Вопросы к зачету

Методы прикладной математики в естествознании и медицине.

1. Базовые модели математических моделей автоволновых систем. Классификация автоволновых процессов ([3] c.11-23). Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка, бифуркационная диаграмма Примеры. Системы химических реакций. Кинетические уравнения Лотки. Модель Вольтерра ([5] c.91-99,105-117, [4] c.158-165).
2. Методы упрощения систем кинетических уравнений([4] c.9-18). Переход к безразмерным переменным. Малый параметр. Фермент-субстратная реакция Михаэлиса-Ментен. Бифуркации динамических систем (седло-узловая, типа вилки, транскритическая бифуркация, трехкратное равновесие (сборка)). Модели роста численности изолированной популяции. ([5] c.124-137, [6] c. 25-28, 398-399, 404-405, [7] с.13-15).
3. **Триггер. Примеры систем с двумя устойчивыми состояниями. Модели конкуренции ([5] c. 149-154, [6] c.128-133). Система «хищник-жертва» с учетом внутривидовой конкуренции. Принцип конкурентного исключения Гаузе ([6] c.128-133, [7] с.16-18).**
4. **Колебания в биологических системах и системах химических реакций. Рождение предельного цикла. Бифуркация Андронова-Хопфа([5] c. 161-181, 196-197, [6] c.182-185,192-197, [7] с.5-13, 18-22, 29-35).**
5. **Распространение концентрационной волны в системах с диффузией ([5] c. 315-318). Уравнение Фишера-Колмогорова и решения с распространяющимися волнами([1] c. 614-635, [5] c. 336-345, [10] c. 213-226).**
6. **Бегущие волны в моделях теплопроводности и сорбции ([8] c. 29-34, [9] c. 174-185).Волны переключения в химических реакциях([7] с.49-57). Волновые решения в распределенной системе «хищник-жертва». Учет таксиса в математических моделях ([6] c. 336-345, [13] c. 18-23).**
7. Пространственно-временные режимы в системе Белоусова-Жаботинского.

Распространение нервного импульса. Модель Ходчкина-Хаксли.

Редуцированная модель ФитцХью-Нагумо. Бегущие импульсы. Автоволновые процессы и сердечные аритмии. ([5] c. 349-382, ([2] c. 46-51, [10] c. 226-235, [7] с.59-65)

1. Устойчивость однородных стационарных решений системы двух уравнений типа «реакция- диффузия». Диссипативные структуры. ([5] c. 327-344, [7] с.35-49)
2. Регулярные и сингулярные возмущения. Основные понятия теории сингулярных возмущений по Тихонову. Простейшая сингулярно возмущённая задача с начальными условиями. Вырожденное уравнение. Пограничный слой. Асимптотика решения сингулярно возмущённого уравнения по параметру. Формальное разложение в виде суммы регулярного и пограничного ряда. Понятие асимптотического ряда. Остаточный член асимптотики. Асимптотический ряд и сходящийся ряд. ([11] c. 6-21)
3. **Теорема Тихонова. Алгоритм построения асимптотического разложения решения начальной задачи ([11] c. 21-36)**
4. Анализ модели Михаэлиса-Ментен методом сингулярного возмущения ([1] c. 272-281)
5. Асимптотические решения типа контрастных структур. ([12])
6. **Примеры постановок обратных задач для математических моделей теплофизических процессов (коэффициентных, граничных, ретроспективных) ([15] c.11-17). Исследование корректности обратных задач. Теоремы единственности для обратных задач теплопроводности ( [14] c.** 118**-126, [15] c. 30-39)**
7. Примеры постановок обратных задач для математических моделей процессов сорбции и ионообмена (коэффициентных, граничных, ретроспективных) ([16]-[18]). Исследование корректности обратных задач. Теоремы единственности для граничных и ретроспективных обратных задач сорбции в случае линейной изотермы ([16] c. 39-45).
8. **Теоремы единственности для коэффициентных обратных задач сорбции c учетом диффузии и без ( [14] c. 165-177, [16] c. 46-62, [17])**
9. Обратные задачи для математических моделей процессов сорбции и ионообмена, электрофизиологии сердца. Градиентные алгоритмы решения обратных задач ([16] c. 53-58, [17]-[19])
10. Обратные задачи для математических моделей процессов сорбции и ионообмена. Итерационная регуляризация обратных задач. Использование автоволновых решений для решения обратных задач([17]-[18]).

Литература:

# 1. Мюррей Д. Математическая биология. Том 1. Введение . НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", М.-Ижевск,2009 .

2. Мюррей Д. Математическая биология. Том 2. Пространственные модели и их приложения в биомедицине, НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика"..., М.-Ижевск,2011.

3. Васильев В.А. Романовский Ю.М., Яхно В.Г. Автоволновые процессы. М., Наука, 1987

# 4. Романовский Ю.М., Степанова Н.В., Чернавский Д.С. Математическая биофизика. М., Наука, 1984.

# 5. Ризниченко Г.Ю.Лекции по математическим моделям в биологии. НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика", М.-Ижевск, 2011.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | |  | | --- | |  | |

6. А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов Динамические системы и модели биологии. М., ФИЗМАТЛИТ, 2010.

# 7. Куркина Е.С.Моделирование нелинейных явлений в физико-химических системах: С подробными примерами в MATLAB. URSS. 2016.

# 8. Самарский Α.Α., Галактионов В.Α., Курдюмов С.П., Михайлов А.П. Режимы с обострением в задачах для квазилинейных параболических уравнений. М.: Наука, 1987. — 480 с.

9. Тихонов А.Н., Самарский Уравнения математической физики. - М.: Наука, 1972. -736 с.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 10. Марри Ж.Д. Нелинейные дифференциальные уравнения в биологии. Главная». Математика». ... М.: Мир, 1983.  11. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений. М.: Высшая школа, 1990.  12. Бутузов В.Ф., Васильева А.Б., Нефедов Н.Н. Асимптотическая теория контрастных стуктур//Автоматика и телемеханика-1997. № 7. С. 4–32.  13. Свирежев Ю.М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М: Наука. Гл. ред. физ-мат. лит. , 1987. - 368 с.  14. Денисов А.М. Введение в теорию обратных задач. — Издательство МГУ Москва, 1994. — С. 208. | | |

15. Алифанов О. М., Артюхин Е. А., Румянцев С. В. Экстремальные методы решения некорректных задач. - М.: Наука, 1988. - 288 с.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 16. А.М.Денисов, А.В.Лукшин Математические модели однокомпонентной динамики сорбции. - М.:Изд. Московского университета-1989.  17. Туйкина С. Р. Об одной обратной задаче динамики сорбции с финальным переопределением // Математическое моделирование. — 1994. — Т. 6, № 5. — С. 83–91.  18.Tuikina S. R., Solov’eva S. I. Numerical solution of an inverse problem for a two-dimensional mathematical model of sorption dynamics // Computational Mathematics and Modeling. — 2012. — Vol. 23, no. 1. — P. 34–41. |  |
|  |  |
|  |  |

19. Solov'eva S. I., Tuikina S. R. Numerical solution of the inverse problem for the mathematical model of cardiac excitation // Computational Mathematics and Modeling. — 2016. — Vol. 27, no. 2. — P. 162–171.

20. Самарский Α.Α.,Вабищевич П.Н. Численные методы решения обратных задач математической физики М.:Изд. ЛКИ-2015.

Практические задания

1. Исследование устойчивости стационарных состояний нелинейных систем второго порядка. Построение параметрического портрета системы. Автоколебания и множественность стационарных решений ([7] с.5-35, Модели 1-10.с.65-69, задания с.68).
2. Пространственно-временные структуры. Структуры Тьюринга. Волны переключения. Уединные бегущие импульсы([7] с.35-65, Модели 1-11 с диффузией, с.65-74, задания с.70-74).
3. Решение обратных задач теплопроводности ([20] с.397-402, Модель 8.2.1 ,с.429-449, Модель 8.4.1).