



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ИГУ»)**

Институт математики и информационных технологий
Кафедра вычислительной математики и оптимизации



Рабочая программа дисциплины (модуля)

Б1.О.07 Принятие решений в многокритериальных задачах

Направление подготовки	01.04.02 Прикладная математика и информатика
Направленность (профиль) подготовки	Цифровая бизнес-аналитика
Квалификация выпускника	магистр
Форма обучения	очная

Иркутск 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели: формирование знаний об основных элементах теории многокритериальных задач, навыков по использованию математических и программных методов решения прикладных эколого-экономических задач на основе подходов векторной оптимизации.

Задачи:

- знакомство с математическими основами общей теории многокритериальных задач;
- знакомство с методами подготовки и обработки данных для решения многокритериальных задач, в том числе методами обработки нечетких и нечисловых данных, экспертных оценок и т.п.;
- знакомство с основными методами решения многокритериальных задач;
- формирование представлений об постановках задач эколого-экономического районирования и экологической экспертизы как задач многокритериальной оптимизации;
- приобретение навыков практического использования пакетов математических программ для решения многокритериальных задач в областях природопользования, планирования и осуществления проектов эколого-экономической тематики;
- овладение математическими методами управления эколого-экономическими проектами при наличии многих целей при наличии ограничений.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Учебная дисциплина Б1.О.07 Принятие решений в многокритериальных задачах относится к обязательной части Блока 1 образовательной программы.

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами:

Б1.О.06 Математические методы принятия решений;

Б1.В.01 Моделирование процессов управления в технических системах.

Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

Б1.О.10 Большие данные;

Б2.В.01(П) Научно-исследовательская работа;

Б2.О.03(П) Технологическая (проектно-технологическая) практика;

Б2.О.01(Пд) Преддипломная практика;

Б3.01 Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика:

ОПК-1 Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики;

ОПК-2 Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы

решения прикладных задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен знать:

- теоретические основы многокритериальной оптимизации и основные методы решения этих задач;
- основные методы представления и обработки данных нечисловой природы;
- бинарные отношения в многомерных евклидовых пространствах;
- методы определения качественной важности и ранжирования критериев в прикладных задачах;
- методы целевого программирования
- методы формализации прикладных эколого-экономических задач как задач векторной оптимизации;

уметь:

- методы формализации прикладных эколого-экономических задач как задач векторной оптимизации;
- применять на практике технологии принятия методами анализа иерархий, парных сравнений, отношения предпочтения;
- практически использовать полученные знания в создании и управлении эколого-экономическими проектами;

владеть:

- математическими и программными методами решения основных видов задач векторной оптимизации;
- математическими и программными средствами решения задач целевого программирования;
- информационно-математическим аппаратом для управления эколого-экономическими проектами на основе методов многокритериальной оптимизации.

4. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных ед., 180 час.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1. Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

Раздел дисциплины / тема	Сем.	Виды учебной работы				Самост. работа	Формы текущего контроля; Формы промежут. аттестации
		Контактная работа преподавателя с обучающимися					
		Лекции	Лаб. занятия	Практ. занятия			
Тема 1. Введение в многокритериальную оптимизацию.	3	10		4	8	Индивидуальные задания. Контрольная работа.	
Тема 2. Математические основы теории многокритериальных задач.	3	20		10	10	Индивидуальные задания. Контрольная работа.	
Тема 3. Оптимизация по последовательно применяемым критериям.	3	8		4	4	Индивидуальные задания. Контрольная работа.	
Тема 4. Целевое программирование и анализ иерархий.	3	4		2	3	Индивидуальные задания. Коллоквиум.	
Тема 5. Методы подготовки и обработки нечисловых данных в многокритериальных задачах.	3	10		6	10	Индивидуальные задания. Контрольная работа.	
Тема 6. Прикладные многокритериальные задачи принятия решений.	3	8		4	10	Индивидуальные задания. Контрольная работа. Деловая игра.	
Итого (3 семестр):	3	60		30	45	экзамен.	

4.2. План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Раздел дисциплины / тема	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самост. работы
	Вид самост. работы	Сроки выполнения	Затраты времени		

Тема 1	Составление письменного конспекта ответов.	1-2 недели учебного года	10 часов	Дистанционная оценка индивидуальных ответов и компьютерных программ преподавателем на портале educa.isu.ru	ОЛ*: 1, 2, 3, 4 ДЛ***: 1, 2, 3
Тема 2	Составление письменного конспекта ответов. Подготовка анкеты. Подготовка компьютерных презентаций. Индивидуальная подготовка и тестирование компьютерной программы.	3-4 недели учебного года	4 часа	Дистанционная оценка индивидуальных ответов и компьютерных программ преподавателем на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1, 2, 3, 4 ДЛ: 1, 2, 3
Тема 3	Составление письменного конспекта ответов. Индивидуальная подготовка и тестирование компьютерной программы.	5-7 недели учебного года	6 часов	Дистанционная оценка индивидуальных ответов на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1, 4 ДЛ: 1
Тема 4	Составление письменного конспекта ответов. Доклады.	8-10 недели учебного года	4 часа	Дистанционная оценка индивидуальных ответов на портале educa.isu.ru	ОЛ: 1, 5 ДЛ: 1
Тема 5	Составление письменного конспекта ответов. Индивидуальная подготовка и тестирование компьютерной программы. Подготовка компьютерных презентаций.	11-12 недели учебного года	10 часов	Презентация	ОЛ: 2, 5 ДЛ: 2

Тема 6	Составление письменного конспекта ответов. Подготовка компьютерных презентаций. Доклад.	13-14 недели учебного года	2 часа	Презентация, доклад	ОЛ: 3, 5 ДЛ: 3
Общая трудоемкость самостоятельной работы (час.)			45		
Из них с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час.)			42		

*ОЛ – основная литература

** ДЛ – дополнительная литература

4.3. Содержание учебного материала

Тема 1. Многокритериальная оптимизация как раздел теории принятия решений в условиях нечеткости (множественности) целей. Постановка задачи векторной оптимизации. Отсутствие классического решения в большинстве многокритериальных задач. Примеры задач оценки экспертных заключений. Множество возможных значений критериев – множество достижимости (оценок). Идеальная точка. Отсутствие классического решения в случае, когда идеальна точка не принадлежит множеству оценок. Свертки критериев. Обезразмеривание и масштабирования на примерах оптимизации портфеля ценных бумаг, многокритериального ранжирования районов муниципального округа, экономической оценки возобновляемых ресурсов.

Тема 2. Основные бинарные отношения и их свойства. Оптимальность по бинарному отношению в задачах векторной оптимизации. Оптимальность по Парето и слабая оптимальность по Парето (оптимальность по Слейтеру). Обобщенная теорема Вейерштрасса в многокритериальных задачах. Конструктивность доказательства теоремы на основе линейной свертки критериев. Монотонные функции векторного аргумента. Виды сверток, приводящие к оптимальным по Парето и Слейтеру решениям. Методы аппроксимации множества Парето. Математические модели и алгоритмы принятия решений при выборе из конечного числа альтернатив. Направленный перебор. Обработка экспертных оценок.

Тема 3. Ранжирование критериев по важности. Лексикографические задачи оптимизации. Сужение множества Парето-Эджворта с использованием информации о важности критериев. Метод последовательных уступок и его модификации.

Тема 4. Постановка задач целевого программирования. Сведение задач целевого программирования при линейных критериях и ограничениях к задачам линейного программирования. Метод анализа иерархий. Иерархическая структура целей, критериев и вариантов. Метод отношения предпочтений. Оценивание коэффициентов весомости критериев и значений критериев для вариантов по результатам парных сравнений. Матрицы парных сравнений. Оценка степени согласованности парных сравнений.

Тема 5. Квалиметрия как часть науки о качестве. Измерение числовых и нечисловых показателей. Различные типы шкал. Квалиметрические шкалы для бинарных отношений. Представление и обработка данных нечисловой природы. Построение комплексных и интегральных критериев качества.

Тема 6. Замкнутые эколого-экономические системы и математические модели их развития. Задачи оптимального землепользования и лесопользования как задачи многокритериальной оптимизации. Векторное прогнозирование платежей за использование природных ресурсов. Экологическое ранжирование и районирование территории. Эколого-экономическое зонирование региона. Математические методы обработки экспертных заключений.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

Тема занятия	Всего часов	Оценочные средства	Формируемые компетенции
Тема 1	4	Индивидуальные задания. Контрольная работа.	ОПК-1
Тема 2	10	Индивидуальные задания. Контрольная работа.	ОПК-1
Тема 3	4	Индивидуальные задания. Контрольная работа.	ОПК-1
Тема 4	2	Индивидуальные задания. Коллоквиум.	ОПК-1
Тема 5	6	Индивидуальные задания. Контрольная работа. Презентация. Доклад.	ОПК-2
Тема 6	4	Индивидуальные задания. Презентация. Доклад. Деловая игра.	ОПК-2

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы

Тема	Задание	Формируемые компетенции
Тема 1	Проведение процедур масштабирования и обезразмеривания критериев в задачах экономической оценки возобновляемых ресурсов (программная реализация в системе Scilab)	ОПК-1
Тема 2	Сужение множества оптимальных решений на примерах экспертных заключений (программная реализация в системе Scilab)	ОПК-1
Тема 3	Использование нечеткой логики (Fuzzy-технологий) в принятии решений по последовательно применяемым критериям	ОПК-1
Тема 4	Использование нечеткой логики в технологиях целевого программирования	ОПК-1
Тема 5	Комплексные критерии качества и конкурентоспособности товаров	ОПК-2
Тема 6	Методы обработки мнений экспертов при оценке проектов развития территории	ОПК-2

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования. Согласно требованиям нормативных документов самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, научно-исследовательской деятельности, подготовки к семинарам, лабораторным работам, сдаче зачетов и экзаменов. Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ. Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие задачи:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Подготовка к лекции. Качество освоения содержания конкретной дисциплины прямо зависит от того, насколько студент сам, без внешнего принуждения формирует у себя установку на получение на лекциях новых знаний, дополняющих уже имеющиеся по данной дисциплине. Время на подготовку студентов к двухчасовой лекции по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к практическому занятию. Подготовка к практическому занятию включает следующие элементы самостоятельной деятельности: четкое представление цели и задач его проведения; выделение навыков умственной, аналитической, научной деятельности, которые станут результатом предстоящей работы. Выработка навыков осуществляется с помощью получения новой информации об изучаемых процессах и с помощью знания о том, в какой степени в данное время студент владеет методами исследовательской деятельности, которыми он станет пользоваться на практическом занятии. Подготовка к практическому занятию нередко требует подбора материала, данных и специальных источников, с которыми предстоит учебная работа. Студенты должны дома подготовить к занятию 3–4 примера формулировки темы исследования, представленного в монографиях, научных статьях, отчетах. Затем они самостоятельно осуществляют поиск соответствующих источников, определяют актуальность конкретного исследования процессов и явлений, выделяют основные способы доказательства авторами научных работ ценности того, чем они занимаются. В ходе самого практического занятия студенты сначала представляют найденные ими варианты формулировки актуальности исследования, обсуждают их и обосновывают свое мнение о наилучшем варианте. Время на подготовку к практическому занятию по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к семинарскому занятию. Самостоятельная подготовка к семинару направлена: на развитие способности к чтению научной и иной литературы; на поиск

дополнительной информации, позволяющей глубже разобраться в некоторых вопросах; на выделение при работе с разными источниками необходимой информации, которая требуется для полного ответа на вопросы плана семинарского занятия; на выработку умения правильно выписывать высказывания авторов из имеющихся источников информации, оформлять их по библиографическим нормам; на развитие умения осуществлять анализ выбранных источников информации; на подготовку собственного выступления по обсуждаемым вопросам; на формирование навыка оперативного реагирования на разные мнения, которые могут возникать при обсуждении тех или иных научных проблем. Время на подготовку к семинару по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к коллоквиуму. Коллоквиум представляет собой коллективное обсуждение раздела дисциплины на основе самостоятельного изучения этого раздела студентами. Подготовка к данному виду учебных занятий осуществляется в следующем порядке. Преподаватель дает список вопросов, ответы на которые следует получить при изучении определенного перечня научных источников. Студентам во внеаудиторное время необходимо прочитать специальную литературу, выписать из нее ответы на вопросы, которые будут обсуждаться на коллоквиуме, мысленно сформулировать свое мнение по каждому из вопросов, которое они выскажут на занятии. Время на подготовку к коллоквиуму по нормативам составляет не менее 0,2 часа.

Подготовка к контрольной работе. Контрольная работа назначается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой совокупность развернутых письменных ответов студентов на вопросы, которые они заранее получают от преподавателя. Самостоятельная подготовка к контрольной работе включает в себя: — изучение конспектов лекций, раскрывающих материал, знание которого проверяется контрольной работой; повторение учебного материала, полученного при подготовке к семинарским, практическим занятиям и во время их проведения; изучение дополнительной литературы, в которой конкретизируется содержание проверяемых знаний; составление в мысленной форме ответов на поставленные в контрольной работе вопросы; формирование психологической установки на успешное выполнение всех заданий. Время на подготовку к контрольной работе по нормативам составляет 2 часа.

Подготовка к зачету. Самостоятельная подготовка к зачету должна осуществляться в течение всего семестра. Подготовка включает следующие действия: перечитать все лекции, а также материалы, которые готовились к семинарским и практическим занятиям в течение семестра, соотнести эту информацию с вопросами, которые даны к зачету, если информации недостаточно, ответы находят в предложенной преподавателем литературе. Рекомендуются делать краткие записи. Время на подготовку к зачету по нормативам составляет не менее 4 часов.

Подготовка к экзамену. Самостоятельная подготовка к экзамену схожа с подготовкой к зачету, особенно если он дифференцированный. Но объем учебного материала, который нужно восстановить в памяти к экзамену, вновь осмыслить и понять, значительно больше, поэтому требуется больше времени и умственных усилий. Важно сформировать целостное представление о содержании ответа на каждый вопрос, что предполагает знание разных научных трактовок сущности того или иного явления, процесса, умение раскрывать факторы, определяющие их противоречивость, знание имен ученых, изучавших обсуждаемую проблему. Необходимо также привести информацию о материалах эмпирических исследований, что указывает на всестороннюю подготовку студента к экзамену. Время на подготовку к экзамену по нормативам составляет 36 часов для бакалавров.

В ФБГОУ ВО «ИГУ» организация самостоятельной работы студентов регламентируется Положением о самостоятельной работе студентов, принятым Ученым советом ИГУ 22 июня 2012 г.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Юрайт, 2022. – 414 с. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/488643> (дата обращения: 20.05.2022).
2. Набатова, Д. С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений: учебник и практикум для вузов / Д. С. Набатова. – М.: Юрайт, 2022. – 292 с. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт, подписка ИГУ. – <https://urait.ru/bcode/489303> (дата обращения: 20.05.2022).
3. Рубчинский, А. А. Методы и модели принятия управленческих решений: учебник и практикум для вузов / А. А. Рубчинский. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 526 с. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт, подписка ИГУ. – URL: <https://urait.ru/bcode/489291> (дата обращения: 20.05.2022).
4. Теория принятия решений в 2 т. Т. 1: учебник и практикум для вузов / В. Г. Халин [и др.]; под редакцией В. Г. Халина. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 250 с. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт. – URL: <https://urait.ru/bcode/508083> (дата обращения: 20.05.2022).
5. Теория принятия решений в 2 т. Т. 2: учебник и практикум для вузов / В. Г. Халин [и др.]; ответственный редактор В. Г. Халин. – М.: Издательство Юрайт, 2022. – 431 с. – Текст: электронный // ЭБС Юрайт. – URL: <https://urait.ru/bcode/508085> (дата обращения: 20.05.2022).

б) дополнительная литература:

1. Васин, А. А. Исследование операций: учеб. пособие / А. А. Васин, П. С. Краснощеков, В. В. Морозов. – М.: Академия, 2008. – 464 с.
2. Колбин В. В. Методы принятия решений: учебное пособие / В. В. Колбин. – СПб: Лань, 2021. – 644 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – <https://e.lanbook.com/book/167176> (дата обращения: 20.05.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей (подписка ИГУ).
3. Ногин В.Д. Сужение множества Парето: аксиоматический подход. – М.: Физматлит, 2015. – 236 с. https://www.rfbr.ru/rffi/ru/books/o_1938431 (дата обращения: 20.05.2022). – Режим доступа: свободный.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование

ЭТОТ РАЗДЕЛ НЕ ЗАПОЛНЯТЬ

6.2. Программное обеспечение

1. Офисный пакет Microsoft Office с программой подготовки презентаций Microsoft PowerPoint.
2. Пакет Scilab для математических вычислений (открытое программное обеспечение).

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Оценочные средства текущего контроля

Вид контроля	Контролируемые темы	Контролируемые компетенции
Индивидуальные задания	Темы 1, 2, 3, 4, 5, 6	ОПК-1, ОПК-2
Контрольная работа	Темы 1, 2, 3, 5, 6	ОПК-1, ОПК-2
Деловая игра	Тема 6	ОПК-2
Доклады	Темы 4, 6	ОПК-1, ОПК-2
Коллоквиум	Тема 4	ОПК-1

Примеры оценочных средств текущего контроля

Демонстрационный вариант контрольной работы № 1.

Построить множество оценок, определить идеальную точку, найти все оптимальные по Парето оценки и решения в следующей задаче:

$$\begin{aligned}
 f_1(x) &= 3x_1 - x_2 \rightarrow \max, \\
 f_2(x) &= -x_1 + x_2 \rightarrow \max; \\
 x_1 + 2x_2 &\leq 10, \\
 3x_1 + 2x_2 &\leq 18, \\
 x_1 \geq 0, \quad x_2 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

Демонстрационный вариант индивидуального задания по теме 3.

Просьба относиться к условиям примера как к исключительно шуточной иллюстративной задаче.

Осуществляется подбор жениха/невесты. В таблице приведены качества возможных кандидатов и оценки этих качеств в баллах (больше – лучше). Баллы могут быть и отрицательными.

- Отсеять заведомо негодных кандидатов, найдя парето–оптимальные оценки и решения.
- Отсеять заведомо негодных кандидатов, найдя слабо оптимальные оценки и решения.

Характеристики	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Красота	a	$a+b$	$a-b$	4	$b-a$	$2a$	18	18
Ум	7	9	6	a	$a+1$	$b-1$	$a-2$	9
Богатство	10	0	$a-6$	$a+2b$	b	$a-1$	1	6
Юмор	8	$a+4$	6	$a+1$	a	5	a	$a+4$
Возраст	8	9	a	1	2	10	$a+b$	10
Карьерные перспективы	5	1	a	2	b	6	$a-2$	a

Здесь a – число букв в Вашем имени, b – число букв в Вашей фамилии.

7.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Список вопросов для промежуточной аттестации:

1. Бинарные отношения и их виды.
2. Оптимальность по бинарному отношению.
3. Оптимальность по Парето и слабая оптимальность по Парето (оптимальность по Слейтеру). Графическая интерпретация.
4. Свертки критериев в многокритериальных задачах.
5. Монотонные функции векторного аргумента и их свойства.
6. Существование оптимальных по Парето решений в многокритериальных задачах.
7. В каких случаях линейная свертка критериев порождает оптимальное по Парето решение? Сформулировать и доказать соответствующее утверждение.
8. В каких случаях линейная свертка критериев порождает оптимальное по Слейтеру решение? Сформулировать и доказать соответствующее утверждение.
9. Идеальная точка и методы целевого программирования.
10. Виды метрик в задачах целевого программирования.
11. Лексикографическая задача и методы ее решения.
12. Доказать, что если множество лексикографически оптимальных оценок не пусто, то оно может состоять только из одного элемента.
13. Доказать, что если множество оценок состоит из конечного числа элементов, то лексикографически оптимальная оценка существует и единственна.
14. Алгоритм метода последовательных уступок.
15. Доказать, что для любого набора положительных уступок оптимальная в смысле метода последовательных уступок оценка (решение) является оптимальной по Слейтеру.
16. Доказать, что если в многокритериальной задаче множество ограничений компактно, а все скалярные функции-критерии непрерывны на этом множестве, то при любом наборе неотрицательных уступок среди найденных методом последовательных уступок решений имеется оптимальное по Парето.
17. Принятие решений в многокритериальных задачах с конечным числом альтернатив.
18. Метод аналитической иерархии.
19. Представление данных нечисловой природы.
20. Модели развития замкнутых экологических систем.
21. Многокритериальные задачи земле- и лесопользования..
22. Многокритериальное районирование региона.
23. Методы обработки экспертных заключений.
24. Метод "стоимость-эффективность" и примеры его применения для построения множеств Парето-Эджворта.
25. Методы отсеивания кандидатов по итогам выполнения тестов.

Примеры оценочных средств для промежуточной аттестации:

Демонстрационный вариант экзаменационного билета.

- 1) Доказать, что любая оценка, оптимальная в лексикографическом смысле, оптимальна по Слейтеру. (10 баллов)
- 2) Построить множество оценок и найти оптимальные по Парето оценки и решения в следующей задаче:

$$\begin{aligned}
 f_1(x) &= x_1 + x_2 \rightarrow \max, \\
 f_2(x) &= x_1 - x_2 \rightarrow \max; \\
 x_1 + x_2 &\leq 10, \\
 x_1 - x_2 &\leq 4, \\
 x_1 \geq 0, \quad x_2 &\geq 0.
 \end{aligned}$$

(12 баллов)

Проведена оценка эффективности 9 научных работников по 4 показателям. Оценки выставлены по десятибалльной шкале (чем больше, тем лучше). Считая, что критерии ранжированы по важности (первый важнее второго, второй важнее третьего, третий важнее четвертого), найти наилучших работников, воспользовавшись

- а) лексикографическим подходом:
 б) методом последовательных уступок (принять $\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = 2$). (8 баллов)

ХАРАКТЕРИСТИКИ	НАУЧНЫЕ РАБОТНИКИ								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Публикации в журналах, индексируемых Web of Science	10	8	10	8	9	10	8	9	10
Публикации в журналах, индексируемых РИНЦ	7	9	8	7	10	8	6	6	8
Внебюджетное финансирование (гранты, хоздоговора)	6	5	6	6	9	6	5	10	6
Подготовка молодых кадров (работа с аспирантами и магистрантами)	6	5	6	5	6	4	4	8	3

Разработчик: Аргучинцев Александр Валерьевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой вычислительной математики и оптимизации.