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.
31 мая 2019 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 2019

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.

Программа базируется на представлении о том, что «Оптимальное управление экономическими системами» как составная часть математического моделирования экономических процессов является основой для подготовки к решению профессиональных задач по научно-исследовательской деятельности.

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. Для ее изучения требуется освоение следующих предшествующих дисциплин: «Основные направления развития современной математики и компьютерных наук», «Математические методы в науке и производстве». Кроме того, данная дисциплина в соответствии с учебным планом является предшествующей для изучения дисциплин «Математические модели в научных исследованиях и образовании» и «Математические методы в социальных и гуманитарных науках».

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 профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-2).

В результате изучения обязательной части учебного цикла обучающийся должен обладать:

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	**уметь**	**владеть**
1.	ПК-1	Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	Методы математического моделирования систем управления, методы оптимизации функционалов; методологию проведения физико-математических и прикладных исследований;	применять современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; применять современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов;	методами решения современных проблем математического моделирования; методами для развития и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования;
2.	ПК-2	Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	основные проблемы своей предметной области, требующие использования современных научных методов исследования; методику постановки задач по решению научно технических проблем; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области;	передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций; анализировать и синтезировать находящуюся в его распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований;	способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области излучавшегося явления; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования математических средств научных исследований;

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.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)			
			1	___		
Контактная работа, в том числе:		**32,2**	**32,2**			
Аудиторные занятия (всего):		32	32	-	-	-
Занятия лекционного типа		16	16	-	-	-
Лабораторные занятия		16	16	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		-	-	-	-	-
Иная контактная работа:						
Контроль самостоятельной работы (КРП)		-	-	-	-	-
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2	-	-	-
Самостоятельная работа, в том числе:		**75,8**	**75,8**			
Курсовая работа		-	-	-	-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		25,8	25,8	-	-	-
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		25	25	-	-	-
Реферат		-	-	-	-	-
Подготовка к текущему контролю		25	25	-	-	-
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 дисциплины, изучаемые в 1 семестре *(очная форма)*

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Задача оптимизации управляемых процессов	21	6	-	-	15
2.	Задачи оптимального управления в экономике	23,8	4	-	4	15,8
3.	Косвенные методы решения задач оптимального управления	38	6	-	12	20
	ИТОГО по разделам дисциплины:	82,8	16	-	16	50,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-	-	-
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,1	-	0,1	-
	Подготовка к текущему контролю	25	-	-	-	25
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	16,1	-	16,1	75,8

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

2.3 Содержание разделов дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Темы лекций	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Задача оптимизации управляемых процессов	1) Математическая модель оптимальных управляемых процессов 2) Задача оптимизации управляемых процессов 3) Построение траектории управляемых процессов.	У, ИЗ
2.	Задачи оптимального управления в экономике	4) Примеры задач оптимального управления экономическими системами. 5) Достаточные условия оптимальности и их непосредственное применение к решению задач оптимального управления экономическими системами.	У, ИЗ
3.	Косвенные методы решения задач оптимального управления	6) Метод Лагранжа-Понтрягина для непрерывных управляемых процессов. 7) Принцип максимума Понтрягина и условия оптимальности многошагового процесса с неограниченным управлением. 8) Метод Гамильтона-Якоби-Беллмана для динамических систем с обратной связью.	У, ИЗ

2.3.2 Занятия семинарского типа

Занятия семинарского типа - не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Наименования лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Задача оптимизации управляемых процессов	-	-
2.	Задачи оптимального управления в экономике	1) Построение математических моделей задач оптимального управления экономическими системами. 2) Непосредственное применение достаточных условий оптимальности к решению задач оптимального управления экономическими системами.	ЛР
3.	Косвенные методы решения задач оптимального управления	3) Решение задач оптимального управления непрерывными процессами со скалярным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина. 4) Решение задач оптимального управления непрерывными процессами с векторным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина. 5) Решение задач оптимального управления многошаговыми процессами со скалярным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина. 6) Решение задач оптимального управления многошаговыми процессами с векторным состоянием и управлением методом Лагранжа-Понтрягина 7) Решение задач оптимального управления непрерывными процессами методом Гамильтона-Якоби-Беллмана. 8) Решение задач оптимального управления многошаговыми процессами с векторным состоянием и управлением методом Гамильтона-Якоби-Беллмана	ЛР, КР, ИЗ

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.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

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	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Теория оптимального управления: учебное пособие / И.П. Болодурина, Т.А. Огурцова, О.С. Арапова, Ю.П. Иванова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Оренбургский Государственный Университет. - Оренбург: ОГУ, 2016. - 147 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7410-1505-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469724.
2.	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	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.: табл., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-00032-307-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482037.
3.	Подготовка к текущему контролю	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.: табл., граф. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-00032-307-6 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482037.

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

Для реализации компетентностного подхода предусматривается использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий, таких как лекция-визуализация, проблемная лекция, разбор практических задач, компьютерные симуляции, с применением современных математических пакетов прикладных программ.

В процессе выполнения практических заданий учащиеся должны приобрести навык использования пакета Microsoft Office для решения задач оптимального управления в экономике прямыми методами с привлечением численных методов и для проведения оптимизационного эксперимента.

Использование в обучении информационных технологий составляет 50% объема аудиторных занятий и способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные и методические материалы

4.1 Оценочные средства для текущего контроля и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Метод базисных потенциалов в задачах естествознания».

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

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.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1.	Задача оптимизации управляемых процессов	ПК-1, ПК-2	Опрос, защита ЛР,	Вопрос на зачете 1-7
2.	Задачи оптимального управления в экономике	ПК-1, ПК-2	Опрос, защита ЛР,	Вопрос на зачете 8-11
3.	Косвенные методы решения задач оптимального управления	ПК-1, ПК-2	Опрос, защита ЛР,	Вопрос на зачете 12-23

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	**Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания**		
	пороговый	**базовый**	**продвинутый**
	Оценка		
	зачтено	зачтено	зачтено
1	2	3	4
ПК 1 Способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, программирования и информационных технологий	**Знает - на 60-69%** Методы математического моделирования систем управления, методы оптимизации функционалов; методологию проведения физико-математических и прикладных исследований;	**Знает - на 70-89%** Методы математического моделирования систем управления, методы оптимизации функционалов; методологию проведения физико-математических и прикладных исследований;	**Знает - на 90-100%** Методы математического моделирования систем управления, методы оптимизации функционалов; методологию проведения физико-математических и прикладных исследований;
	Умеет – на 60-69% применять современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; применять современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов;	**Умеет – на 70-89%** применять современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; применять современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов;	**Умеет – на 90-100%** применять современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; применять современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов;
	Владеет – на 60-69% методами решения современных проблем математического моделирования; методами для реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования;	**Владеет – на 70-89%** методами решения современных проблем математического моделирования; методами для реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования;	**Владеет – на 90-100%** методами решения современных проблем математического моделирования; методами для реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах; современными информационными технологиями для моделирования и программирования;

1	2	3	4
ПК 2 Способность проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности	**Знает - на 60-69%** основные проблемы своей предметной области, требующие использования современных научных методов исследования; методику постановки задач по решению научно технических проблем; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области;	**Знает - на 70-89%** основные проблемы своей предметной области, требующие использования современных научных методов исследования; методику постановки задач по решению научно технических проблем; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области;	**Знает - на 90-100%** основные проблемы своей предметной области, требующие использования современных научных методов исследования; методику постановки задач по решению научно технических проблем; методы и средства теоретических научных исследований, позволяющие решать конкретные проблемы данной предметной области;
	Умеет – на 60-69% передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций; анализировать и синтезировать находящуюся в его распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований;	**Умеет – на 70-89%** передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций; анализировать и синтезировать находящуюся в его распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований;	**Умеет – на 90-100%** передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций; анализировать и синтезировать находящуюся в его распоряжении информацию и принимать на этой основе адекватные решения; ставить и решать прикладные исследовательские задачи; оценивать результаты исследований;
	Владеет – на 60-69% способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области излучавшегося явления; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования математических средств научных исследований;	**Владеет – на 70-89%** способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области излучавшегося явления; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования математических средств научных исследований;	**Владеет – на 90-100%** способностью передавать результат проведенных физико-математических и прикладных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области излучавшегося явления; способностью ориентироваться в постановке задачи и определять, каким образом следует искать средства ее решения; навыками выбора и использования математических средств научных исследований;

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

Вопросы для подготовки к устному опросу и защите лабораторных работ

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)

Вопросы для подготовки к зачету

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-Понтрягина для многошагового процесса с неограниченным управлением.
21) Уравнение Гамильтона-Якоби-Беллмана для непрерывного варианта.
22) Синтез оптимального управления.
23) Алгоритм метода Гамильтона-Якоби-Беллмана.

Перечень компетенций (части компетенций), проверяемых оценочным средством

ПК-1 - способен демонстрировать фундаментальные знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий; ПК-2 - способен проводить научные исследования, на основе существующих методов в конкретной области профессиональной деятельности.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Студенты обязаны сдать зачет в соответствии с расписанием и учебным планом. Зачет является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине или ее части, выполнения практических, контрольных, реферативных работ.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должны оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно – по посещаемости лекций, результатам работы на практических занятиях, выполнения самостоятельной работы. При этом допускается на очной форме обучения пропуск не более 20% занятий, с обязательной отработкой пропущенных семинаров. Студенты у которых количество пропусков, превышает установленную норму, не выполнившие все виды работ и неудовлетворительно работавшие в течение семестра, проходят собеседование с преподавателем, который опрашивает студента на предмет выявления знания основных положений дисциплины.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная 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.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используются специальные сервисы в электронно-библиотечных системах (ЭБС), доступ к которым организует Научная библиотека КубГУ.

5.2. Дополнительная литература:

1. 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

2. 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.

5.3. Периодические издания:

1. Вестник Московского Университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал. М.: МГУ, 2014, 2015. - доступно: www.biblioclub.ru – Университетская библиотека ONLINE.

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной систематизированный материал, и лабораторных работ, в процессе выполнения которых закрепляется теоретический материал, вырабатываются навыки постановки оптимизационных задач, построения математических моделей экономических управляемых процессов и практического решения задач поиска оптимальных процессов.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине (модулю), которая по данной дисциплине предусматривает следующие виды:

№ п/п	Виды/формы СР	Сроки выполнения	Формы контроля
1	Изучение лекционного материала по написанным конспектам лекций	В течение семестра	Устный опрос
2	Изучение дополнительного теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе	В течение семестра	Устный опрос
3	Выполнение домашних заданий, состоящих в решении проблемных задач по изученной при выполнении лабораторной работы теме	В течение семестра	Проверка
4	Выполнение индивидуального задания	К 01.12	Проверка
5	Подготовка к контрольным работам	Ноябрь	Контрольная работа
6	Подготовка к сдаче зачета.	Декабрь	Зачет

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. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

7.1 Перечень информационно-коммуникационных технологий.

– Выполнение домашних заданий на компьютере с использованием пакетов MS Excel.

– Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

– Microsoft Office.

7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" www.biblioclub.ru.
2. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» http://e.lanbook.com.

8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
2.	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, доской маркером или мелом
3.	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, доской маркером или мелом
4.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью.
5.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета