

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 28.08.2024 08:08:41  
Уникальный программный ключ:  
891934b8c2cf7b6350cbe51cdda3096e87761f3

МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
Математический факультет Кафедра теории управления и оптимизации			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»			
Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 1 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по научной работе  
И.В. Бычков  
« 16 » 06 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)\*

### 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Челябинск, 2023

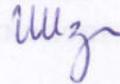
\*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 2 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» составлена в соответствии с паспортом научной специальности 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и федеральными государственными требованиями (уровень образования: высшее образование - подготовка кадров высшей квалификации), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951.

Разработчики программы:

И.о. заведующего кафедрой теории управления и оптимизации,  
 кандидат физико-математических наук,  
 доцент



И.В. Изместьев

Программа одобрена на заседании кафедры теории управления и оптимизации от « 04 » 05 2023 г., протокол № 13 .

Программа утверждена на заседании Ученого совета математического факультета от « 25 » 05 2023 г., протокол № 9 .

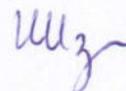
Согласовано

Декан математического факультета



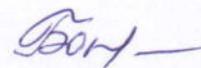
Е.А. Сбродова

И.о. заведующего кафедрой  
 теории управления и оптимизации



И.В. Изместьев

Заведующий отделом аспирантуры  
 и докторантуры



Н.В. Бочкарева

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 3 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**Аннотация программы:** Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» относится к программам по подготовке к кандидатским экзаменам. Дисциплина содержит 2 раздела. В 1-ом разделе «Принятие решений при неопределенности и теория игр» рассматриваются основные критерии принятия решений при неопределенности, определения максимума в многокритериальных задачах, дается определение конфликта и оптимального поведения в нем. Во 2-ом разделе «Принятие решений в условиях нечеткой цели» дается определение нечеткого множества, изучаются свойства нечетких множеств и операции над ними, рассматриваются примеры решения прикладных задач с нечеткой информацией или нечеткой целью.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

**Цели дисциплины:** состоят в обучении аспирантов теоретическим знаниям и практическим навыкам в рамках теории принятия решений в условиях неопределенности, а так же дополнительным разделам теории игр, используемых как в теории дифференциальных игр, так и в других прикладных разделах математических дисциплин. Кроме того, одной из целей курса является приобретение аспирантами теоретических знаний и практических навыков в области теории нечетких множеств, нечеткой логики и нечетких систем управления.

**Задачи дисциплины:** состоят в углублении и систематизации знаний аспирантов, а так же в совершенствовании навыков решения задач в следующих областях: теории принятия решений в условиях неопределенности, теории игр и теории нечетких множеств.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» является обязательной. Преподавание дисциплины осуществляется на втором курсе (3 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 3 зачетных единиц/108 часов, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,33 зачетных единиц/12 часов (практические – 12 часов), самостоятельная работа – 2,45 зачетных единиц/88 часов, контроль – 0,22 зачетных единиц/8 часов.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической подготовкой и навыками владения современными вычислительными

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 4 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

ми средствами. Обучаемый должен обладать навыками решения стандартных задач и владеть основными понятиями математического и функционального анализа, алгебры, геометрии, теории вероятностей и линейного программирования в рамках университетского курса.

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для подготовки к кандидатскому экзамену, выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации.

**Требования к «входным» знаниям, умениям и опыту деятельности обучающегося, необходимые при изучении дисциплины**

Знать	Уметь	Владеть
основные методы научно-исследовательской деятельности	выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования
цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации	составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов	систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно-исследовательских работ по предложенной теме
базовые понятия математики, изучаемые в рамках университетского курса, а также навыки владения современными вычислительными средствами	решать стандартные задачи; применять известные математические модели	основными понятиями математического и функционального анализа, алгебры, геометрии, теории вероятностей и линейного программирования в рамках университетского курса

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 5 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### 3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

<b>Результаты обучения по дисциплине</b>	
знать	фундаментальные основы принятия решений в условиях неопределенности, теории игр и теории нечетких множеств;
	теоретические положения и методы построения математических моделей, моделирование сложных объектов; методы анализа математических моделей;
	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.
уметь	разрабатывать методы и алгоритмы принятия решений в условиях неопределенности, конфликта и нечеткой информации; разрабатывать специализированное программное обеспечение для принятия решений в условиях неопределенности, конфликта и нечеткой информации;
	применять методы математического моделирования для решения конкретных фундаментальных и прикладных задач;
	анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов; при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений.
владеть	навыками математической формализации задач естествознания и экономики в рамках теории принятия решений;
	современными фундаментальными и прикладными методами в области математического моделирования; владеть навыками программирования и проведения вычислительного эксперимента;
	навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 6 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов	-	-	108	-	108
Контактная работа:	-	-	12	-	12
Лекции, акад. часов	-	-	-	-	-
Практические (семинары), акад. часов	-	-	12	-	12
Лабораторные работы, акад. часов	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа, акад. часов	-	-	88	-	88
Контроль	-	-	8	-	8
Вид контроля (зачёт, экзамен)	-	-	канд. экзамен	-	

### 4.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов					Форма текущего контроля	
		Всего	Контактная работа			Самостоятельная работа		
			Лекции и	Практические, семинары	Лаб. работы			Контроль
1	Принятие решений при неопределенности и теория игр	44		6			38	инд. задания, конспект
2	Принятие решений в условиях нечеткой цели	44		6			38	инд. задания, конспект
3	Подготовка материала по диссертационному исследованию	12					12	реферат
	Контроль	8			-	8		Кандидат. экзамен
	<b>Итого:</b>	<b>108</b>		<b>12</b>		<b>8</b>	<b>88</b>	

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 7 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

№ раз дела	Наименование раздела	Содержание раздела*
1	Принятие решений при неопределенности и теория игр	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Примеры задач принятия решений в условиях неопределенности.</li> <li>2. Классификация возможных неконтролируемых факторов и неопределенностей.</li> <li>3. Методы оценки воздействия со стороны неопределенностей.</li> <li>4. Принцип максимина (гарантированного результата или максимальной полезности Вальда).</li> <li>5. Критерии Лапласа, крайнего оптимизма, Гурвица, Ходжа-Лемана. Критерий Сэвиджа (минимаксного сожаления).</li> <li>6. Задача о диверсификации вклада по двум депозитам: рублевому и в валюте. Задача о величине кредита, при точно неизвестном количестве закупаемого товара.</li> <li>7. Определение смешанных стратегий. Принцип максимина, критерии Лапласа, крайнего оптимизма, Гурвица, Ходжа - Лемана и Сэвиджа в смешанных стратегиях.</li> <li>8. Решение задачи о фермере с применением разных критериев.</li> <li>9. Понятие бинарных отношений.</li> <li>10. Аксиомы функции полезности.</li> <li>11. Принятие рискованных решений по материальным и финансовым инвестициям.</li> <li>12. Линейно - квадратичная задача.</li> <li>13. Неопределенность в понимании цели - как неконтролируемый фактор и получение решения задачи принятия решений при многих критериях с помощью критериев максимина, Лапласа, крайнего оптимизма, Гурвица, Ходжа - Лемана и Сэвиджа.</li> <li>14. Оптимальность по Слейтеру. Оптимальность по Парето. Решение примеров.</li> <li>15. Математическая модель многокритериальной задачи при наличии внешней неопределенности.</li> <li>16. Векторная функция риска и ее геометрическая интерпретация.</li> <li>17. Оптимумы по Слейтеру и их свойства. Оптимумы по Парето и их свойства. Оптимумы по Борвейну и их свойства. Оптимумы по Джоффриону и их свойства.</li> <li>18. Критерий ожидаемого выигрыша.</li> </ol>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

**Математический факультет**  
**Кафедра теории управления и оптимизации**

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»  
Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Версия документа - 1

Стр. 8 из 25

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		<ol style="list-style-type: none"><li>19. Критерий математического ожидания- дисперсии.</li><li>20. Критерий предельного уровня.</li><li>21. Оценка эффективности в условиях риска и неопределенности.</li><li>22. Понятие конфликта, основные принципы оптимальности, классификация игр, седловые точки, цена игры, неравенство минимакса.</li><li>23. Матричные игры, смешанные стратегии, свойство оптимальных стратегий, теорема фон Неймана.</li><li>24. Методы решения матричных игр. Экономические модели, приводящие к матричным играм Решение примеров.</li><li>25. Позиционные конечные многошаговые игры с полной информацией.</li><li>26. Нахождение цены игры методом динамического программирования .</li><li>27. Позиционные конечные многошаговые игры с неполной информацией.</li><li>28. Информационные множества.</li><li>29. Минимаксы, максимины и их свойства.</li><li>30. Седловые точки по Слейтеру и их свойства. Седловые точки по Парето и их свойства.</li><li>31. Постановка дифференциальной игры. Уравнение Айзекса. Уравнения характеристик.</li><li>32. Линейные дифференциальные игры. Первый и второй прямые методы Л.С. Понтрягина.</li><li>33. Метод поглощения областей достижимости Н.Н. Красовского и правило экстремального прицеливания.</li></ol>
2	Принятие решений в условиях нечеткой цели	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Построение нечетких множеств и основных действий с ними (равенство, включение, объединение, пересечение двух нечетких множеств и их дополнение) с помощью привлечения группы равноправных нечетких экспертов.</li><li>2. Общее определение нечетких множеств: универсальное множество, функция принадлежности. Способы построения функций принадлежности.</li><li>3. Определение объединения и пересечения нечетких множеств с помощью треугольной конормы и треугольной нормы. Способы задания дополнения к нечеткому множеству.</li><li>4. Определение множества уровня нечеткого множества. Теорема о разложении каждого нечеткого множества по его множествам уровня.</li></ol>



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

**Математический факультет**  
**Кафедра теории управления и оптимизации**

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»  
Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Версия документа - 1

Стр. 9 из 25

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

5. Связь операций объединения, пересечения и дополнения множеств уровня с множествами уровня объединения, пересечения и дополнения нечетких множеств.
6. Определение образа нечеткого множества при заданном отображении одного универсального множества в другое, принцип обобщения Л. Заде, формула для вычисления функции принадлежности образа нечеткого множества.
7. Прообраз нечеткого множества и формула для вычисления его функции принадлежности.
8. Постановка задачи о достижении нечеткой цели при наличии нечетких ограничений. Подход Беллмана - Заде для определения решения этой задачи.
9. Решение задач о распределении рабочих по рабочим местам и о выборе места работы при заданной исходной нечеткой информации.
10. Ядро, носитель, высота и поперечные точки нечетких множеств. Определение выпуклых нечетких множеств.
11. Виды расстояний между нечеткими множествами. Определение индекса нечеткости с помощью расстояния от заданного нечеткого множества до ближайшего к нему четкого множества.
12. Формулы для вычисления линейного и квадратичного индексов нечеткости. Вычисление индексов нечеткости для случаев треугольной и трапецидальной функций принадлежности.
13. Оценка нечеткости с помощью энтропии нечеткого множества.
14. Бинарные отношения на множестве и их объединение, пересечение и дополнение. Композиция бинарных отношений. Отношение эквивалентности и разбиение на классы эквивалентности.
15. Нечеткие отношения на множестве и их объединение, пересечение, дополнение и композиция.
16. Множества уровня нечетких отношений. Нечеткое отношение эквивалентности и разбиение на классы эквивалентности с помощью его множеств уровня.
17. Транзитивное замыкание нечеткого отношения. Формула для вычисления транзитивного замыкания.
18. Исследование структуры социальной группы с помощью заданной матрицы, характеризующей степень уровня контактов между членами этой группы.
19. Определение нечеткого отображения одного универсального множества в другое. Образ нечеткого множества при нечет-



МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

**Математический факультет**  
**Кафедра теории управления и оптимизации**

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»  
Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Версия документа - 1

Стр. 10 из 25

Первый экземпляр \_\_\_\_\_

КОПИЯ № \_\_\_\_\_

		<p>ком отображении и формула для вычисления его функции принадлежности.</p> <p>20. Прообраз нечеткого множества при нечетком отображении и формула для вычисления его функции принадлежности.</p> <p>21. Задача идентификации в нечетких системах как задача восстановления нечеткого отображения при заданных образе и прообразе. Критерий разрешимости задачи идентификации и формула для функции принадлежности ее решения.</p> <p>22. Композиция нечетких отношений. Случай, когда универсальные множества состоят из конечного числа элементов.</p> <p>23. Определение нечеткой переменной. Примеры. Нечеткая логика как обобщение булевой логики. Нечеткие операции "не" "или", "и". Лингвистические неопределенности типа "очень", "много", "больше", "меньше". Лингвистическая переменная. Примеры.</p> <p>24. Формализация нечетких высказываний вида «если A, то B» с помощью композиционного правила вывода л. Заде.</p> <p>25. Нечеткая импликация. Нечеткие импликации Лукасевича, Мамдани, Ларсена.</p> <p>26. Нечеткая модель вывода, заданная конечным числом высказываний вида «если <math>A_h</math> то <math>B_t</math>» и способы ее агрегирования.</p> <p>27. Непротиворечивые нечеткие высказывания. Устойчивые нечеткие модели. Достаточные условия нечеткой модели.</p> <p>28. Задача управления фирмой.</p> <p>29. Нечеткие регуляторы как пример системы нечеткого управления. Общая структура нечетких систем управления.</p> <p>30. Задача о стабилизации перевернутого маятника.</p> <p>31. Методы дефазификации - метод центра масс, метод высотной дефазификации, метод максимума, метод первого максимума.</p> <p>32. Теорема Коско</p> <p>33. Системы Мамдани. Системы Сюджено-Такаги</p>
--	--	--

\*Содержание разделов составлено в соответствии с паспортом научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

## 5. Образовательные технологии

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- интерактивные технологии;

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 11 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

- применение новых методов обучения, связанных с использованием возможностей виртуальной информационной среды (мультимедийные технологии).

В соответствии с утвержденной основной образовательной программой по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (направленность (профиль) - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ) программа дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков у обучающихся. Эффективность применения интерактивных форм обучения обеспечивается реализацией следующих условий:

- создание диалогического пространства в организации учебного процесса;

- использование принципов социально-психологического обучения в учебной и научной деятельности;

- формирование психологической готовности преподавателей к использованию интерактивных форм обучения, направленных на развитие внутренней активности аспиранта и достижения ряда важнейших образовательных целей: стимулирование мотивации и интереса в области углубленного изучения математического моделирования, численных методов и программирования в общеобразовательном и профессиональном плане; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 12 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Принятие решений при неопределенности и теория игр	<p>знать: основные результаты теории принятия решений в условиях неопределенности и теории игр;</p> <p>уметь: применять математические методы при решении конкретных задач принятия решений при наличии неопределенности, риска или конфликта интересов;</p> <p>владеть: методикой построения, анализа и применения математических моделей принятия решений в условиях неопределенности; методами решения основных задач теории игр.</p>	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов
2	Принятие решений в условиях нечеткой цели	<p>знать: основные результаты теории нечетких множеств;</p> <p>уметь: использовать аппарат теории нечетких множеств для исследования моделей с расплывчатой информацией;</p> <p>владеть: навыками применения основных понятий и методов теории нечетких множеств при исследовании конкретных моделей.</p>	изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 13 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

## 6. 2. Оценочные средства

### *Текущий контроль*

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используется проверка индивидуальных заданий по самостоятельной работе: изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов.

### *Промежуточная аттестация*

**Вопросы** к экзамену формируются в соответствии с программой кандидатского экзамена и паспортом научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**Реферат** (на экзамене проводится собеседование и выставляется оценка)

Пишется в соответствии с общими требованиями к реферативным работам, представляет собой обзор мнений, точек зрения, научных положений по тематике диссертации.

**Экзамен** программы проводится по билетам, каждый из которых содержит три вопроса, также могут быть заданы дополнительные вопросы. За каждый ответ на вопрос выставляется оценка. По результатам ответов за экзамен выводится единая оценка по пятибалльной системе.

### *Вопросы к кандидатскому экзамену*

1. Принцип максимина (гарантированного результата или максиминной полезности Вальда)

2. Критерии Лапласа, крайнего оптимизма, Гурвица, Ходжа-Лемана. Критерий Сэвиджа (минимаксного сожаления)

3. Определение смешанных стратегий. Принцип максимина, критерии Лапласа, крайнего оптимизма, Гурвица, Ходжа - Лемана и Сэвиджа в смешанных стратегиях.

4. Неопределенность в понимании цели - как неконтролируемый фактор и получение решения задачи принятия решений при многих критериях с помощью критериев максимина, Лапласа, крайнего оптимизма, Гурвица, Ходжа - Лемана и Сэвиджа.

5. Оптимумы по Слейтеру и их свойства. Оптимумы по Парето и их свойства. Оптимумы по Борвейну и их свойства. Оптимумы по Джоффриону и их свойства.

6. Критерий ожидаемого выигрыша.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 14 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

7. Критерий математического ожидания- дисперсии.
8. Понятие конфликта, основные принципы оптимальности, классификация игр, седловые точки, цена игры, неравенство минимакса.
9. Матричные игры, смешанные стратегии, свойство оптимальных стратегий, теорема фон Неймана.
10. Методы решения матричных игр. Экономические модели, приводящие к матричным играм Решение примеров.
11. Позиционные конечные многошаговые игры с полной информацией.
12. Нахождение цены игры методом динамического программирования.
13. Позиционные конечные многошаговые игры с неполной информацией.
14. Информационные множества.
15. Постановка дифференциальной игры. Уравнение Айзекса. Уравнения характеристик.
16. Линейные дифференциальные игры. Первый и второй прямые методы Л.С. Понтрягина.
17. Метод поглощения областей достижимости Н.Н. Красовского и правило экстремального прицеливания.
18. Построение нечетких множеств и основных действий с ними (равенство, включение, объединение, пересечение двух нечетких множеств и их дополнение) с помощью привлечения группы равноправных нечетких экспертов.
19. Общее определение нечетких множеств: универсальное множество, функция принадлежности. Способы построения функций принадлежности.
20. Определение объединения и пересечения нечетких множеств с помощью треугольной конормы и треугольной нормы. Способы задания дополнения к нечеткому множеству.
21. Определение множества уровня нечеткого множества. Теорема о разложении каждого нечеткого множества по его множествам уровня.
22. Связь операций объединения, пересечения и дополнения множеств уровня с множествами уровня объединения, пересечения и дополнения нечетких множеств.
23. Определение образа нечеткого множества при заданном отображении одного универсального множества в другое, принцип обобщения Л. Заде, формула для вычисления функции принадлежности образа нечеткого множества.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 15 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

24. Прообраз нечеткого множества и формула для вычисления его функции принадлежности.

25. Постановка задачи о достижении нечеткой цели при наличии нечетких ограничений. Подход Беллмана-Заде для определения решения этой задачи.

26. Решение задач о распределении рабочих по рабочим местам и о выборе места работы при заданной исходной нечеткой информации.

27. Ядро, носитель, высота и поперечные точки нечетких множеств. Определение выпуклых нечетких множеств.

28. Виды расстояний между нечеткими множествами. Определение индекса нечеткости с помощью расстояния от заданного нечеткого множества до ближайшего к нему четкого множества.

29. Формулы для вычисления линейного и квадратичного индексов нечеткости. Вычисление индексов нечеткости для случаев треугольной и трапециoidalной функций принадлежности.

30. Оценка нечеткости с помощью энтропии нечеткого множества.

31. Бинарные отношения на множестве и их объединение, пересечение и дополнение. Композиция бинарных отношений. Отношение эквивалентности и разбиение на классы эквивалентности.

32. Нечеткие отношения на множестве и их объединение, пересечение, дополнение и композиция.

33. Множества уровня нечетких отношений. Нечеткое отношение эквивалентности и разбиение на классы эквивалентности с помощью его множеств уровня.

34. Транзитивное замыкание нечеткого отношения. Формула для вычисления транзитивного замыкания

35. Исследование структуры социальной группы с помощью заданной матрицы, характеризующей степень уровня контактов между членами этой группы.

36. Определение нечеткого отображения одного универсального множества в другое. Образ нечеткого множества при нечетком отображении и формула для вычисления его функции принадлежности.

37. Прообраз нечеткого множества при нечетком отображении и формула для вычисления его функции принадлежности.

38. Задача идентификации в нечетких системах как задача восстановления нечеткого отображения при заданных образе и прообразе. Критерий раз-

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 16 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

решимости задачи идентификации и формула для функции принадлежности ее решения.

39. Композиция нечетких отношений. Случай, когда универсальные множества состоят из конечного числа элементов.

40. Определение нечеткой переменной. Примеры. Нечеткая логика как обобщение булевой логики. Нечеткие операции "не" "или", "и". Лингвистические неопределенности типа "очень", "много", "больше", "меньше". Лингвистическая переменная. Примеры.

41. Формализация нечетких высказываний вида «если А, то В» с помощью композиционного правила вывода Л. Заде.

42. Нечеткая импликация. Нечеткие импликации Лукасевича, Мамдани, Ларсена.

43. Нечеткая модель вывода, заданная конечным числом высказываний вида «если  $A_n$  то  $B_n$ » и способы ее агрегирования.

44. Непротиворечивые нечеткие высказывания. Устойчивые нечеткие модели. Достаточные условия нечеткой модели.

45. Нечеткие регуляторы как пример системы нечеткого управления. Общая структура нечетких систем управления.

46. Методы дефазификации - метод центра масс, метод высотной дефазификации, метод максимума, метод первого максимума.

47. Теорема Коско.

48. Системы Мамдани. Системы Сюджено-Такаги.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене/зачете.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предо-

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 17 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

ставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

### 6.3. Критерии оценивания результатов обучения

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале:

**«Отлично» (5 баллов)** – грамотное и правильное использование в ответах научной терминологии; безошибочное владение категориальным аппаратом; умение безошибочно сформулировать и доказать основные теоремы, соответствующие содержащимся в билетах вопросам; владение методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов; логичность, связность ответа.

**«Хорошо»(4 балла)** – грамотное и правильное использование в ответах научной терминологии; владение категориальным аппаратом; отдельные ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам; владение основными методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов; логичность, связность ответа.

**«Удовлетворительно» (3 балла)** – недостаточное владение категориальным аппаратом; ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам; поверхностное владение методами решения задач, соответствующих теоретической части вопросов.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 18 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

**«Неудовлетворительно» (1-2 балла)** – отсутствие в ответах необходимой научной терминологии; грубые ошибки при формулировке и доказательстве основных теорем, соответствующих содержащимся в билетах вопросам; нарушение логичности, связности ответа.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся:

а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме на языке Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);

б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);

в) доступная форма предоставления ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно на языке Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) может проводиться в несколько этапов.

## **7. Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

**Самостоятельная работа** аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе и самостоятельного решения задач с дальнейшим их разбором или обсуждением на аудиторных занятиях. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечены доступом к базам данных и библиотечным фондам и доступом к сети Интернет.

Самостоятельная работа способствует:

- углублению и расширению знаний;
- формированию интереса к самостоятельной научно-исследовательской деятельности;

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 19 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

– овладению приемами процесса познания и развитию познавательных способностей.

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов.

### **Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся:**

Самостоятельная работа аспиранта является показателем научного потенциала, умения работы с литературными источниками и нормативными актами, материалами научной и педагогической практики, способности аспиранта к самостоятельному анализу проблемных вопросов. Она состоит в изучении учебной и научной литературы, в выполнении заданий для самостоятельной работы.

Аспиранты очной, а также и заочной форм обучения изучают и нарабатывают теоретический и практический материал по большей части самостоятельно. На кафедре теории управления и оптимизации в списке рекомендованной литературы предложен объем учебной и научной литературы, следовательно, аспиранту необходимо как можно чаще обращаться к фондам научных библиотек, а также и к периодической литературе, следить за новинками в области развития математического моделирования. При изучении научной, учебной литературы необходимо сопоставить содержание имеющейся в наличии литературы с программой кандидатского экзамена по специальности. В случае отсутствия того или иного источника литературы, необходимо обратиться к фондам Российской государственной библиотеки (г. Москва). Аспирант должен провести тщательную подготовительную работу с научной литературой по своей специальности, освоить теоретические, общие и частнонаучные методы поиска.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 20 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

### Основная литература

(\* литература, имеющаяся в библиотеке ЧелГУ или электронной библиотечной системе; \*\* литература, имеющаяся в электронной библиотечной системе)

1. \*\*Благодатских, А. И. Сборник задач и упражнений по теории игр: учебное пособие / А. И. Благодатских, Н. Н. Петров.— Санкт-Петербург: Лань, 2014. — 297 с.

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=49465](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=49465)

2. \*\*Ухоботов, В.И. Введение в теорию принятия решений при неопределенностях: учебное пособие / В.И Ухоботов. – Челябинск : Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2015. – 139 с.

[http://math.csu.ru/new\\_files/students/lectures/teor\\_prin\\_resh/ukhobotov\\_teor\\_prin\\_resh.pdf](http://math.csu.ru/new_files/students/lectures/teor_prin_resh/ukhobotov_teor_prin_resh.pdf)

3. \* Алеева, С.Р. Избранные главы теории дифференциальных уравнений с приложением к теории дифференциальных игр: учебное пособие / С.Р. Алеева, И.В. Измestьев, В.И. Ухоботов. – Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2021. – 138 с.

4. \*\* Мазалов, В.В. Математическая теория игр и приложения: учебное пособие для вузов / В.В. Мазалов. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 500 с. <https://e.lanbook.com/book/153917>

5. \* Ухоботов, В.И. Избранные главы теории нечетких множеств: учебное пособие / В. И. Ухоботов. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2011. — 245 с.

6. \*\* Борисов, В.В. Нечеткие модели и сети: учебное пособие / В. В. Борисов, В. В. Круглов, А. С. Федулов.— М.: Горячая линия-Телеком, 2012. — 284 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5126](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5126)

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 21 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

### Дополнительная литература

1. \*\*Беллман, Р. Динамическое программирование / Р. Беллман. — М.: Издательство иностранной литературы, 1960. — 400 с.  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447825>)
2. \*Ухоботов, В. И. Метод одномерного проектирования в линейных дифференциальных играх с интегральными ограничениями: учебное пособие / В. И. Ухоботов. — Челябинск: Изд-во Челяб. гос. ун-та, 2005. — 124 с.
3. \*\* Колбин, В.В. Методы принятия решений / В.В. Колбин. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 644 с. <https://e.lanbook.com/book/167176>
4. \*\* Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. — М.: Горячая линия-Телеком, 2013. — 384 с.  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=11843](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=11843)
5. \*\* Ярушкина, Н.Г. Основы теории нечетких и гибридных систем: учебное пособие / Н.Г. Ярушкина. — Москва: Финансы и статистика, 2004. — 321 с. [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=28372](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=28372)

### Электронные фонды и ресурсы

Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки [www.lib.csu.ru](http://www.lib.csu.ru). Электронный каталог обеспечивает полное и оперативное представление о библиотечном фонде, повышает качество и эффективность поиска информации – более ,5 млн. записей.

1. *Электронный каталог. Библиографические базы данных.*

Книги, электронные ресурсы, диссертации и авторефераты.

2. *Электронная библиотека.*

Издания ЧелГУ, УМК; диссертации, защищенные в советах ЧелГУ, резервные коллекции, фонд редких книг, электронный справочник «Информио», статистические издания России и стран СНГ.

3. *Реферативные*

Базы данных ИНИОН РАН, базы данных ВИНТИ, Scopus (<http://www.scopus.com>), Science (архив).

4. *Полнотекстовые*

Базы данных диссертаций РГБ, АРБИКОН, SIGLA, научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>, подписка на полнотекстовую коллекцию российских научных журналов (20-205, 48 наименований), издательств: Тау-

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 22 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

lor&Francis, Sage Publications (архив научных журналов); Springer, Wiley (<http://onlinelibrary.wiley.com>).

5. *Электронно-библиотечные системы с возможностью* пользования лицензионными материалами из любой точки, имеющей доступ к сети Интернет (регистрация из сети университета персонального аккаунта): Университетская библиотека онлайн ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)), Лань ([www.e.lanbook.com](http://www.e.lanbook.com)).

### Интернет-ресурсы

1. Moodle [Электронный ресурс]: система дистанционного обучения : [база данных] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, [б.г.]. – Доступ из сети ЧелГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.uio.csu.ru/login/index.php>.

2. Реферативная база по математике MathSciNet (<https://mathscinet.ams.org/mathscinet/>) MathematicalReviews (MR) : реферативная база данных / AmericanMathematicalSociety. – Яз. рус., англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – URL: <http://www.ams.org/mathscinet/>

### Лицензионное программное обеспечение по дисциплине (модулю)

№ п/п	Название	Условия использования	Количество
1	Adobe Reader	Свободное пользование	27 шт.
2	Microsoft Office 2013	На основании лицензии № 64213456	27 шт.

### 8. Материально-техническое обеспечение

Для проведения занятий по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 23 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, а также эффективное выполнение выпускной квалификационной работы (диссертации):

- лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами на основе антивандальной трибуны;
- специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием;
- методические материалы для проведения самостоятельной работы по дисциплине.

На математическом факультете имеются учебные, научно-исследовательские лаборатории, оснащенные современными компьютерами и мультимедийными комплексами: учебно-вычислительная лаборатория (2 компьютерных класса, 24 компьютера), лаборатория методов оптимизации и моделирования игровых ситуаций, учебно-научная лаборатория компьютерной геометрии, учебно-научная лаборатория технических средств обучения (10 компьютеров), учебно-научная лаборатория «Сетевой полигон» (15 компьютеров). Все компьютеры кафедр и лабораторий математического факультета объединены локальной сетью, имеют выход в Интернет.

Университет располагает компьютерными классами, объединенными в локальную сеть, выходом в Интернет, оснащенными современными высокопроизводительными компьютерами. Поддерживается собственный сайт: <http://csu.ru>.

Для получения высшего образования по программам аспирантуры инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья в университете имеются аудитории, оснащенные следующим оборудованием:

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 24 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Название кабинета	Оборудование
Тифлотехническая аудитория, кабинет А-28 первого учебного корпуса	Тифлотехнические средства: брайлевский компьютер с дисплеем и принтером, тифлокомплекс «Читающая машина», телевизионное увеличивающее устройство, тифломагнитолы кассетные (3 шт.) и цифровые диктофоны (6 шт.). Специальное программное обеспечение: программа речевой навигации JAWS, речевые синтезаторы («говорящая мышь»), экранные лупы.
Сурдотехническая аудитория, кабинет А-27 первого учебного корпуса	радиокласс «Сонет-Р» (на 6 человек), программируемые слуховые аппараты (6 шт.) индивидуального пользования с устройством задания режима работы на компьютере, аудиотехника.
Аудитория адаптивных информационных технологий, кабинет А-27 первого учебного корпуса	Компьютерный класс на 2 мест, интерактивная доска ActiveBoard с системой голосования, акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор, телевизор, видеомагнитофон, устройство видеоконференцсвязи VCON HD3000.

Все указанные в настоящей рабочей программе дисциплины методическое и техническое обеспечение учебного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляется Региональным учебно-научным центром инклюзивного образования ЧелГУ.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В качестве основного оценочного средства текущего контроля используется проверка индивидуальных заданий по самостоятельной работе: изучение основной и дополнительной литературы, составление кратких конспектов.

### Методические указания к составлению конспекта

Конспекты представляют собой особую организацию теоретического учебного материала в виде отображения кратких выводов, поясняющих рисунков, символов, схем, графиков и так далее, зрительно подчеркивающего соотношение зависимости явлений, характеризующих определенную проблему. В конспекте в определенной логической последовательности излагается главная информация по теоретическим блокам тем, разделов изучаемой дисциплины. В конспект вводятся и разъясняются все базисные понятия,

 МИНОБРНАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)			
<b>Математический факультет</b> <b>Кафедра теории управления и оптимизации</b>			
Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.1.3 «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» Научная специальность – 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ Направленность (профиль) – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ			
Версия документа - 1	Стр. 25 из 25	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

теории и методы, приводятся иллюстративные примеры. Выполнение такой работы способствует усвоению материала, его запоминанию и осмыслению, развитию образного, логического и абстрактного мышления.

### **Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям и самостоятельной работы аспиранта**

На практических занятиях происходит углубление теоретических знаний аспирантов, развитие практических умений и навыков. Рекомендуется перед каждым практическим занятием выполнить домашнее задание, что позволит лучше усвоить предыдущий материал, и изучить рекомендуемую литературу по предстоящей теме. Аспиранту желательно проявлять активное участие на лекционных занятиях, задавать вопросы, поскольку умение обосновывать свою точку зрения, нахождение компромиссного решения в этически выдержанной дискуссии не только важно для лучшего усвоения материала, но и ценится в реальной жизни.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение аспиранта и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции (вебинары), чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, видеохостинг YouYube, форумы, электронная почта и др.).

Большую часть времени аспиранту самостоятельно работают с учебно-методическими материалами. Аспиранты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, мессенджеров, социальных сетей и т.п.