Teams/Zoom  |  |
| **СРО2.**Компьютерное моделирование цепей Маркова. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 15 | тест в СДО Moodle | ИЗ 2 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 4, ТЗ 4, ИЗ 2** |  |
| **Модуль 2. Методы Монте – Карло и случайные процессы.**  |
| 5 | **Л5.** Теория методов Монте – Карло. Неравенство Чебышева. Случайные процессы. Цепи Маркова.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 5 |
| **СЗ5.** Построение алгоритмов численного моделирования цепей Маркова.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 5 |
| **ЛР5.** Численные реализации задач: вычисление определенного интеграла, СМО, прохождение нейтронов сквозь пластинку.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 5 |
| **КР 1** | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 40 | Письменно в СДО Moodle | КР 1 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 5, ТЗ 5** |  |
| **РК 1** | **100** |  |
| 6 | **Л6.** Интегрирование методами Монте-Карло. Выборка по важности. Оценка дисперсии. Моделирование СМО. Моделирование прохождения нейтронов сквозь пластинку.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 6 |
| **СЗ6.** Построение алгоритмов численного моделирования цепей Маркова для вычисления опреденных интегралов, СМО, прохождение нейтронов сквозь пластинку.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 6 |
| **ЛР 6.** Численные реализации задач: вычисление определенного интеграла, СМО, прохождение нейтронов сквозь пластинку. Оценка интеграла  методами Монте-Карло.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 6 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 6, ТЗ 6** |  |
| 7 | **Л 7.** Интегрирование методами Монте-Карло. Выборка по важности. Оценка дисперсии. Моделирование СМО. Моделирование прохождения нейтронов сквозь пластинку. | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 7 |
| **СЗ7.** Построение алгоритмов численного моделирования цепей Маркова для вычисления опреденных интегралов, СМО, прохождение нейтронов сквозь пластинку.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 7 |
| **ЛР7.** Численные реализации задач: вычисление определенного интеграла, СМО, прохождение нейтронов сквозь пластинку. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 7 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 7, ТЗ 7** |  |
|  | **Модуль 3. Приложения стохастических процессов к биологии, к химии, к физике, к финансам** |  |
| 8 | **Л8.** Приложение случайных процессов к биологии.Рост популяций. Простые вероятностные модели роста популяции.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 8 |
| **СЗ8.** Построение алгоритмов моделирования Марковских процессов для математических моделей биологий.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 8 |
| **ЛР8.** Вычисление вероятностей, математического ожидания (решения) и дисперсии (ошибки).  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 8 |
| **СРОП 3.** Консультация по выполнению СРО 3. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  |  | вебинар в MS Teams/Zoom  |  |
| **СРО3.К**омпьютерное моделирование распределения Пуассона (потока Пуассона) и других случайных параметров. Расчет качества и надежности изделий.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 15 | тест в СДО Moodle | ИЗ 3 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 8, ТЗ 8, ИЗ 3** |  |
| 9 | **Л9.** Простой процесс рождения. Простой процесс гибели. Простой процесс рождения и гибели. Простой процесс рождения, гибели и иммиграции.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 9 |
| **СЗ9.** Построение алгоритмов моделирования Марковских процессов для математических моделей биологий.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 9 |
| **ЛР 9.** Вычисление вероятностей, математического ожидания (решения) и дисперсии (ошибки).  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 9 |
| **СРОП 4.** Консультация по выполнению СРО 4. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  |  | вебинар в MS Teams/Zoom  |  |
| **СРО 4.** Исследование других стохастических процессов. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 15 | тест в СДО Moodle | ИЗ 4 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 9, ТЗ 9, ИЗ 4** |  |
|  |
| 10 | **Л10**. Вероятностные модели роста борющихся и хищных популяций. Вероятностные модели миграции популяции.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 10 |
| **СЗ10.** Построение алгоритмов моделирования Марковских процессов для математических моделей биологий.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 10 |
| **ЛР10.** Вычисление вероятностей, математического ожидания (решения) и дисперсии (ошибки).  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 10 |
| **КР 2** | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 40 | Письменнов СДО Moodle | КР 2 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 10, ТЗ 10** |  |
| **МТ** | **100** |  |
| 11 | **Л 11.** Приложения к химии. Некоторые вероятностные модели химической кинетики. Простая модель автокаталитической реакции.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 11 |
| **СЗ11.** Построение алгоритмов моделирования Марковских процессов для математических моделей химий.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 11 |
| **ЛР 11.** Вычисление вероятностей, математического ожидания (решения) и дисперсии (ошибки).  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 11 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 11, ТЗ 11** |  |
| 12 | **Л12.** Приложения к физике. Электронно-фотонные и нуклонные каскады. Уравнения Ландау-Румера.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 12 |
| **СЗ12.** Построение приближенных моделей А и Б.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 12 |
| **ЛР12.** Решения уравнения Ландау-Румера в приближениях А и Б.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 12 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 12, ТЗ 12** |  |
| 13 | **Л13.** Приложения к задачам астрономии и астрофизике. Теория флуктуаций яркости Млечного Пути. Интегральное уравнение Чандрасекара – Мюнша.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 13 |
| **СЗ13.** Построение алгоритма решения уравнения Чандрасекара – Мюнша. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 13 |
| **ЛР 13.** Вычисление решения уравнения Чандрасекара – Мюнша. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 13 |
| **СРОП 5.** Консультация по выполнению СРО 5. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  |  | вебинар в MS Teams/Zoom  |  |
| **СРО 5.** Вычисление решения уравнения Чандрасекара – Мюнша когда все туманности обладают одинаковой прозрачностью.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 15 | тест в СДО Moodle. | ИЗ 5 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 13, ТЗ 13, ИЗ 5** |  |
| 14 | **Л14.** Приложения к финансам. Портфель ценных бумаг. Диверсификация Марковитца. Модель ценообразования финансовых активов. CAPM – Capital Asset Pricing Model.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 1 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 14 |
| **СЗ14.** Характеристики капитала: маематичекое ожидание и дисперсия в теории Марковитца.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 14 |
| **ЛР 14.** Средне-дисперсионный анализ (Mean-variance analysis) для расчетов оптимального портфеля.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 14 |
| **СРОП 6.** Консультация по выполнению СРО 6. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  |  | вебинар в MS Teams/Zoom  |  |
| **СРО 6.** Основные положения теории САРМ.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 15 | тест в СДО Moodle. | ИЗ 6 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 14, ТЗ 14, ИЗ 6** |  |
| 15 | **Л15.** Стохастические модели. Дискретное время. Линейные стохастические модели. Модель скользящего среднего MA(q). Теория временных рядов.  | РО 1 | ИД 1.1-1.3 | 2 | 2 | Видеолекция в MS Teams/Zoom | ВС 15 |
| **СЗ15.** Теория временных рядов и их применения. Эволюция случайной последовательности  по белому шуму.  | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 14 |
| **ЛР15.** Построение случайной последовательности  по белому шуму. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 | 1 | 2 | вебинар в MS Teams/Zoom | ТЗ 15 |
| **СРОП 7.** Консультация по всему пройденному материалу. | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  |  | вебинар в MS Teams/Zoom  |  |
| **КР 3** | РО 1-2 | ИД 1.1-1.3, ИД 2.1-2.4 |  | 40 | Письменно в СДО Moodle | КР 3 |
| **Суббота 23.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС 15, ТЗ 15** |  |
| **РК 2** | **100** |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Оценкапо буквенной системе | Цифровой эквивалент | Баллы (%-ное содержание) | Оценкапо традиционной системе |
| А | 4,0 | 95-100 | Отлично |
| А- | 3,67 | 90-94 |
| В+ | 3,33 | 85-89 | Хорошо |
| В | 3,0 | 80-84 |
| В- | 2,67 | 75-79 |
| С+ | 2,33 | 70-74 |
| С | 2,0 | 65-69 | Удовлетворительно |
| С- | 1,67 | 60-64 |
| D+ | 1,33 | 55-59 |
| D- | 1,0 | 50-54 |
| FX | 0,5 | 25-49 | Неудовлетворительно |
| F | 0 | 0-24 |

[С о к р а щ е н и я: ВС – вопросы для самопроверки; ТЗ – типовые задания; ИЗ – индивидуальные задания; КР – контрольная работа; РК – рубежный контроль.

З а м е ч а н и я:

- Форма проведения Л (лекция) и ЛЗ (лабораторная работа), СЗ (семинарское занятие)**:** вебинар в MS Teams/Zoom(презентация видеоматериалов на 10-15 минут, затем его обсуждение/закрепление в виде дискуссии/решения задач/...)

- Форма проведения КР**:** вебинар (по окончании студенты сдают скрины работ старосте, староста высылает их преподавателю) / тест в СДО Moodle.

- Все материалы курса (Л, ВС, ТЗ, ИЗ и т.п.) см. по ссылке (см. Литература и ресурсы, п. 6).

- После каждого дедлайна открываются задания следующей недели.

- Задания для КР преподаватель выдает в начале вебинара.

- Результаты обучения – РО, индикаторы достижения – ИД.]

Декан Д. Б. Жакебаев

Председатель методбюро С. Ж. Маусымбекова

Заведующий кафедрой А. Н. Темирбеков

Лектор К. К. Шакенов