Казахский национальный университет им. аль-Фараби

Механико-математический факультет

Кафедра математики

|  |  |
| --- | --- |
|  | УТВЕРЖДАЮДекан механико-математического факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Д. Жакебаев"\_\_\_"\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 |

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

"Математическое моделирование"

Специальность - Математика (5B060100)

Курс - 4

Семестр - 7

Количество кредитов - 3

Алматы 2021

Учебно-методический комплекс разработан доктором физико-математических наук,
профессором С. Я. Серовайским

Разработан на основе учебной программы по специальности 5B060100 – Математика

Рекомендован на заседании кафедры математики

"\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021, протокол № \_\_\_.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Рекомендован методическим бюро механико-математического факультета

"\_\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, 2021, протокол № \_\_\_\_\_.

Председатель методического бюро факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**СИЛЛАБУС**

**Осенний семестр 2021-2022 уч. год**

**по образовательной программе «Математика»**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код дисциплины** | **Название дисциплины** | **Самостоятельная работа студента (СРС)** | **Кол-во часов в неделю** | **Кол-во кредитов** | **Самостоятельная работа студента под руководством преподавателя (СРСП)** |
| **Лекции (Л)** | **Практ. занятия (ПЗ)** | **Лаб. занятия (ЛЗ)** |
|  | Математическое моделирование |  | 2 | 1 | - | 3 |  |
| **Академическая информация о курсе** |
| **Вид обучения** | **Тип/характер курса** | **Типы лекций** | **Типы практических занятий** | **Кол-во СРС** | **Форма итогового контроля** |
| Онлайн /комбинированный | Теоретический | Проблемная,аналитическая  | Решение задач | 6 | экзамен  |
| **Лектор** | Серовайский С.Я., д.ф.-м.н, профессор | **Оф./ч.** | По расписанию |
| **e-mail** | serovajskys@mail.ru |
| Телефоны  | +7 701 8315197  |

|  |
| --- |
| **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) |
| Изучение общих принципов построения математических описаний различных процессов и методов их анализа | Р1. Иметь общее представление о математическом моделировании | ИД1.1. Знать общие принципы построения математических моделей;ИД1.2. Знать характеристики математических моделей |
| Р2. Знать основные приложения систем с сосредоточенными параметрами. | ИД2.1. Уметь описывать физические процессы.ИД2.2. Уметь описывать химические процессы.ИД2.3. Уметь описывать процессы биологии и медицины.ИД2.4. Уметь описывать процессы экономики и социальных наук |
| Р3. Знать основные приложения систем с распределенными параметрами. | ИД3.1. Знать основные математические описания процессов переноса.ИД3.2. Знать основные математические описания процессов переноса.ИД3.3. Знать основные математические описания стационарных систем |
| Р4. Уметь представления о вариационных принципах и проблемах корректности, управления и идентификации. | ИД4.1. Иметь представление о вариационных принципах.ИД4.2. Иметь представление о проблеме корректности системИД4.3. Уметь решать задачи управления системамиИД4.4. Уметь решать задачи идентификации систем |
| **Пререквизиты**  | Дифференциальные уравнения, уравнения математической физики, численные методы, физика, вариационное исчисление |
| **Постреквизиты** | Специальные курсы |
| **Литература и ресурсы** | 1. С.Я. Серовайский. Математическое моделирование. – Алматы: Қазақ университетi, 2000.
2. S. Serovajsky. Mathematical modelling. – London, CRC Press, 2021 (to appear).
3. В.С. Зарубин. Математическое моделирование в технике. – М., 2003.
4. L.A. Anchordoqui, T.C. Paul. Mathematical Models of Physics Problems. – Nova Science Publishers, 2013
5. H. Gould, J. Tobochnik, W. Christian. An introduction to computer simulation methods: Applications to Physical Systems. – Pearson/Addison Wesley, 2006.
6. M. Meerschaert. Mathematical Modeling. – Academic Press, 2007.
7. S. Moghadas, M. Jaberi-Douraki. Mathematical Modelling: A Graduate Textbook. – Wiley, 2018.
8. <https://people.maths.bris.ac.uk/~madjl/course_text.pdf>
9. <http://www.sfu.ca/~vdabbagh/Chap1-modeling.pdf>
10. <https://en.wikipedia.org/wiki/Mathematical_model>
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **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 \*\*\*\*\*\*\*@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**

С о к р а щ е н и я

Л – лекция; ПЗ – практическое занятие; ВС – вопросы для самопроверки; ИЗ – типовые задания; ИЗ – индивидуальные задания; КР – контрольная работа; РК – рубежный контроль.

З а м е ч а н и я

- Форма проведения Л, ПЗ и КР**:** вебинар в MS Teams/Zoom/…(Л: презентация видеоматериалов на 10-15 минут, затем его обсуждение/закрепление в виде ответов на ВС/дискуссии/...; ПЗ: решение задач; КР: как в аудитории, только дистанционно/тест)

- Все материалы курса см. по ссылке в п. 6 раздел «Литература и ресурсы».

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Неделя / модуль | Название темы | РО | ИД | Кол-во часов | Максимальный балл | Форма оценки знаний |
| **Модуль I. Введение** |
| 1 | **Л1.** Познание и моделирование. Естествознание и математика. Уравнение падения тела. Принципы построения математической модели. Классификация математических моделей. | РО1 | ИД1.1 | 2 | 3 | ВС 1 |
| **ПЗ1.** Характеристика математических моделей динамики полета. | РО1 | ИД1.2 | 1 | 5 | ИЗ1 |
| **СРС1.** Характеристика математических моделей динамики полета. | РО1 | ИД1.2 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС1, ИЗ1, СРС1** |
| **Модуль II. Системы с сосредоточенными параметрами** |
| 2 | **Л2. Математические модели механических колебаний** (Вывод уравнения колебания маятника. Решение уравнения колебания маятника. Энергия колебания маятника. Колебание маятника при наличии трения. Вынужденные колебания маятника). | РО2 | ИД2.1 | 2 | 3 | ВС2 |
| **ПЗ2.** Моделирование колебания пружины. | РО2 | ИД2.1 | 1 | 5 | ИЗ2 |
| **СРС2.** Моделирование колебания пружины. | РО2 | ИД2.1 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС2, ИЗ2, СРС2** |
| 3 | **Л3.** Математические модели электрических колебаний (Электрический контур. Энергия контура. Контур с сопротивлением. Вынужденные колебания контура). | РО2 | ИД2.1 | 2 | 3 | ВС3 |
| **ПЗ3.** Аналогия между электрическими и механическими колебаниями. | РО2 | ИД2.1 | 1 | 5 | ИЗ3 |
| **СРС3.** Аналогия между электрическими и механическими колебаниями. | РО2 | ИД2.1 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС3, ИЗ3, СРС3** |
| 4 | **Л4.** Математические модели химии (Уравнения химической кинетики. Мономолекулярная реакция. Бимолекулярная реакция. Система Вольтерра-Лотки). | РО2 | ИД2.2 | 2 | 3 | ВС4 |
| **ПЗ4.** Математическое моделирование химических реакций. | РО2 | ИД2.2 | 1 | 5 | ИЗ4 |
| **СРС4.** Математическое моделирование химических реакций. | РО2 | ИД2.2 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС4, ИЗ4, СРС4** |
| 5 | **Л5.** Математические модели в биологии. (Модели Мальтуса и Ферхюльста. Модель "биологическая конкуренция". Модель "хищник - жертва". Модель "симбиоз"). | РО2 | ИД2.3 | 2 | 3 | ВС5 |
| **ПЗ5.** Математические модели сосуществования нескольких биологических видов. | РО2 | ИД2.3 | 1 | 5 | ИЗ5 |
| **СРС5.** Математические модели сосуществования нескольких биологических видов. | РО2 | ИД2.3 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС5, ИЗ5, СРС5** |
| **РК1** | **100** |
|  |
| 6 | **Л6.** Математические модели в экономике (Развитие одной фирмы. Модель "экономическая конкуренция". Модель "экономическая ниша". Модель Солоу). | РО2 | ИД2.4 | 2 | 3 | ВС6 |
| **ПЗ6.** Аналогия между биологическими и экономическими моделями. | РО2 | ИД2.3ИД2.4 | 1 | 5 | ИЗ6 |
| **СРС6.** Аналогия между биологическими и экономическими моделями. | РО2 | ИД2.3ИД2.4 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС6, ИЗ6, СРС6** |
| 7 | **Л7**. Математические модели в политологии, социологии и психологии (Модель политической конкуренции. Модель "политическая ниша". Модель двухпартийной системы. Модель профсоюзной деятельности. Модель семейных отношений.) | РО2 | ИД2.4 | 2 | 3 | ВС7 |
| **ПЗ7**. Аналогия между сосредоточенными динамическими системами. | РО2 | ИД2.3ИД2.4 | 1 | 5 | ИЗ7 |
| **СРС7**. Аналогия между сосредоточенными динамическими системами. | РО2 | ИД2.3ИД2.4 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС7, ИЗ7, СРС7** |
| 8 | Л8. Математические модели эпидемиологии (Модели SIR, SEIR, SEIRD, SIS). | РО2 | ИД2.3 | 2 | 3 | ВС8 |
| ПЗ8. Составление математических моделей эпидемиологии | РО2 | ИД2.2 | 1 | 5 | ИЗ8 |
| СРС8. Составление математических моделей эпидемиологии | РО2 | ИД2.3 |  | 12 | ИЗ3 |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС8, ИЗ8, CРC8** |
| **Модуль III. Системы с распределенными параметрами** |
| 9 | **Л9.** Математическое моделирование процессов переноса (Уравнение теплопроводности. Постановка краевых задач. Первая краевая задача для однородного уравнения теплопроводности. Неоднородное уравнение теплопроводности). | РО3 | ИД3.1 | 2 | 3 | ВС9 |
| **ПЗ9.** Аналогия между моделями процессов переноса. | РО3 | ИД3.1 | 1 | 5 | ИЗ9 |
| **СРС9.** Аналогия между моделями процессов переноса. | РО3 | ИД3.1 |  | 12 | ИЗ4 |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС9, ИЗ9, СРС9** |
| 10 | **Л10**. Математическое моделирование волновых процессов (Вывод уравнения колебания струны. Постановка краевых задач. Энергия колебания струны. Бегущие волны. Колебание струны с закрепленными концами). | РО3 | ИД3.2 | 2 | 3 | ВС10 |
| **ПЗ10.** Аналогия между электрическими и механическими волновыми процессами. | РО3 | ИД3.2 | 1 | 5 | ИЗ10 |
| **СРС10.** Аналогия между электрическими и механическими волновыми процессами. | РО3 | ИД3.2 |  | 12 | Письменная КР |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС10, ИЗ10** |
| **МТ** | **100** |
| 11 | **Л11.** Математические модели стационарных систем (Стационарный теплоперенос. Стационарное течение жидкости. Гравитационное поле. Электростатическое поле. Постановка краевых задач). | РО3 | ИД3.3 | 2 | 3 | ВС11 |
| **ПЗ11.** Аналогия между гравитационным и электростатическим полем. | РО3 | ИД3.3 | 1 | 5 | ИЗ11 |
| **СРС11.** Аналогия между гравитационным и электростатическим полем. | РО3 | ИД3.3 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС11, ИЗ11, СРС11** |
| **Модуль IV. Дополнения** |
| 12 | **Л12.** Вариационные принципы (Принцип наименьшего действия и движение материальной точки. Принцип Ферма и законы преломления света. Вариационные задачи с ограничениями и уравнение колебание маятника. Многомерные вариационные задачи и уравнение колебание струны). | РО4 | ИД4.1 | 2 | 3 | ВС12 |
| **ПЗ12.** Вариационные принципы в задачах механики. | РО4 | ИД4.1 | 1 | 5 | ИЗ12 |
| **СРС12.** Вариационные принципы в задачах механики. | РО4 | ИД4.1 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС12, ИЗ12** |
| 13 | **Л13.** Математические модели и проблема корректности (Задача Коши для дифференциальных уравнений. Краевые задачи для дифференциальных уравнений. Пример Адамара. Корректные и некорректные задачи для уравнения теплопроводности. Задача Эйлера об упругом стержне). | РО4 | ИД4.1 | 2 | 3 | ВС13 |
| **ПЗ13.** Примеры корректных и некорректных задач.  | РО4 | ИД4.2 | 1 | 5 | ИЗ13 |
| **СРС13.** Примеры корректных и некорректных задач. | РО4 | ИД4.2 |  | 12 | ИЗ5 |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС13, ИЗ13, СРС13** |
| 14 | **Л14.** Математическое моделирование и задачи оптимального управления (Управление и оптимизация. Максимизация дальности полета тела. Постановка задачи оптимального управления. Максимизация дальности полета управляемой ракеты). | РО 1 | ИД4.3 | 2 | 3 | ВС14 |
| **ПЗ14.** Примеры задач оптимального управления. | РО4 | ИД4.3 | 1 | 5 | ИЗ14 |
| **СРС14.** Примеры задач оптимального управления. | РО4 | ИД4.3  |  | 12 | ИЗ6 |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС14, ИЗ14, СРС14** |
| 15 | **Л15.** Идентификация математических моделей (Проблема идентификации математических моделей в примерах. Прямые и обратные задачи теплопроводности. Некорректность обратных задач. Решение обратных задач с помощью методов оптимизации). | РО4 | ИД4.4 | 2 | 3 | ВС15 |
| **ПЗ15.** Соотношения между обратными и оптимизационными задачами. | РО4 | ИД4.4 | 1 | 5 | ИЗ15 |
| **СРС15.** Соотношения между обратными и оптимизационными задачами. | РО4 | ИД4.4 |  | 12 |  |
| **Суббота 18.00 - ДЕДЛАЙН сдачи ВС15, ИЗ15, СРС15** |
| **РК2** | **100** |

Декан Д. Жакебаев

Председатель методбюро

Заведующий кафедрой Х. Хомпыш

Лектор С. Серовайский

**ДЕЛЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ НА БЛОКИ ЗНАНИЯ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **1. БАЗОВОЕ ЗНАНИЕ** (понимание материала дисциплины):- Лекции | **2. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗНАНИЕ** (применение базового знания):- Практические занятия (способы, приемы, методы, техники, технологии и др.)- СРС | **3. СИСТЕМНОЕ ЗНАНИЕ** (продуктивное, оценивающее):- СРС- Продукты  |
| **1. Введение** | Понятие математической модели. Построение моделей. Характеристики модели. Классификация моделей | Характеристика конкретных математических моделей | Моделирования как форма познания. Связь математики с окружающим миром. |
| **2. Системы с сосредоточенными параметрами** | Математические модели процессов физики, химии, биологии, экономики, социологии  | Построение математических моделей динамических процессов различных наук и их исследование | Математическое описание различных процессов |
| **3. Системы с распределенными параметрами** | Процессы переноса, волновые процессы и стационарные системы | Построение математических моделей распределенных систем и их исследование |  Математическое описание распределенных систем |
| **4. Дополнения** | Вариационные принципы, корректность, управление и идентификация математических моделей  | Описание процессов с помощью вариационных принципов, оценка корректности систем, оптимизация на базе математического моделирования, обратные задачи. | Связь математического моделирования с различными направлениями математики. Адаптация моделей к конкретным ситуациям. |