

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»
(КГУ)

Кафедра «Математика и физика»



УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор
Т.Р.Змызгова

« 31 » августа 2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

СЕМИНАРЫ СПЕЦИАЛИСТОВ

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата 01.03.01 – Математика

Направленность: Математическое и программное обеспечение
экономической деятельности

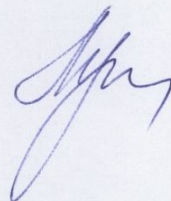
Форма обучения: очная

Курган 2023

Рабочая программа дисциплины «Семинары специалистов» составлена в соответствии с учебными планами по программе бакалавриата Математика (Математическое и программное обеспечение экономической деятельности), утвержденными:
- для очной формы обучения « 30 » июня 2023 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Математика и физика» « 31 » августа 2023 года, протокол № 1.

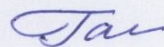
Рабочую программу составил
к.ф.-м.н., доцент кафедры
«Математика и физика»



С.Г. Лупашко


Согласовано:

Заведующий кафедрой
«Математика и физика»
к.ф.-м.н., доцент



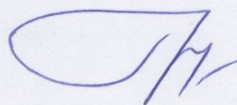
М.В. Гаврильчик

Специалист по учебно-методической работе
Учебно-методического отдела



Г.В. Казанкова

Начальник Управления
образовательной деятельности



И.В. Григоренко

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 6 зачетных единицы трудоемкости (216 академических часа)

Очная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр	Семестр
		7	8
Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов	60	30	30
в том числе:			
Лекции	-	-	-
Лабораторные работы	-	-	-
Практические занятия	60	30	30
Самостоятельная работа, всего часов	156	78	78
в том числе:			
Подготовка к зачету	36	18	18
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	120	60	60
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов	216	108	108

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Семинары специалистов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного цикла Блока 1. Изучение данной дисциплины базируется на следующих дисциплинах: «Алгебра», «Аналитическая геометрия», «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Комплексный анализ», «Функциональный анализ», «Дифференциальная геометрия и топология», «Теория вероятностей», «Случайные процессы», «Математическая статистика», «Вариационное исчисление и методы оптимизации», «Дискретная математика», «Математическая логика», «Информатика», «Численные методы», «Языки программирования», «Экономика».

Результаты обучения по дисциплине необходимы для прохождения учебной практики, производственной практики, а также выполнения выпускной квалификационной работы.

В курсе формируется ряд значимых компетенций, которые способствуют повышению эффективности дальнейшей учебной и научной деятельности студента и оказывают важное влияние на качество подготовки студента к профессиональной деятельности в условиях современной информационной среды.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью освоения дисциплины «Семинары специалистов» является ознакомление студентов с современными тенденциями и подходами, используемыми в практической деятельности, состоянием исследований в области математических методов анализа экономики, развитии и закреплении у студентов компетенций, необходимых для самостоятельного проведения исследований и написания ВКР по выбранной тематике.

Задачами курса «Семинары специалистов» являются:

- формирование у студентов системного мышления, связанного с математическим и программным обеспечением экономической деятельности;
- выработка профессиональных навыков анализа и моделирования при использовании современных математических методов и инструментов;
- ознакомление с математическими методами оценки качества функционирования и управления сложными объектами;
- формирование целевого комплексного подхода к выбору и использованию математических моделей оптимизации и оптимального управления на макро- и микро-уровне.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

- Способность проводить анализ, обоснование и выбор прикладных задач (ПК-1);
- Способность осуществлять сбор, обработку и статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных профессиональных задач (ПК-2).

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

- Знать основные математические модели, используемые в естествознании, технике, экономике и управлении (ПК-1);
- Знать математические методики оценки моделей (ПК-2);
- Знать математические методы и модели, необходимые для проведения научных исследований в естествознании, технике и управления бизнес-процессами (ПК-1);
- Уметь свободно ориентироваться в прикладных математических моделях (ПК-1);
- Уметь использовать математические модели для принятия решений и оптимизации функционирования бизнес-процессов (ПК-1);
- Уметь оценивать адекватность используемых математических моделей – устанавливать возможности и границы их применения, правильно интерпретировать выводы из них в терминах собственной специальности (ПК-1);
- Уметь рассчитывать параметры различных математических моделей в современном естествознании, технике, экономике и управлении (ПК-2);

- Уметь осуществлять сбор и обработку данных, необходимых для решения поставленных профессиональных задач (ПК-2);
- Уметь применять статистический анализ данных, необходимых для решения поставленных профессиональных задач (ПК-2);
- Уметь применять математические методы моделирования в качестве эффективного средства исследования экономических задач (ПК-1);
- Владеть навыками формулирования проблемы современного естествознания, техники, экономики и управления на языке математики (ПК-1);
- Владеть математическими моделями для анализа в современном естествознании, технике, экономике и управлении (ПК-1);
- Владеть – формальными (математическими) методами исследований в естествознании, технике, экономике и управлении (ПК-1).
- Владеть навыками сбора, обработки и статистического анализа данных, необходимых для решения поставленных профессиональных задач (ПК-2).

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Учебно-тематический план

Очная форма обучения

Рубеж	Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
			Лекции	Практич. занятия	Лабораторные работы
Рубеж 1	1	<u>7 семестр</u> Спец. главы приложения теории игр		14	
		Рубежный контроль № 1	-	2	-
Рубеж 2	2	Сложность вычислений		12	
		Рубежный контроль № 2	-	2	-
Рубеж 3	3	<u>8 семестр</u> Математическое моделирование систем управления	-	14	-
		Рубежный контроль № 3		2	-
Рубеж 4	4	Математические модели в естествознании и методы их исследования		12	
		Рубежный контроль № 4		2	
		Всего:	-	60	-

4.2. Практические занятия

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Нормати в времени, час.
			Очная форма обучения
7 СЕМЕСТР			
1	Спец. главы приложения теории игр	Игра "Гарвард". доминируемые стратегии. Отсутствие равновесий Нэша. Симметричные игры и симметричные равновесия: "Белый Аист". Функции реакции: аукцион второй цены: теорема Викри. Динамическая теория игр: выборы мэра. Алгоритм Цермело. Учёт случайности. Игры "Ультиматум" и "Сороконожка". Субъективные веры в информационных множествах. Определение сильного и слабого секвенциальных равновесий. Равновесие дискретного отклика. Кооперативная игра с побочными платежами. Ядро кооперативной игры. Вектор Шепли. Супермодулярные кооперативные игры. Индексы влияния. Применение теории игр в экономике. Модель Вальрас: теория потребителя и требования к решению. Коалиционная устойчивость. Введение цен. Равновесие Вальраса. Существование равновесия. Классические модели Курно и Бертрана. Монополистическая конкуренция, пространственные модели. Модель Хотеллинга. Теорема Эрроу. Принцип медианного избирателя.	14
	Рубежный контроль № 1		2
2	Сложность вычислений	NP-трудность и NP-полнота. Теорема об иерархии. Теорема Ладнера. Вычисления с оракулом. Пространственная сложность. Полиномиальная иерархия. Равенство классов AP и PSPACE. Схемы из функциональных элементов. Теорема Карпа-Риктона. Теорема Мейера. Языковые классы NC^d , AC^d . P-полнота. Вероятностные алгоритмы. Теорема Гача-Сипсера. Вероятностные вычисление с ограничением на память. Задачи подсчета. #P - полные задачи. Задача о вычислении перманента.	12
	Рубежный контроль № 2		2

8 СЕМЕСТР			
	Математическое моделирование систем управления	Понятие устойчивости линейной системы. Линейные операторы. Модели линейных систем. Передаточная функция. Нелинейные системы управления. Критерий Сильвестра. Метод функций Ляпунова. Колебательные системы. Бифуркация в динамических системах. Дискретные системы управления. Системы с задержками. Функционалы Ляпунова-Красовского. Метод Разумихина.	14
	Рубежный контроль № 3		2
	Математические модели в естествознании и методы их исследования	Ограниченный рост. Уравнение Ферхюльста. Модель нелинейного маятника. Хищник–жертва. Модель межвидовой конкуренции. Симбиоз. Модель Ван дер Поля. Тримолекулярная модель («Брюсселятор»): точечная и распределённая. Модель Холлинга–Теннера. Модель механической системы. Модели Ресслера и Лоренца. Волны жизни. Логистическое отображение. Игра «Жизнь». Модель Винера–Розенблюта. Модель Ва-Тор (Акватор). Модель Изинга. Перколяция узлов на квадратной решетке. Влияние запаздывания. Триггер Жакоба и Моно. Машина катастроф Зимана.	12
	Рубежный контроль № 4		2
			30

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Преподавателем запланировано использование при проведении практических занятий технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце занятия.

Залогом качественного выполнения практических занятий является самостоятельная подготовка к ним накануне. Рекомендуется подготовить вопросы по неясным моментам и обсудить их с преподавателем в начале занятия.

Преподавателем запланировано применение на некоторых практических занятиях технологий развивающейся кооперации, коллективного взаимодействия, разбора конкретных ситуаций. Поэтому приветствуется групповой метод выполнения заданий и защиты отчетов, а также обсуждение результатов выполнения практических занятий.

Для текущего контроля успеваемости по очной форме обучения преподавателем используется балльно-рейтинговая система контроля и

оценки академической активности. Поэтому настоятельно рекомендуется тщательно прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия на практических занятиях, в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, к рубежным контролям (для обучающихся очной формы обучения), подготовку к зачетам.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

Рекомендуемый режим самостоятельной работы

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Очная форма обучения
7 СЕМЕСТР	
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	30
Спец. главы приложения теории игр	15
Сложность вычислений	15
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часу на каждое занятие)	26
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4
Подготовка к зачету	18
8 СЕМЕСТР	
Самостоятельное изучение тем дисциплины:	30
Математическое моделирование систем управления	15
Математические модели в естествознании и методы их исследования	15
Подготовка к практическим занятиям (по 2 часу на каждое занятие)	26
Подготовка к рубежным контролям (по 2 часа на каждый рубеж)	4
Подготовка к зачету	18
Всего:	156

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. Перечень оценочных средств

1. Балльно-рейтинговая система контроля и оценки академической активности студентов в КГУ (для очной формы обучения).
2. Отчеты студентов по практическим занятиям.
3. Банк тестовых заданий к рубежным контролям № 1, № 2, № 3, № 4 (для очной формы обучения).
4. Перечень вопросов к зачету.

6.2. Система балльно-рейтинговой оценки работы студентов по дисциплине

Очная форма обучения

№	Наименование	Содержание				
		Распределение баллов 7, 8 семестр				
1	Распределение баллов за семестры по видам учебной работы, сроки сдачи учебной работы (доводятся до сведения студентов на первом учебном занятии)	Вид учебной работы:	Выполнение и защита отчетов по практическим занятиям	Рубежный контроль №1	Рубежный контроль №2	Зачет
		Балльная оценка:	До 30	До 20	До 20	До 30
		Примечания:	2 балла за 2-х часовое занятие + до 4 баллов за активность на занятиях	На 8-ом пр.занятии	На 15-ом пр.занятии	
2	Критерий пересчета баллов в традиционную оценку по итогам работы в семестре и зачета	60 и менее баллов – не зачтено; 61...100 – зачтено.				

3	Критерии допуска к промежуточной аттестации, возможности получения автоматического зачета по дисциплине, возможность получения бонусных баллов	<p>Для допуска к промежуточной аттестации по дисциплине за семестр обучающийся должен набрать по итогам текущего и рубежного контролей не менее 51 балла. В случае если обучающийся набрал менее 51 балла, то к аттестационным испытаниям он не допускается.</p> <p>Для получения зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации обучающемуся необходимо набрать в ходе текущего и рубежных контролей не менее 61 балла. В этом случае итог балльной оценки, получаемой обучающимся, определяется по количеству баллов, набранных им в ходе текущего и рубежных контролей. При этом, на усмотрение преподавателя, балльная оценка обучающегося может быть повышена за счет получения дополнительных баллов за академическую активность.</p> <p>Обучающийся, имеющий право на получение зачета без проведения процедуры промежуточной аттестации, может повысить балльную оценку путем сдачи аттестационного испытания. В случае получения обучающимся на аттестационном испытании 0 баллов итог балльной оценки по дисциплине не снижается.</p> <p>За академическую активность в ходе освоения дисциплины, участие в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности обучающемуся могут быть начислены дополнительные баллы. Максимальное количество дополнительных баллов за академическую активность составляет 30.</p> <p>Основанием для получения дополнительных баллов являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выполнение дополнительных заданий по дисциплине; дополнительные баллы начисляются преподавателем; - участие в течение семестра в учебной, научно-исследовательской, спортивной, культурно-творческой и общественной деятельности КГУ.
4	Формы и виды учебной работы для неуспевающих (восстановившихся на курсе обучения) обучающихся для получения недостающих баллов в конце семестра	<p>В случае если к промежуточной аттестации (зачету) набрана сумма менее 51 балла, обучающемуся необходимо набрать недостающее количество баллов за счет выполнения дополнительных заданий, до конца последней (зачетной) недели семестра.</p> <p>Ликвидация академических задолженностей, возникших из-за разности в учебных планах при переводе или восстановлении, проводится путем выполнения дополнительных заданий, форма и объем которых определяется преподавателем.</p>

6.3. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Рубежные контроли проводятся в письменной форме.

Зачет проводится в традиционной форме.

Перед проведением каждого рубежного контроля преподаватель прорабатывает со студентами основной материал соответствующих разделов дисциплины.

Рубежные контроли № 1, № 2, № 3, № 4 проводятся в письменной форме.

Варианты заданий состоят из 5 заданий (4 балла за каждый правильный развернутый ответ).

На выполнение заданий рубежного контроля студенту отводится время не менее 60 минут.

Преподаватель оценивает в баллах результаты ответов каждого студента и заносит в ведомость учета текущей успеваемости.

На зачет студенту выдается 3 вопроса из списка вопросов к зачету. Количество баллов по результатам зачета соответствует 10 баллам за каждый правильный развернутый ответ.

Результаты текущего контроля успеваемости и зачета заносятся преподавателем в зачетную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день зачета, а также выставляются в зачетную книжку студента.

6.4. Примеры оценочных средств для рубежных контролей и зачета

Рубежный контроль № 1.

1. Функции реакции: аукцион второй цены. Теорема Викри.
2. Определение сильного и слабого секвенциальных равновесий.
3. Индексы влияния.
4. Введение цен. Равновесие Вальраса.
5. Принцип медианного избирателя.

Рубежный контроль № 2.

1. Теорема об иерархии.
2. Полиномиальная иерархия.
3. Пространственная сложность.
4. Вероятностные алгоритмы.
5. Вероятностные вычисления с ограничением на память.

Рубежный контроль № 3.

1. Устойчивость линейной системы.
2. Критерий Сильвестра.
3. Колебательные системы.
4. Бифуркация в динамических системах.
5. Метод Разумихина.

Рубежный контроль № 4.

1. Модель нелинейного маятника.
2. Модель Ван дер Поля.
3. Модель механической системы.
4. Логистическое отображение.
5. Влияние запаздывания.

Примерный перечень вопросов к зачету:

7 Семестр

1. Динамическая теория игр.
2. Алгоритм Цермело.
3. Учёт случайности.
4. Равновесие дискретного отклика.
5. Кооперативная игра с побочными платежами.
6. Вектор Шепли.
7. Модель Вальрас: теория потребителя и требования к решению.
8. Коалиционная устойчивость.
9. Классические модели Курно и Бертрана.
10. Модель Хотеллинга.
11. NP-трудность и NP-полнота.
12. Теорема Ладнера.
13. Вычисления с оракулом.
14. Равенство классов AP и PSPACE.
15. Схемы из функциональных элементов.
16. Теорема Карпа-Риктона.
17. Теорема Мейера.
18. Языковые классы NCd, ACd, P-полнота.
19. Задача о вычислении перманента.

8 Семестр

1. Линейные операторы.
2. Модели линейных систем.
3. Передаточная функция.
4. Нелинейные системы управления.
5. Метод функций Ляпунова.
6. Дискретные системы управления.
7. Системы с задержками.
8. Функционалы Ляпунова-Красовского.
9. Ограниченный рост.
10. Уравнение Ферхюльста.
11. Хищник-жертва.
12. Модель межвидовой конкуренции.
13. Тримолекулярная модель («Брюсселятор»): точечная и распределённая.
14. Модель Холлинга-Теннера.
15. Модели Ресслера и Лоренца.
16. Волны жизни.
17. Модель Винера-Розенблюта.
18. Модель Изинга.
19. Триггер Жакоба и Моно.

6.5. Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего, рубежных контролей и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

7.1. Основная учебная литература

1. Пискажова, Т. В. Математическое моделирование объектов и систем управления: учебное пособие / Т. В. Пискажова, Т. В. Донцова, Г. Б. Данькина. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2020. - 230 с. - Доступ из ЭБС КГУ: <https://znanium.com>.
2. Борисова, И. В. Математические методы моделирования, обнаружения и идентификации объектов: учебное пособие / И. В. Борисова. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2020. - 91 с. - Доступ из ЭБС КГУ: <https://znanium.com>.
3. Захаров, А. В. Теория игр в общественных науках: учебник для вузов / А. В. Захаров; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». - 3-е изд. - Москва: Изд. дом Высшей школы экономики, 2020. - 307 с. - (Учебники Высшей школы экономики). - Доступ из ЭБС КГУ: <https://znanium.com>.

7.2. Дополнительная учебная литература

1. Шустрова, М. Л. Математическое моделирование в системах управления: учебно-методическое пособие / М. Л. Шустрова, Н. А. Староверова. - Казань: КНИТУ, 2019. - 128 с. - Доступ из ЭБС КГУ: <https://znanium.com>.
2. Сигал, А. В. Теория игр и ее экономические приложения: учебное пособие / А. В. Сигал. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 418 с. — Доступ из ЭБС КГУ: <https://znanium.com>.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Лупашко С.Г. Семинары специалистов. Методические указания к выполнению практических занятий и самостоятельных заданий для студентов направлений 01.03.01 – «Математика» очной формы обучения: Курган: КГУ, 2023.

9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для выполнения практических занятий требуются ЭВМ с подключением к сети Internet.

10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» - справочно-правовая система

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО по данной образовательной программе.

12. ДЛЯ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО и ДОТ), занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п.4.1. Распределение баллов соответствует п.6.2 либо может быть изменено в соответствии с решением кафедры, в случае перехода на ЭО и ДОТ в процессе обучения. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины
«Семинары специалистов»

образовательной программы высшего образования –
программы бакалавриата 01.03.01 – Математика.

Направленность:

**Математическое и программное обеспечение
экономической деятельности**

Трудоемкость дисциплины: 6 ЗЕ (216 академических часа)
Семестр: 7, 8 (очная форма обучения).
Форма промежуточной аттестации: Зачет, зачет.

Содержание дисциплины

7 СЕМЕСТР

Спец. главы приложения теории игр. Динамическая теория игр. Алгоритм Цермело. Учёт случайности. Определение сильного и слабого секвенциальных равновесий. Равновесие дискретного отклика. Индексы влияния. Модель Вальрас. Классические модели Курно и Бертрана. Монополистическая конкуренция, пространственные модели. Принцип медианного избирателя. Сложность вычислений. NP-трудность и NP-полнота. Теорема Ладнера. Пространственная сложность. Полиномиальная иерархия. Теорема Карпа-Риктона. Теорема Мейера. Языковые классы NCd, ACd. P-полнота. Вероятностные алгоритмы. Теорема Гача-Сипсера. Вероятностные вычисление с ограничением на память.

8 СЕМЕСТР

Математическое моделирование систем управления. Нелинейные системы управления. Передаточная функция. Критерий Сильвестра. Метод функций Ляпунова. Бифуркация в динамических системах. Дискретные системы управления. Системы с задержками. Функционалы Ляпунова-Красовского. Метод Разумихина. Математические модели в естествознании и методы их исследования. Модель нелинейного маятника. Модель межвидовой конкуренции. Симбиоз. Модель Ван дер Поля. Модель механической системы. Модели Ресслера и Лоренца. Волны жизни. Модель Винера-Розенблота. Влияние запаздывания.