Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Социально-экономический институт

Кафедра интеллектуальных систем

Одобрена:
кафедрой интеллектуальных систем
Протокол от _____2020 г. № ___
Зав. кафедрой_____В.В. Побединский

Методической комиссией СЭИ
Протокол от _____2020 г. № ___
Председатель_____А.В. Чевардин

Утверждаю:

Директор СЭИ
_____ Ю.А. Капустина

«____» _____2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

включая фонд оценочных средств и методические указания для самостоятельной работы обучающихся

Б1.В.ДВ.01.02 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Направление подготовки – 09.06.01 Информатика и вычислительная техника
Программа подготовки – аспирантура
Квалификация – Исследователь. Преподаватель-исследователь
Направленность подготовки – Системный анализ, управление и обработка информации в лесном секторе
Количество зачетных единиц (часов): 4/144

Екатеринбург 2020

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ

1.1.Аннотация содержания дисциплины

«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является вариативной дисциплиной. В рамках дисциплины изучаются теоретические подходы к созданию математических моделей явлений и процессов. Рассматриваются различные классификации математических моделей. Особое внимание уделено выделению параметров модели и развитию способности описывать влияние параметров на математическую модель. Дается обзор основных численных методов, используемых при моделировании на примере реальных инженерных объектов. В рамках данной дисциплины дается общее представление понятия комплекс программ. Рассматриваются основные принципы программной инженерии, новейшие тенденции в программной инженерии.

Для усвоения дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и навыками специалиста или магистра.

1.2. **Язык реализации программы** - русский

1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у студента следующих компетенций:

- готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- способностью следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5); □ владением культурой научного исследования, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной профессиональной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности (ОПК-3);
- способность к интенсивной научно-исследовательской и научно-изыскательской деятельности (ПК-1);

- умение ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики, совершенствовать, углублять и развивать математическую теорию, лежащую в их основе собственным видением прикладного аспекта в строгих математических формулировках (ПК-2);
- умение применять базовые модели и алгоритмы вычислительной математики к решению задач прикладного характера (ПК-3);
- способность разрабатывать, анализировать и обосновывать адекватность математических моделей (ПК-4);
- способность проводить сравнительный анализ и осуществлять обоснованный выбор алгоритмических и программно-аппаратных средств (ПК-5);
- способность понимать сущность и значение информации в развитии современного общества, применять достижения информатики и вычислительной техники, перерабатывать большие объемы информации, проводить целенаправленный поиск в различных источниках информации по профилю деятельности, в том числе в глобальных компьютерных системах (ПК-6).

В результате освоения дисциплины студент
должен: Знать:

- основы методологии математического моделирования;
- элементы вероятностного, операционного, аналитического моделирования;
- основные классы численных методов, их особенности;
- теоретические подходы к созданию комплексов программ;
- принципы программной инженерии;
- новейшие тенденции в программной инженерии. Уметь:
- разрабатывать и классифицировать математические модели;
- анализировать параметры математических моделей;
- эффективно использовать на практике теоретические компоненты науки: понятия, суждения, умозаключения, законы;
- представить панораму методов программной инженерии;
- использовать современные средства создания комплексов программ;
- планировать оптимальное проведение численного эксперимента;
- выбирать численные методы, подходящие для решения той или иной задачи.

Владеть (демонстрировать навыки и опыт деятельности):

- методикой планирования, постановки и обработки результатов численного эксперимента;
- математическим моделированием научных задач и задач проектирования техники;

- понятиями выпуклого анализа;
- понятиями математической статистики;
- основной терминологией теории принятия решений;
- основной терминологией теории исследование операций;
- основными численными методами;
- методологией постановки вычислительных экспериментов;
- одной из распространённых систем математического моделирования.

1.4. Объем дисциплины

№ п/п	Виды учебной работы	Объем дисциплины		Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)
		Всего часов	В т.ч. контактная работа (час.)	5
1.	**Аудиторные занятия**	**4**	**4,85**	**4**
2.	Лекции	4	4	4
3.	Практические занятия		0	0
4.	Лабораторные работы	0	0	0
5.	**Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации**	104	0,6	104
6.	**Промежуточная аттестация**	**Зачет**	0,25	**Зачет**
7.	**Общий объем по учебному плану, час.**	108	**4,85**	108
8.	**Общий объем по учебному плану, з.е.**	3		3

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание

P1	Вычислительный эксперимент. Алгоритмические языки. Основные принципы математического моделирования.	Вычислительный эксперимент. Принципы проведения вычислительного эксперимента. Модель, алгоритм, программа. Алгоритмические языки. Представление о языках программирования высокого уровня. Пакеты прикладных программ. Элементарные математические модели в механике, гидродинамике, электродинамике. Классификация математических моделей. Универсальность математических моделей. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы. Вариационные принципы построения математических моделей. Методы исследования математических моделей. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
P2	Теория вероятностей. Математическая статистика. Прикладная статистика. Численные методы.	Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез. Элементы многомерного статистического анализа. Основные понятия теории статистических решений. Основы теории информации. Дисперсионный анализ (ANOVA). Множественная проверка гипотез. Корреляционный анализ. Факторный анализ. Линейный регрессионный анализ. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума. Вычислительные методы линейной алгебры. Численные методы решения систем

		дифференциальных уравнений. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др. Численные методы вейвлет-анализа.
Р3	Элементы выпуклой оптимизации. Элементы теории принятия решений. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Элементы функционального анализа.	Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование. Задачи на минимакс. Основы вариационного исчисления. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования. Общая проблема решения. Функция потерь. Байесовский и минимаксный подходы. Метод последовательного принятия решения. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта. Экспертизы и неформальные процедуры. Автоматизация проектирования. Искусственный интеллект. Распознавание образов. Банахо-

		вы алгебры. Спектр. Спектр линейного оператора. Классификация операторов. Функциональное исчисление. Спектральная теорема для ограниченных операторов. Свойства неограниченных операторов. Теорема Стоуна-Вейерштрасса. Пространство максимальных идеалов банаховой алгебры. Преобразование Гельфанда. Граница Шилова. Топологические векторные пространства. Локально выпуклые пространства. Теоремы о неподвижной точке и их применения. Квазианалитические классы функций. Сплайны. Аппроксимация сплайнами. Некорректные задачи. Регуляризация.
Р4	Математические модели в научных исследованиях. Модели динамических систем. Объектно-ориентированное и объектное программирование. Элементы дискретной математики. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации	Математические модели в статистической механике, экономике, биологии. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем. Особые точки. Бифуркации. Динамический хаос. Эргодичность и перемешивание. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры. Режимы с обострением. Принцип открытости-закрытости в программной инженерии и объектно-ориентированное программирование. Диаграммы проектирования классов в объектноориентированном программировании. Паттерны проектирования. Порождающие паттерны. Структурные паттерны. Поведенческие паттерны. Проектирование шаблонов арифметических выражений. Дискретные алгоритмы. Задачи дискретной оптимизации. Задача о ранце. Метод динамического программирования. Структуры данных, организация обменов. Параллельная реализация. Теоретические подходы к созданию комплексов программ.

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины

																														Объем дисциплины (зач.ед.): 3	
Раздел дисциплины			**Аудиторные занятия (час.)**				**Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий**																								
Код раздела, темы	Наименование радела, темы	**Всего по разделу, теме (час.)**	**Всего аудиторной работы (час.)**	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	**Всего самостоятельной работы студентов час.**	Подготовка к аудиторным занятиям (час.)					Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.)											Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.)			Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине (час.)		Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.)	
								Всего (час.)	Лекция	Практ., семинар. занятие	Лабораторное занятие	Н/и семинар, семинар конфер., коллоквиум (магистратура)	**Всего час.**	Домашняя работа*	Графическая работа*	Реферат, эссе, творч. работа*	Проектная работа*	Расчетная работа, разработка программного продукта*	Расчетно графическая работа*	Домашняя работа на иностр. языке*	Перевод иноя. литературы*	Курсовая работа*	Курсовой проект*	**Всего (час.)**	Контрольная работа*	Коллоквиум*				
Р1	Вычислительный эксперимент. Алгоритмические языки. Основные принципы математического моделиро-вания		**1**	**1**			**23**	**23**	**23**																		Зачет	Экзамен	Интегрированный экзамен по модулю	Проект по модулю
Р2	Теория вероятностей. Математическая статистика. Прикладная статистика. Численные методы.		**1**	**1**			**20**	**20**	**20**																					
Р3	Элементы выпуклой оптимизации. Элементы теории принятия решений. Исследование операций и задачи искусственного интеллекта.		**1**	1			**27**	**27**	**27**																					

	Элементы функционального анализа.																													
Р4	Математические модели в научных исследованиях. Модели динамических систем. Объектно-ориентированное и объектное про-граммирование. Элементы дискретной математики. Параллельные методы для решения задач дискретной оптимизации		**1**	**1**			**16**	**16**	**16**																					
	Всего (час), без учета промежуточной аттестации**:**	**104**	**4**	**4**	**0**		**86**	**86**	**86**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0,0**	**0**	**0**				
	Всего по дисциплине (час.):	**108**	**4**				**86**	В т.ч. промежуточная аттестация																			**0**	**18**	**0**	**0**

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторные работы *«не предусмотрено»*

4.2. Практические занятия

«не предусмотрено»

4.3. Примерная тематика самостоятельной работы *«не предусмотрено»*

4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

«не предусмотрено»

4.3.2. Примерный перечень тем графических работ

«не предусмотрено»

4.3.3. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ) *«не предусмотрено»* **4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов** *«не предусмотрено»*

4.3.5. Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов) *«не предусмотрено»*

4.3.6. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

«не предусмотрено»

4.3.7. Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ) *«не предусмотрено»*

4.3.8. Примерная тематика контрольных работ

«не предусмотрено»

4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов *«не предусмотрено»*

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения						Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение					
	Проектная работа	Кейс анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконфе ренции	Асинхронные web конференции и семинары	Совместная работа и разра ботка контента	Другие (указать, какие)
Р1		*	*									
Р2		*		*								
Р3				*								
Р4		*										

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1.Основная литература

1. Бахвалов Н.С. Численные методы: учеб. пособие. - 7-е изд. / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011 - 636 с.
2. Галеев Э.М. Оптимизация: Теория, примеры, задачи: учеб. пособие. - 3-е изд., испр. и доп. / Э.М. Галеев. - М.: Книжный дом «ЛИБРИКОМ», 2010. - 336 с.
3. Галкин В.А. Анализ математических моделей: системы законов сохранения, уравнения Больцмана и Смолуховского / В.А. Галкин. - М.: Бином, 2009 - 408 с.
4. Гнеденко Б.В. Курс теории вероятностей: учебник. - 8-е изд., испр. и доп. / Б.В. Гнеденко. - М.: Едиториал УРСС, 2005. - 448 с.
5. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. - 2-е изд., доп. / С.М. Ермаков. - М.: Наука, 1975. - 471 с.
6. Запорожец Е. П. Математическое моделирование: учеб. пособие / Е.П. Запорожец, А.М. Гапоненко, Е.И. Захарченко. - Краснодар: Издательский Дом «Юг», 2011. - 126 с.
7. Ивченко Г.И. Математическая статистика / Г.И. Ивченко, Ю.И. Медведев. - М.: Издательство ЛКИ, 2010. - 600 с.
8. Пантелеев А.В. Методы оптимизации в примерах и задачах: учеб. пособие. - 3-е изд. / А.В. Пантелеев, Т.А. Летова. - М.: Высшая школа, 2008. - 544 с.
9. Краснощеков П.С., Петров А. А. Принципы построения моделей. М., ФАЗИС, 2000, 412 с. 10.Мышкис А. Д. Элементы теории математических моделей. 3-е изд., испр. М.: КомКнига, 2007. 192 с.

11. Петров А. А., Поспелов И. Г., Шананин А. А. Опыт математического моделирования экономики. М.: Энергоатомиздат, 1996. 544 с.

7.1.2. Дополнительная литература

1. Беллман Р. Прикладные задачи динамического программирования / Р. Беллман, С. Дрейфус. – М.: Наука. Физматлит, 1965. – 460 с.
2. Бережная Е.В. Математические методы моделирования экономических систем. - 2-е изд., перераб. и доп. / Е.В, Бережная, В.И. Бережной. - М.: Финансы и статистика, 2006. - 432 с.
3. Вильсон А.Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем / А.Дж. Вильсон. – М.: Наука. Физматлит, 1978. - 248 с.
4. Катковник В.Я. Непараметрическая идентификация и сглаживание данных / В.Я. Катковник. – М.: Наука, 1985. – 336 с.
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 816 с.
6. Колдаев В.Д. Численные методы и программирование: учебное пособие / В.Д. Коддаев. - М.: Форум, Инфра-М, 2009. - 336 с.

7. Кудряшов Б.Д. Теория информации: учеб. пособие / Б.Д. Кудряшов. – СПб.: Питер, 2009 – 315 с.

8. Малинецкий Г.Г. Нелинейная динамика: Подходы, результаты, надежды / Г.Г. Малинецкий, А.Б. Потапов, А.В. Подлазов. – М.: КомКнина, 2006.–280 с.

9. Молчанов А. Ю. Системное программное обеспечение: учебник для вузов / А. Ю. 15. Молчанов - 3-е изд. -СПб.: Питер, 2010 - 397 с.: ил. - (Учебник для вузов). и доп. - М.: Юрайт, 2012 - 357 с.

10. Мудров В.И. Методы обработки измерений. Квазиправдоподобные оценки - 3-е изд. / В.И. Мудров, В.Л. Кушко. - М.: URSS, ЛЕНАНД, 2014. - 304 с.

11. Налимов В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов. – М.: Наука. Физматлит. – 1971. – 208 с. 12. Ослин Б. Г. Моделирование. Имитационное моделирование СМО: учебное пособие для вузов / Б.Г. Ослин. - Томск: Изд-во ТПУ, 2010. - 128 с.

13. Понтрягин Л.С. Математическая теория оптимальных процессов. - 4-е изд. / Л.С. Понтрягин, В.Г. Болтянский, Р.В. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко. - М.: Наука. Физматлит, 1983. - 392 с.

14. Симчера В.М. Методы многомерного анализа статистических данных / В.М. Симчера. – М.: Финансы и статистика, 2008. - 400 с.

15. Советов Б.Я. Моделирование систем: учебник для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. - М.: Высшая школа, 2001. - 343 с.

16. Тырсин А.Н. Энтропийное моделирование многомерных стохастических систем / А.Н. Тырсин. - Воронеж: Научная книга, 2016. - 156 с.

17. Федулов А.А. Введение в теорию статистически ненадежных решений. - 2-е изд. / А.А. Федулов, Ю.Г. Федулов, В.Н. Цыгичко. – М.: КомКнига, 2007. - 280 с.

18. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Моделирование систем: Учеб. для вузов — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Высш. шк., 2001. 343 с.

7.2.Методические разработки

1. Вайнштейн И.А. Методы планирования многофакторного эксперимента: учеб. пособие / И.А. Вайнштейн, Е.А. Попко, Г.Б. Смирнов; науч. ред. Л.Ф. Ямщиков. - Екатеринбург: УрФУ, 2011. - 105 с.

2. Вострецова Е.В. Вероятностные модели: конспект лекций. - 2-е изд / К.В. Вострецова; науч. ред. Г.А. Самусевич. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. - 121 с.

3. Ложников А.Б., Сесекин А.Н. Теория устойчивости. УрФУ. 2012. 52 с., усл. печ. л. 3,07, уч.изд. л. 3,0. (учебное пособие).

7.3.Программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 или выше
2. Пакет Microsoft Office 2016 Professional (текстовый процессор Word, табличный процессор Excel, базы данных Access).
3. Универсальный математический пакет Mathcad 14.0

7.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

- Электронные журналы издательства Taylor&Francis (компания Metapress) на английском языке (http://www.tandfonline.com).
- Academic Search Complete (http://search.ebscohost.com).
- Oxford University Press (http://www.oxfordjournals.org/en/).
- Wiley Online Library (http://pubs.acs.org/).
- Web of Science (http://apps.webofknowledge.com/).

– IEEE Xplore, Institute of Electric and Electronic Engineers (IEEE) (http://www.ieee.org/ieeexplore).
– ООО Научная электронная библиотека(http://elibrary.ru).
– Oxford University Press (http://www.oxfordjournals.org/en/).
– ScienceDirect Freedom Collection (http://www.sciencedirect.com/).
– Scopus (http://www.scopus.com/).
– Springer Materials (http://materials.springer.com/).

7. 5.Электронные образовательные ресурсы

- Зональная научная библиотека http://lib.urfu.ru/
- Каталоги библиотеки http://lib.urfu.ru/about/department/catalog/rescatalog/
- Электронный каталог http://lib.urfu.ru/resources/ec/ Ресурсы http://lib.urfu.ru/resources
- Поиск http://lib.urfu.ru/search.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для освоения дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» необходимо использовать компьютерную аудиторию (например Т106б) с установленным офисным пакетом (например, Microsoft Office 2016 или более новая версия или альтернативные пакеты) и универсальным математическим пакетом (Mathcad 14.0 или аналогичный).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 к рабочей программе дисциплины

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

6.1. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий *«не предусмотрено»*

6.1.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

«не предусмотрено»

6.1.3. Примерные контрольные кейсы

«не предусмотрено»

6.1.4. Перечень примерных вопросов для зачета

«не предусмотрено

6.1.5. Перечень примерных вопросов для экзамена 1. Элементы теории функций и функционального анализа.

2.Понятие меры и интеграла Лебега.

3.Метрические и нормированные пространства. Пространства интегрируемых функций.

4. Пространства Соболева.
5. Линейные непрерывные функционалы.
6. Теорема Хана-Банаха.
7. Линейные операторы. Элементы спектральной теории.
8. Дифференциальные и интегральные операторы.
9. Экстремальные задачи в евклидовых пространствах. Выпуклые задачи на минимум.
10. Математическое программирование, линейное программирование, выпуклое программирование.
11. Задачи на минимакс.
12. Основы вариационного исчисления.
13. Задачи оптимального управления. Принцип максимума. Принцип динамического программирования.
14. Аксиоматика теории вероятностей. Вероятность, условная вероятность. Независимость.
15. Случайные величины и векторы. Элементы корреляционной теории случайных векторов. Элементы теории случайных процессов.
16. Точечное и интервальное оценивание параметров распределения. Элементы теории проверки статистических гипотез.
17. Элементы многомерного статистического анализа.
18. Основные понятия теории.
19. Общая проблема решения. Функция потерь.
20. Байесовский и минимаксный подходы.
21. Метод последовательного принятия решения.
22. Экспертизы и неформальные процедуры.
23. Автоматизация проектирования.
24. Искусственный интеллект.

25. Распознавание образов.
26. Численные методы. Интерполяция и аппроксимация функциональных зависимостей.
27. Численное дифференцирование и интегрирование. Численные методы поиска экстремума.
28. Вычислительные методы линейной алгебры.
29. Численные методы решения систем дифференциальных уравнений.
30. Сплайн-аппроксимация, интерполяция, метод конечных элементов.
31. Преобразования Фурье, Лапласа, Хаара и др.
32. Численные методы вейвлет-анализа.
33. Принципы проведения вычислительного эксперимента.
34. Модель, алгоритм, программа.
35. Методы построения математических моделей на основе фундаментальных законов природы.
36. Вариационные принципы построения математических моделей.
37. Методы исследования математических моделей.
38. Устойчивость. Проверка адекватности математических моделей.
39. Математические модели в статистической механике, экономике, биологии.
40. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.
41. Модели динамических систем. Особые точки.
42. Бифуркации. Динамический хаос.
43. Эргодичность и перемешивание.
44. Понятие о самоорганизации. Диссипативные структуры.
45. Режимы с обострением.
46. Принцип открытости-закрытости в программной инженерии и объектно-ориентированное программирование.
47. Диаграммы проектирования классов в объектно-ориентированном программировании.
48. Дискретные алгоритмы. Задачи дискретной оптимизации.
49. Задача о ранце.
50. Метод динамического программирования. Структуры данных, организация обменов. Параллельная реализация.