

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

И.В. Бычков

26 06 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)*

2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр»

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»)

Математический факультет
Кафедра теории управления и оптимизации

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр»
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 17

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

Программа по дисциплине «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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. Измestьев

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. Измestьев

Заведующий отделом аспирантуры
и докторантуры

Н.В. Бочкарева

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Аннотация программы: в рамках дисциплины рассматриваются теория и методы решения задач управления и дифференциальных игр.

1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Цели дисциплины: обучение аспирантов основам теории и методам решения задач управления и дифференциальных игр.

Задачи дисциплины: углубление и систематизация знаний аспирантов, а также в совершенствовании навыков решения задач в области теории управления и дифференциальных игр.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» является дисциплиной по выбору. Преподавание дисциплины осуществляется на первом курсе (2 семестр). Общая трудоемкость дисциплины, в том числе и промежуточная аттестация, составляет 2 зачетных единицы/72 часа, из них контактная работа с преподавателем составляет - 0,5 зачетных единиц/18 часов (лекции – 6 часов, практические – 12 часов), самостоятельная работа – 1,47 зачетных единиц/53 часа, контроль – 0,03 зачетных единиц/1 час.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой математической подготовкой и навыками владения современными вычислительными средствами. Обучаемый должен обладать знаниями по следующим курсам: математический анализ, алгебра, дифференциальные уравнения, в рамках университетского курса.

Дисциплина «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» призвана помочь аспирантам овладеть навыками и знаниями, необходимыми для подготовки к кандидатскому экзамену, выполнения научно-исследовательской работы, включая выполнение кандидатской диссертации, а также практическими навыками решения задач управления и дифференциальных игр.



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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр»
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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____
----------------------	--------------	------------------------	---------------

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 анализа, алгебры, дифференциальных уравнений

3. Требования к результатам освоения содержания дисциплины

Результаты обучения по дисциплине	
знать	методологию и терминологию теории управления и теории дифференциальных игр
уметь	уметь математически формализовать задачи естествознания и техники как задачи управления и дифференциальные игры; проводить исследование и анализ системы; интерпретировать результаты анализа.
владеть	методами решения линейных задач управления и дифференциальных игр

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Вид работы	Семестр				Всего
	1	2	3	4	
Общая трудоёмкость, акад. часов		72			72
Контактная работа:		18			18
Лекции, акад. часов		6			6
Практические (семинары), акад. часов		12			12
Лабораторные работы, акад. часов		-			-
Самостоятельная работа, акад. часов		53			53
Контроль		1			1
Вид контроля (зачёт, экзамен)		зачет			

4.2. Содержание разделов дисциплины

№ раздела	Наименование раздела	Количество часов					Самостоятельная работа	Форма текущего контроля
		Всего	Контактная работа			Контроль		
			Лекции	Практические, семинары	Лаб. работы			
1	Управление линейными системами	24	2	4			18	инд. задания, конспект
2	Дифференциальные игры	26	2	6			20	инд. задания, конспект
3	Приближенные методы решения нелинейных задач управления	21	2	2			15	инд. задания, конспект
	Контроль	1				1		
	Итого:	72	6	12		1	53	



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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр»
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 17

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	Управление линейными системами	1. Линейная задача быстродействия 2. Принцип максимума Л.С. Понтрягина 3. Теоремы о числе переключений
2	Дифференциальные игры	1. Позиционные стратегии и движения 2. Формализация дифференциальной игры 3. Игра сближения-уклонения 4. Свойство стабильности и стабильные мосты 5. Альтернатива в дифференциальной игре сближения-уклонения в классах позиционных стратегий 6. Регулярная игра сближения 7. Экстремальное прицеливание в регулярной игре сближения (линейная система управления)
3	Приближенные методы решения нелинейных задач управления	1. Сеточные методы построения множеств достижимости 2. Решение нелинейной задачи быстродействия

5. Образовательные технологии

- информационно-коммуникационные технологии;
- исследовательские методы в обучении;
- интерактивные технологии;
- 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 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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 математического моделирования, численных методов и комплексов программ; повышение уровня активности и самостоятельности научно-исследовательской работы; развитие навыков анализа, критичности мышления, научной коммуникации.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр»

№	Контролируемые разделы дисциплины	Результаты обучения	Наименование оценочного средства
1	Управление линейными системами	знать: основные понятия, результаты и методы теории управления линейными системами. уметь: проводить исследование и анализ управляемой системы; интерпретировать результаты анализа. владеть: владеть методами решения линейных задач управления.	вопросы к зачету



Математический факультет

Кафедра теории управления и оптимизации

Рабочая программа дисциплины (модуля) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр»

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 17

Первый экземпляр _____

КОПИЯ № _____

2	Дифференциальные игры	знать: основные понятия, результаты и методы теории позиционных дифференциальных игр. уметь: формализовать прикладную задачу в рамках теории позиционных дифференциальных игр; владеть: методами решения позиционных дифференциальных игр.	вопросы к зачету
3	Приближенные методы решения нелинейных задач управления	знать: численные методы, которые применяются при решении задач оптимального управления и дифференциальных игр. уметь: математически корректно составлять задачи и решать их с помощью изученных численных методов. владеть: навыками численного решения задач оптимального управления.	вопросы к зачету

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 дифференцированного зачета

1. Линейная задача быстрого действия
2. Принцип максимума Л.С. Понтрягина
3. Теоремы о числе переключений
4. Позиционные стратегии и движения
5. Формализация дифференциальной игры
6. Игра сближения-уклонения

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

7. Свойство стабильности и стабильные мосты
8. Альтернатива в дифференциальной игре сближения-уклонения в классах позиционных стратегий
9. Регулярная игра сближения
10. Экстремальное прицеливание в регулярной игре сближения (линейная система управления)
11. Сеточные методы построения множеств достижимости
12. Решение нелинейной задачи быстрого действия

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 предоставление 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.

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

6.3. Критерии оценивания результатов обучения

На дифференцированном зачете аспирант отвечает на два теоретических вопроса. Время для подготовки ответа – 30 минут.

Оценивание результатов обучения проводится по пятибалльной шкале:

«Отлично» (5 баллов) – Аспирантом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленные вопросы, в котором он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы. Аспирант достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы, приводит собственные примеры по проблематике поставленного вопроса.

«Хорошо» (4 балла) – Аспирантом дан развернутый ответ на поставленные вопросы, в котором студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу. Аспирант дает аргументированные ответы, приводит примеры. В изложении материала присутствует логичность и последовательность. Однако допускается неточность в ответе.

«Удовлетворительно» (3 балла) – Аспирантом дан ответ, свидетельствующий о знании основных понятий изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных положений теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточно логичным и последовательным изложением материала.

«Неудовлетворительно» (1-2 балла) – Аспирантом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание основных понятий изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных положений теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности изложения материала. Выводы поверхностны. Аспирант не способен ответить на вопросы даже при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю)

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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;
- овладению приемами процесса познания и развитию познавательных способностей.

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

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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 теории управления и дифференциальных игр. 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,

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

– 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.

Основная литература

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

1 . ** Болтянский, В.Г. Математические методы оптимального управления // В.Г. Болтянский. – М.: Наука, 1969. – 409 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116170>

2. *Ухоботов, В.И. Метод одномерного проектирования в линейных дифференциальных играх с интегральными ограничениями: учебное пособие // В.И. Ухоботов. – Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2005. – 124 с.

<http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=texts/200510n0265/ukhobotovvi>

3. ** Громов, Ю.Ю. Специальные разделы теории управления: оптимальное управление динамическими системами: учебное пособие / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев, М.А. Ивановский, Д.П. Швец. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, 2012. – 108 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277799>

Дополнительная литература

1. * Ухоботов, В.И. Правило множителей Лагранжа в задачах вариационного исчисления и оптимального управления: учебное пособие // В.И. Ухоботов. – Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2006. – 146 с.

<http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/004788/ukhobotovvi>

2. ** Осмоловский, Н.П. Оптимальное управление: монография // Н.П. Осмоловский, В.М. Тихомиров. – М.: МЦНМО, 2008. – 320 с.

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=63270>

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

Электронные фонды и ресурсы

Средством доступа к системе собственных электронных ресурсов является сайт библиотеки 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: Taylor&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), Лань (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/>) Mathematical Reviews (MR) : реферативная база данных / American Mathematical Society.– Яз. рус., англ. – Режим до-

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

стуга: для зарегистрп. 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 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр», предусмотренной учебным планом подготовки аспирантов, имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и 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.

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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:

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.

 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) 2.1.2.1 «Аналитические и численные методы решения задач оптимального управления и дифференциальных игр» 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 17	Первый экземпляр _____	КОПИЯ № _____

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

При изучении данной дисциплины используются лекционные, практические занятия и самостоятельная работа аспиранта. На лекционных занятиях преподаватель излагает основное содержание тем программы. Проработку лекционного материала студенту желательно проводить как после каждого занятия, так и по завершению темы. Это позволит связать воедино полученные сведения и составить единую картину.

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 лекционный материал 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.