

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

«26» мая 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ДВ.03.01 ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

Направление

подготовки /специальность 02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ
НАУКИ

Направленность (профиль) /

специализация МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ
МОДЕЛИРОВАНИЕ

Форма обучения ОЧНАЯ

Квалификация МАГИСТР

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ (уровень высшего образования: магистратура)

Программу составил:

Л. К. Янковская, доцент кафедры МКМ, к.ф.-м.н, доц.



Рабочая программа дисциплины «Оптимальное управление экономическими системами» утверждена на заседании кафедры (разработчика) математических и компьютерных методов протокол № 10 от 18.04.2023.

Заведующий кафедрой (разработчика) Лежнев А. В



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук протокол № 8 от 27.04.2023.

Председатель УМК факультета Шмалько С. П.



Рецензенты:

Савенко И.В., коммерческий директор ООО "РосГлавВино"

Никитин Ю.Г., доцент кафедры теоретической физики и компьютерных технологий ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Развитие профессиональных компетентностей в области применения методов математического и алгоритмического моделирования при анализе реальных процессов и объектов с целью нахождения эффективных решений общенаучных и прикладных задач широкого профиля.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачей изучения дисциплины является развитие способности находить, формулировать и решать актуальные и значимые проблемы фундаментальной и прикладной математики, а также создавать и исследовать новые математические модели.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Оптимальное управление экономическими системами» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Дисциплина по выбору) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. В соответствии с рабочим учебным планом дисциплина изучается на 1 курсе по очной форме обучения. Вид промежуточной аттестации: зачет. Для ее изучения требуется освоение следующих предшествующих дисциплин: «Математические методы в науке и производстве» и «Краевые задачи и проекционные алгоритмы». Кроме того, данная дисциплина в соответствии с учебным планом является предшествующей для изучения дисциплины «Математические модели в научных исследованиях и образовании».

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций:

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	знания математических и естественных наук,
ИПК-1.1 Демонстрирует навыки решения задач классической математики, теоретической механики, математической физики	ИПК-1.1. З-1 Знает методы оптимизации функционалов
	ИПК-1.1. У-1 Умеет применять современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов
ИПК-1.2 Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем	ИПК-1.2. З-1 Знает методы математического моделирования оптимальных систем управления в экономике
	ИПК-1.2. У-1 Умеет реализовывать математически сложные алгоритмы в современных программных комплексах
	ИПК-1.2. У-2 Владеет современными информационными технологиями для моделирования и программирования
ИПК-1.4 Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	ИПК-1.4. З-1 Обладает фундаментальными знаниями в области информатики и ИКТ
	ИПК-1.4. У-1 Умеет формулировать и решать задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний
	ИПК-1.4. У-2 Владеет культурой мышления; способностью к восприятию, анализу, обобщению информации

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
ИПК-1.5 Планирует и осуществляет научно-исследовательскую деятельность в математике, механике и информатике	ИПК-1.5. 3-1 Знает методологию проведения физико-математических и прикладных исследований
	ИПК-1.5. У-1 Умеет применять современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования
ПК-2 Способен проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	
ИПК-2.1 Демонстрирует практические навыки в проведении научно-исследовательской работы в профессиональной области	ИПК-2.1. 3-1 Знает основы теории оптимального управления
	ИПК-2.1. У-1 Владеет навыками исследования экономических процессов с точки зрения оптимального управления
ИПК-2.2 Составляет план решения, ставит в ходе решения промежуточные цели для достижения основной, критикует предложенный путь решения задачи и прогнозирует возможный результат	ИПК-2.2. 3-1 Знает методику постановки задач оптимального управления в экономике
	ИПК-2.2. У-1 Умеет собирать исходные данные; систематизировать информацию и передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций
	ИПК-2.2. У-2 Владеет навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач
ИПК-2.3 Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при разработке алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач естествознания	ИПК-2.3. 3-1 Знает прямые и косвенные методы решения задач оптимального управления
	ИПК-2.3. У-1 Умеет выбирать для исследования необходимые методы и применять выбранные методы к решению научных задач
ИПК-2.4 Демонстрирует навыки логичного и последовательного изложения материала научного исследования в устной и письменной форме	ИПК-2.4. 3-1 Знает принципы изложения научных результатов исследовательской работы
	ИПК-2.4. У-1 Умеет оценивать значимость получаемых результатов
	ИПК-2.4. У-2 Владеет навыком выступлений на научно-тематических конференциях
ИПК-2.5 Применяет в профессиональной деятельности методику разработки и реализации алгоритмов на базе языков высокого уровня и пакетов прикладных программ моделирования	ИПК-2.5. 3-1 Знает среду и возможности пакета MathCad
	ИПК-2.5. У-1 Умеет реализовать алгоритмы численных методов на языке высокого уровня
	ИПК-2.5. У-2 Владеет практическим навыком численного решения систем дифференциальных уравнений

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения
			очная 1 семестр (часы)
Контактная работа, в том числе:		32,2	32,2
Аудиторные занятия (всего):		32	32
Занятия лекционного типа		16	16
Лабораторные занятия		16	16
Практические занятия		-	-
Семинарские занятия		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		75,8	75,8
Тестирование (подготовка)		18	18
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)		36	36
Подготовка к текущему контролю		21,8	21,8
Контроль:			
Подготовка к экзамену		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	32,2	32,2
	зач. ед	3	3

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 1 семестре (1 курсе) (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Задача оптимизации управляемых процессов	22	6	-	2	14
2.	Задачи оптимального управления в экономике	24	4	-	4	16
3.	Косвенные методы решения задач оптимального управления	40	6	-	10	24
ИТОГО по разделам дисциплины:		86	16	-	16	54
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	-	-	-	0,2
	Подготовка к текущему контролю	21,8	-	-	-	21,8
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	16	-	16	76

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Задача оптимизации управляемых процессов	Математическая модель оптимальных управляемых процессов. Задача оптимизации управляемых процессов. Построение траектории управляемых процессов.	Т
2.	Задачи оптимального управления в экономике	Примеры задач оптимального управления экономическими системами. Достаточные условия оптимальности и их непосредственное применение к решению задач оптимального управления экономическими системами.	Т
3.	Косвенные методы решения задач оптимального управления	Метод Лагранжа-Понтрягина для непрерывных управляемых процессов. Принцип максимума Понтрягина и условия оптимальности многошагового процесса с неограниченным управлением. Метод Гамильтона-Якоби-Беллмана для динамических систем с обратной связью.	Т

2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1	Задача оптимизации управляемых процессов	Построение математических моделей задач оптимального управления экономическими системами.	ЛР
2	Задачи оптимального управления в экономике	Непосредственное применение достаточных условий оптимальности к решению задач оптимального управления экономическими системами. Решение задач оптимального распределения капитальных вложений в отрасли методом Лагранжа-Понтрягина.	ЛР
3	Косвенные методы решения задач оптимального управления	Решение задач оптимального управления непрерывными процессами со скалярным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина.	ЛР
		Решение задач оптимального управления непрерывными процессами с векторным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина.	ЛР
		Решение задач оптимального управления многошаговыми процессами со скалярным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина.	ЛР
		Решение задач оптимального управления многошаговыми процессами с векторным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина.	ЛР
		Решение задач оптимального управления непрерывными процессами методом Гамильтона-Якоби-Беллмана.	ЛР

В данном подразделе, в табличной форме приводится описание содержания дисциплины, структурированное по разделам, с указанием по каждому разделу формы текущего контроля: устный опрос (У), выполнение индивидуального задания (ИЗ), защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), контрольной работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т), устного опроса (У), контрольной работы (К) и т.д.

При изучении дисциплины могут применяться электронное обучение, дистанционные образовательные технологии в соответствии с ФГОС ВО.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Тестирование	Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
2	Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным занятиям)	Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г. Методические указания по использованию интерактивных методов обучения. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
3	Подготовка к текущему контролю	Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) 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,

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,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, лабораторные занятия, проблемное обучение, разбор практических задач, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (разбора конкретных ситуаций, компьютерного эксперимента, аналитических работ в пакете MathCad) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Оптимальное управление экономическими системами».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме вопросов для устного опроса, теоретического тестирования и защиты лабораторных работ, разноуровневых заданий и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК-1.1 Демонстрирует навыки решения задач классической математики, теоретической механики, математической физики	З-1 Знает методы оптимизации функционалов У-1 Умеет применять современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов	Тестирование Лабораторная работа	Вопрос на зачете 3, 5, 6
2	ИПК-1.2 Демонстрирует навыки программирования подготовленных алгоритмов решения вычислительных задач, разработки структуры и программирования реляционных баз данных, а также экспертных систем	З-1 Знает методы математического моделирования оптимальных систем управления в экономике У-1 Умеет реализовывать математически сложные алгоритмы в современных программных комплексах У-2 Владеет современными информационными технологиями для моделирования и программирования	Тестирование Лабораторная работа Лабораторная работа	Вопрос на зачете 12, 16, 22
3	ИПК-1.4 Собирает и анализирует научно-техническую информацию с учетом базовых представлений, полученных в области фундаментальной математики, механики, естественных наук, программирования и информационных технологий	З-1 Обладает фундаментальными знаниями в области информатики и ИКТ У-1 Умеет формулировать и решать задачи, возникающие в ходе профессиональной деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний У-2 Владеет культурой мышления; способностью к восприятию, анализу, обобщению информации	Тестирование Лабораторная работа Лабораторная работа	Вопрос на зачете 2, 15
4	ИПК-1.5 Планирует и осуществляет научно-исследовательскую деятельность в математике, механике и информатике	З-1 Знает методологию проведения физико-математических и прикладных исследований У-1 Умеет применять современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования	Тестирование Лабораторная работа	Вопрос на зачете 13, 14, 19

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
5	ИПК-2.1 Демонстрирует практические навыки в проведении научно-исследовательской работы в профессиональной области	З-1 Знает основы теории оптимального управления У-1 Владеет навыками исследования экономических процессов с точки зрения оптимального управления	Тестирование Лабораторная работа	Вопрос на зачете 1, 4
6	ИПК-2.2 Составляет план решения, ставит в ходе решения промежуточные цели для достижения основной, критикует предложенный путь решения задачи и прогнозирует возможный результат	З-1 Знает методику постановки задач оптимального управления в экономике У-1 Умеет собирать исходные данные; систематизировать информацию и передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций У-2 Владеет навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач	Тестирование Лабораторная работа Лабораторная работа	Вопрос на зачете 8-10
7	ИПК-2.3 Анализирует поставленные задачи и выбирает эффективные математические методы при разработке алгоритмов и вычислительных программ для решения современных задач естественного происхождения	З-1 Знает прямые и косвенные методы решения задач оптимального управления У-1 Умеет выбирать для исследования необходимые методы и применять выбранные методы к решению научных задач	Тестирование Лабораторная работа	Вопрос на зачете 17, 20, 23
8	ИПК-2.4 Демонстрирует навыки логичного и последовательного изложения материала научного исследования в устной и письменной форме	З-1 Знает принципы изложения научных результатов исследовательской работы У-1 Умеет оценивать значимость получаемых результатов У-2 Владеет навыком выступлений на научно-тематических конференциях	Тестирование Лабораторная работа Лабораторная работа	Вопрос на зачете 6, 11
9	ИПК-2.5 Применяет в профессиональной деятельности методику разработки и реализации алгоритмов на базе языков высокого уровня и пакетов прикладных программ моделирования	З-1 Знает среду и возможности пакета MathCad У-1 Умеет реализовать алгоритмы численных методов на языке высокого уровня У-2 Владеет практическим навыком численного решения систем дифференциальных уравнений	Тестирование Лабораторная работа Лабораторная работа	Вопрос на зачете 18, 21

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Примерный перечень вопросов и заданий

1. Роль методов теории оптимальных процессов
2. Математическая модель задачи оптимизации
3. Классификация методов теории оптимальных процессов
4. Переменные состояния (фазовые координаты) управляющего процесса
5. Программное управление и закон управления

6. Критерий управления качеством
7. Допустимое программное управление, допустимый закон управления, допустимые траектории и процессы
8. Граничные условия и краевая задача
9. Постановка основных задач оптимального управления
10. Свойства оптимальных управлений и оптимальных траекторий
11. Геометрическая интерпретация основной задачи оптимального управления
12. Краткая формулировка задачи и вспомогательные построения для применения принципа максимума Понтрягина
13. Принцип максимума Понтрягина
14. Обобщенные условия трансверсальности
15. Принцип оптимальности динамического программирования и уравнение Гамильтона-Беллмана
16. Ослабленное необходимое условие
17. Последовательность действий при использовании метода динамического программирования
18. Необходимые условия оптимальности особого управления
19. Необходимые условия оптимальности управления в задачах с ограничениями типа неравенств, содержащими только фазовые координаты
20. Типы возможных оптимальных траекторий в задачах с ограничениями на фазовые координаты.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)

1. Некоторые математические понятия (множество пар элементов, его подмножества, проекции и сечения, функционал).
2. Общая задача оптимизации.
3. Теорема о существовании решения задачи нахождения точной нижней (верхней) границы функционала.
4. Основные понятия управляемого процесса (траектория системы, вектор управляющих воздействий, ограничения на состояние системы, процесс, модель управляемой системы, начальные условия, краевые условия, время протекания процесса, функционал качества, терминальная функция).
5. Постановка задачи оптимизации управляемого процесса в непрерывной управляемой системе.
6. Постановка задачи оптимизации многошагового управляемого процесса в дискретной управляемой системе.
7. Построение траекторий управляемых процессов для случая, когда управление представляет собой разрывную функцию времени.
8. Постановка задачи оптимального управления для модели Леонтьева.
9. Постановка задачи оптимального распределения ресурсов между отраслями.
10. Постановка задачи оптимального распределения капитальных вложений между предприятиями.
11. Постановка задачи о линии наименьшей длины и сведение ее к задаче оптимального управления.
12. Вспомогательные математические конструкции для формулировки достаточных условий оптимальности.
13. Достаточные условия оптимальности для непрерывных процессов.
14. Достаточные условия оптимальности для многошаговых процессов.
15. Обобщенная теорема о достаточных условиях оптимальности.
16. Вывод уравнений метода Лагранжа-Понтрягина.
17. Принцип максимума Понтрягина.
18. Сведение задачи оптимального управления к краевой задаче.
19. Принцип максимума как достаточное условие оптимальности.

20. Уравнения метода Лагранжа-Понрягина для многошагового процесса с неограниченным управлением.
21. Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана для непрерывного варианта.
22. Синтез оптимального управления.
23. Алгоритм метода Гамильтона-Якоби-Беллмана.

Критерии оценивания результатов обучения

Критерии оценивания по зачету:

«зачтено»: студент владеет теоретическими знаниями по курсу «Оптимальное управление экономическими системами», знает вывод основных формул и доказательства теорем, допускает незначительные ошибки при расчете вспомогательных соотношений методов Лагранжа-Понрягина и Гамильтона-Якоби-Беллмана; студент умеет правильно объяснять освоенный на лабораторных работах практический материал, иллюстрируя его примерами применения методов оптимального управления экономическими процессами.

«не зачтено»: материал не усвоен или усвоен частично, студент затрудняется привести примеры по практическому использованию методов оптимального управления в экономике, довольно ограниченный объем знаний программного теоретического материала.

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;
- 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;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме с увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература

1. Теория оптимального управления: учебное пособие / И.П. Болодурина, Т.А. Огурцова, О.С. Арапова, Ю.П. Иванова. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 147 с.: - ISBN 978-5-7410-1505-6; То же [Электронный ресурс]. –

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469724>.

2. Першин, И.М. Управление в технических системах. Введение в специальность: учебное пособие / И.М. Першин, В.А. Криштал, В.В. Григорьев; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь: СКФУ, 2014. - 146 с.: - ISBN 978-5-905989-49-0; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457553>.

3. Оптимальное управление в технических системах. Практикум: учебное пособие / Е.А. Балашова, Ю.П. Барметов, В.К. Битюков, Е.А. Хромых; науч. ред. В.К. Битюков; Министерство образования и науки РФ, Воронежский государственный университет инженерных технологий. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. - 289 с.: - ISBN 978-5-00032-307-6; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482037>.

4. Оптимальное управление / под ред. Н.П. Осмоловского, В.М. Тихомирова. - Москва: МЦНМО, 2008. - 320 с. - ISBN 978-5-94057-367-8; То же [Электронный ресурс]. -

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

5. Специальные разделы теории управления. Оптимальное управление динамическими системами / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, В.В. Алексеев и др.; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет». - Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. - 108 с.: ил. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. -

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

5.2. Периодическая литература

1. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика; учред. Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Факультет вычислительной математики и кибернетики МГУ. – Москва: Московский Государственный Университет, 2021. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=610694>. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный.

2. Инженерно-технические решения и инновации / гл. ред. А. С. Бажин ; учред. А. С. Бажин. – Владивосток : Эксперт-Наука. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498330>. – Текст : электронный.

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>

4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com

5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

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

Варианты методических указаний

1. Методические указания для подготовки к занятиям лекционного и семинарского типа. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ. Утверждены на заседании Совета факультета математики и компьютерных наук ФГБОУ ВО «КубГУ». Протокол № 5 от 05 мая 2022 г.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа (302Н, 303Н, 308Н, 309Н, 505А, 507А)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций (301Н, 309Н, 316Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Office; математический пакет MathCAD
Учебные аудитории для проведения текущей и промежуточной аттестации (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: компьютер	Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет;</p> <p>средство подготовки презентаций MS PowerPoint</p>
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (301Н, 302Н, 303Н, 307Н, 308Н, 308На, 309Н, 310Н, 312Н, 314Н, 316Н, 318Н, 320Н)	<p>Мебель: учебная мебель.</p> <p>Подключение к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации</p>	<p>Интернет-браузеры для просмотра сайтов в сети Интернет;</p> <p>средство подготовки презентаций MS PowerPoint</p>