

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет математики и компьютерных наук



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.В.ДВ.04.01 ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И  
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ В ЭКОНОМИКЕ**

Направление подготовки /специальность

02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Направленность (профиль) /специализация

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Программа подготовки

АКАДЕМИЧЕСКАЯ

Форма обучения

ОЧНАЯ

Квалификация (степень) выпускника

МАГИСТР

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 02.04.01 МАТЕМАТИКА И КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ

Программу составил:

Янковская Л.К., доц. кафедры  
математических и компьютерных методов,  
к. ф.-м. н., доц.



Рабочая программа дисциплины «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» утверждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов  
протокол № 14 «09» июня 2017 г.  
Заведующий кафедрой (разработчика)  
Дроботенко М.И.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры математических и компьютерных методов  
протокол № 14 «09» июня 2017 г.  
Заведующий кафедрой (выпускающей)  
Дроботенко М.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета математики и компьютерных наук  
протокол № 3 «20» июня 2017 г.  
Председатель УМК факультета  
Титов Г.Н



Рецензенты:

Бунякин А.В., доцент кафедры оборудования нефтегазовых промыслов  
ФГБОУ ВО «КубГТУ»

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.

Программа базируется на представлении о том, что «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» 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 «Имитационное моделирование и прогнозирование в экономике» относится к вариативной части (Дисциплина по выбору) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Для ее изучения требуется освоение следующих предшествующих дисциплин: «Математические методы в социальных и гуманитарных науках», «Основные направления развития современной математики и компьютерных наук». Кроме того, данная дисциплина в соответствии с учебным планом является предшествующей для изучения дисциплин «Математические модели в научных исследованиях и образовании» и «Компьютерные технологии в науке 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 профессиональных компетенций (ПК-5, ПК-7).

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-5	способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах	модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации полученных результатов в среде AnyLogic;	применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и осуществлять на них численный эксперимент;	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; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
2.	ПК-7	способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики	методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;	анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;	навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на имитационных моделях;

## 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)			
			9	10	11	12
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 (КСР)		-	-	-	-	-
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 9 семестре (очная форма)

№ разд ела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1	2	3	4	5	6	7
1.	Концепции имитационного моделирования	19,8	4	-	-	15,8
2.	Пакет имитационного моделирования AnyLogic	30	4	-	6	20
3.	Язык программирования SUN JAVA	28	4	-	4	20
4.	Имитационное моделирование экономических процессов	30	4	-	6	20
	<i>Итого по дисциплине:</i>	107,8	16	-	16	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.	Концепции имитационного моделирования	1) Методологические основы имитационного моделирования 2) Виды имитационного моделирования и классификация систем компьютерного моделирования.	Т, К
2.	Пакет имитационного моделирования AnyLogic	3) Среда пакета имитационного моделирования AnyLogic 7. 4) Этапы имитационного моделирования сложных систем в AnyLogic 7.	К
3.	Язык программирования SUN JAVA	5) Основные сведения о языке программирования SUN JAVA. 6) Элементы управления и фигуры презентации языка программирования SUN JAVA.	Т
4.	Имитационное моделирование экономических процессов	7) Имитационное статистическое моделирование. 8) Имитационное моделирование систем массового обслуживания.	К

### 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.	Концепции имитационного моделирования	-	-
2.	Пакет имитационного моделирования AnyLogic	1) Освоение среды и доработка существующей имитационной модели. 2) Создание новой имитационной модели и построение графиков. 3) Проведение оптимизационного эксперимента.	ЛР ИЗ
3.	Язык программирования SUN JAVA	4) Освоение операторов языка SUN JAVA и создание 2D и 3D анимации. 5) Создание дискретно-событийной имитационной модели.	ЛР ИЗ
4.	Имитационное моделирование экономических процессов	6) Создание агентной модели. 7) Модель сегрегации Т. Шеллинга и сбор статистики. 8) Имитационное моделирование системы массового обслуживания.	ЛР 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)

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.

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 240 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3697-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429702">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=429702</a> .
2.	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)	Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в Anylogic 7 и GPSS World / В.Д. Боев. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 556 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428950">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=428950</a> .
3.	Подготовка к текущему контролю	Мицель, А.А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов : учебное пособие / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : ТУСУР, 2016. - 218 с. : ил. - Библиогр.: с.207. - ISBN 978-5-86889-358-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480884">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=480884</a>

### 3. Образовательные технологии

Для реализации компетентного 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, а именно:

- Пакета имитационного моделирования AnyLogic 7.3.5.

Чтение лекций предполагается в лекционной аудитории, оснащенной мультимедийным оборудованием, для чего по каждой лекции разработаны презентации.

В процессе выполнения практических заданий учащиеся должны приобрести навык использования пакета имитационного моделирования AnyLogic 7.3.5 для создания имитационной модели, проведения имитационного и оптимизационного экспериментов, интерпретации и визуализации результатов, полученных в ходе решения экономических задач. Использование в обучении информационных технологий составляет 100% объема аудиторных занятий и способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

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

### Используемые интерактивные образовательные технологии:

Сем естр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Кол-во часов
9	Лабораторные занятия	<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Освоение среды и доработка существующей имитационной модели»	2
		<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Создание новой имитационной модели и построение графиков»	2
		<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Проведение оптимизационного эксперимента»	2
		<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Освоение операторов языка SUN JAVA и создание 2D и 3D анимации»	2
		<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Создание дискретно-событийной имитационной модели»	2
		<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Создание агентной модели»	2
		<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Модель сегрегации Т. Шеллинга и сбор статистики»	2
		<b>Компьютерная симуляция</b> на тему: «Имитационное моделирование системы массового обслуживания»	2
Итого:			16

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

##### 4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

##### 4.1.1. Образец одного варианта вопросов по защите лабораторной работы

- 1) Как изменить модель таким образом, чтобы слайдеры действовали на оба мяча одновременно?
- 2) Как изменить модель таким образом, чтоб подсчитывалось время, прошедшее с момента последнего отскока мяча?
- 3) Как изменить модель таким образом, чтобы подсчитывалось количество отскоков мяча?
- 4) Как изменить модель таким образом, чтобы мяч вначале выполнения модели был в правом верхнем углу?
- 5) Как изменить модель таким образом, чтобы на один мяч сила тяжести действовала по оси X, а на другой по оси Y?

##### 4.1.2. Образец одного варианта коллоквиума

- 1) Дайте определение транзакта
- 2) Перечислите преимущества имитационного моделирования
- 3) Перечислите характеристики эффективности обслуживания в СМО
- 4) Перечислите элементы (т.е. панели и окна) окна редактора AnyLogic
- 5) Поясните понятие «Системный подход»
- 6) Приведите структуру класса языка Java в общем виде
- 7) Перечислите управляющие операторы языка Java
- 8) Приведите Правило 1 методов Монте-Карло



#### 4.1.3. Образец одного варианта индивидуального задания №1

##### ЗАДАНИЕ 1. Изменение динамики мячей

Дополните анимационное представление мячей согласно заданию для Вашего варианта:

Вариант 1. Измените модель таким образом, чтобы слайдеры действовали на оба мяча одновременно.

##### ЗАДАНИЕ 2. Изменение цвета мячей

Дополните анимационное представление мяча динамическим цветом, так как указано в Вашем варианте.

Вариант 1. Измените модель таким образом, чтобы при отскоке от горизонтальных стенок мячи становились желтыми на 0,5 сек, а при отскоке от боковых – зелеными.

#### 4.1.4. Образец одного варианта индивидуального задания №2

Дополните оптимизационную модель полета снаряда новым оптимизационным экспериментом или осуществите старый эксперимент с учетом измененной постановки задачи, так как указано в Вашем варианте.

Вариант 1. Доработайте оптимизационную модель таким образом, чтобы учитывалась сила реактивной тяги двигателя снаряда, прямо пропорциональная высоте полета.

#### 4.1.5. Образец одного варианта индивидуального задания №3

Вариант 7. Динамическое моделирование процесса управления

Существует несколько базовых принципов управления, предполагающих наличие определенных элементов и связей, объединенных в систему (рис. 1).

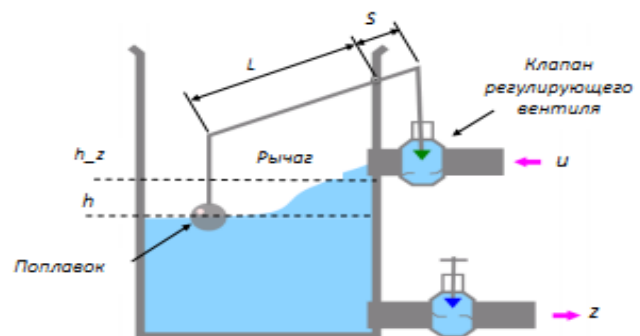
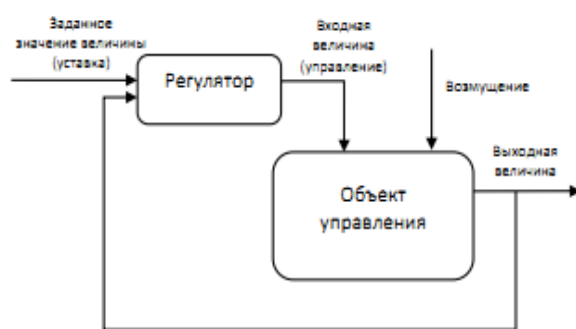


Рис. 1. Схема системы управления

Рис. 2. Система регулирования уровня в емкости  
Выходная величина типичного объекта управления описывается уравнением:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{1}{a} \cdot (k \cdot u - z - h),$$

где  $a$  – коэффициент пропорциональности, определяемый параметрами объекта управления;  $k$  – коэффициент усиления объекта по управлению;  $z$  – изменяющееся внешнее воздействие (возмущение).

Требуется построить модель системы регулирования уровня жидкости в емкости с пропорционально-интегральным законом управления (рис. 2).

Входную величину (управление) определим следующим образом:

$$u = u_i + k_p \cdot (h_z - h),$$

где  $h_z$  – заданное значение уровня;  $u$  – управление, которое состоит из интегральной и пропорциональной части;  $u_i$  – интегральная составляющая управления;  $k_p$  – коэффициент при пропорциональной составляющей управления.

Интегральная составляющая управления может быть задана:

$$\frac{du_i}{dt} = k_i \cdot (h_z - h),$$

где  $k_i$  – коэффициент при интегральной составляющей управления.

Для создания модели выполните следующие шаги:

1. Создайте логику модели - Математическую модель.

2. Установите начальные значения параметров:  $a = 10$ ;  $k = 1$ ;  $k_p = 0.5$ ;  $k_i = 0.5$ ;  $z = 80$ ;  $h_z = 300$ . В накопителе  $h$  вычисляется выходная величина – уровень наполнения емкости. Установите его начальное значение: 80.
3. Внесите в модель элемент Временной график. Настройте его свойства для показа графика накопителя  $h$ .
4. Постройте анимационную модель системы такую, как на рисунке 2. Для этого необходимо связать поведение воды, рычага и поплавка с значением накопителя  $h$ .
5. Запустите эксперимент и продемонстрируйте результат преподавателю.

#### 4.1.6. Образец одного варианта индивидуального задания №4

Моделирование системы массового обслуживания с ожиданием.

Примем следующие предположения:

- пусть заданы  $n$ ,  $\tau$  и  $\bar{t}_{об}$ ;
- входящий поток требований или заявок, которые поступают на обслуживание: экспоненциальный с заданным временем между прибытиями;
- дисциплина постановки в очередь и выбор из нее: «раньше поступил - раньше обслужился»;
- правило, по которому осуществляется обслуживание: беспriorитетное;
- выходящий поток требований: несущественен;
- режимы работы: без отказов и прерываний.

Требуется:

- 1) теоретически рассчитать:
  - $p_0$  – вероятность того, что все каналы свободны;
  - $p_n$  – вероятность того, что все каналы заняты;
  - среднее время ожидания;
  - $l_s$  – среднюю длину очереди;
  - $\bar{t}$  – среднее время пребывания в системе;
  - $m_s$  – среднее число требований, находящихся в системе;
- 2) Создать логику модели;
- 3) установить начальные значения параметров в 0;
- 4) создать презентацию агента;
- 5) создать диаграмму моделирования процесса и настроить ее свойства согласно вашему индивидуальному заданию;
- 6) создать презентацию очереди с помощью прямоугольного узла;
- 7) для анализа динамических свойств модели организовать сбор данных о работе очереди и каналов обслуживания, определение времени, потраченного на обслуживание каждой заявки каждым каналом;
- 8) для каждого канала добавить на презентацию столбиковую диаграмму загруженности каждого канала и гистограмму распределения времени обработки заявки с отображением плотности вероятностей и среднего значения, а также столбиковую диаграмму, отображающую среднюю длину очереди и среднее число требований, находящихся в системе;
- 9) запустить модель и проанализировать работу системы;
- 10) сравнить среднюю длину очереди и среднее число требований, находящихся в системе, полученные в результате эксперимента, с рассчитанными теоретически;
- 11) продемонстрировать результат преподавателю.

Вариант 1. Ателье принимает заказы на ремонт верхней одежды. В среднем в течении месяца поступает 10 заявок от заказчиков. Выполняют заказы 5 мастеров, каждый из которых затрачивает в среднем на выполнение одного заказа 12 дней.

## 4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

### 4.2.1. Пример (вариант) для промежуточной аттестации (зачета) по итогам освоения дисциплины

1. Изложите этапы имитационного моделирования сложных систем.
2. Опишите инструменты поддержки агентного моделирования в AnyLogic.
3. Задана стохастическая переменная - интенсивность входного потока, значения которой представляют собой интервалы между последовательными появлениями пациентов, которая имеет следующее распределение:

Промежуток между появлениями пациентов, мин	1	2	3	4	5	6	7	8
Вероятность	0,05	0,05	0,10	0,20	0,40	0,10	0,05	0,05

Используя метод Монте-Карло, каждому значению этой стохастической переменной поставьте в соответствие случайное число в интервале от 0 до 99.

### 4.2.2. Критерии оценки знаний

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно/ зачтено	Хорошо/ зачтено	Отлично/ зачтено
1	2	3	4
ПК 7 Выпускник должен обладать способностью к применению методов математического и алгоритмического моделирования при анализе экономических и социальных процессов, задач бизнеса, финансовой и актуарной математики	<b>Знает - на 60-69%</b> методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;	<b>Знает - на 70-89%</b> методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;	<b>Знает - на 90-100%</b> методы математического и алгоритмического моделирования экономических и социальных процессов, задач бизнеса и финансовой математики; методы прогнозирования в экономике средствами имитационного моделирования;
	<b>Умеет – на 60-69%</b> анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;	<b>Умеет – на 70-89%</b> анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;	<b>Умеет – на 90-100%</b> анализировать управленческие задачи в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; строить математические модели экономических процессов и осуществлять на них оптимизационный эксперимент;
	<b>Владеет – на 60-69%</b> навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на имитационных моделях;	<b>Владеет – на 70-89%</b> навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на имитационных моделях;	<b>Владеет – на 90-100%</b> навыками использования методов математического и алгоритмического моделирования при анализе управленческих задач в научно-технической сфере, в экономике, бизнесе и гуманитарных областях знаний; исследования экономических процессов на имитационных моделях;

1	2	3	4
<p><b>ПК 5</b> Выпускник должен обладать способностью к творческому применению, развитию и реализации математически сложных алгоритмов в современных программных комплексах</p>	<p><b>Знает - на 60-69%</b> модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации полученных результатов в среде AnyLogic;</p>	<p><b>Знает - на 70-89%</b> модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации полученных результатов в среде AnyLogic;</p>	<p><b>Знает - на 90-100%</b> модели представления знаний в интеллектуальных системах, методы обработки знаний и способы организации интеллектуальных систем, методы проектирования интеллектуальных систем; теоретические основы имитационного моделирования; среду и возможности пакета AnyLogic; методы анализа, интерпретации и визуализации полученных результатов в среде AnyLogic;gic</p>
	<p><b>Умеет – на 60-69%</b> применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и осуществлять на них численный эксперимент;</p> <p><b>Владеет – на 60-69%</b> 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; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.</p>	<p><b>Умеет – на 70-89%</b> применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и осуществлять на них численный эксперимент;</p> <p><b>Владеет – на 70-89%</b> 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; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.</p>	<p><b>Умеет – на 90-100%</b> применять в научной и производственной деятельности современные математические методы для решения актуальных проблем математического моделирования; современные методы и технологии для совершенствования известных математически сложных алгоритмов; пакет AnyLogic; строить имитационные модели и осуществлять на них численный эксперимент;</p> <p><b>Владеет – на 90-100%</b> 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; навыками создания имитационной модели в пакете AnyLogic.</p>

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 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 основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Боев, В.Д. Концептуальное проектирование систем в Anylogic 7 и GPSS World / В.Д. Боев. - 2-е изд., испр. - Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 556 с.: ил.; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428950>.

2. Бродский, Ю.И. Лекции по математическому и имитационному моделированию / Ю.И. Бродский. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 240 с.: ил., схем., табл. -

Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3697-8; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429702>.

3. Мицель, А.А. Сборник задач по имитационному моделированию экономических процессов: учебное пособие / А.А. Мицель, Е.Б. Грибанова; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем

Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск: ТУСУР, 2016. - 218 с.: ил. -

Библиогр.: с.207. - ISBN 978-5-86889-358-2; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480884>.

### **5.2. Дополнительная литература:**

1. Салмина, Н.Ю. Имитационное моделирование: учебное пособие / Н.Ю. Салмина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск: ТУСУР, 2015. -

118 с.: схем. - Библиогр.: с. 105.; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480901>.

2. Снетков, Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: учебно-практическое пособие / Н.Н. Снетков. - Москва: Евразийский открытый институт, 2008. - 227 с. - ISBN 978-5-374-00079-5; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=90359>.

3. Мешечкин, В.В. Имитационное моделирование: учебное пособие / В.В. Мешечкин, М.В. Косенкова. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. - 116 с. - ISBN 978-5-8353-1299-3; То же [Электронный ресурс]. -

URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232371>.

### 5.3. Периодические издания:

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

### 6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).

2. Электронно-библиотечная система Издательства «Лань» <http://e.lanbook.com>.

### 7. 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 создания имитационных моделей со сбором статистики и разработкой 2D и 3D анимации, проведения на этих моделях оптимизационных экспериментов и интерпретации полученных результатов.

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 и тестирование
2	Изучение дополнительного теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, по рекомендованной литературе	В течение семестра	Устный опрос и тестирование
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 15.05	Проверка
5	Подготовка к коллоквиуму	май	Коллоквиум
6	Подготовка к сдаче зачета.	май	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.

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

#### 8.1 Перечень информационных технологий.

- Выполнение лабораторных работ на компьютере.
- Проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты.

## 8.2 Перечень необходимого программного обеспечения

– Microsoft Office.

## 8.3 Перечень необходимых информационных справочных систем

1. Боев В. Д., Кирик Д.И., Сыпченко Р.П. Компьютерное моделирование: пособие для курсового и дипломного проектирования. - доступно: [www.anylogic.ru/books](http://www.anylogic.ru/books) – официальный сайт AnyLogic.

## 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
	Лекционные занятия	Лекционная аудитория, специально оборудованная мультимедийными демонстрационными комплексами, учебной мебелью
	Лабораторные занятия	Помещение для проведения лабораторных занятий оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
	Групповые (индивидуальные) консультации	Помещение для проведения групповых (индивидуальных) консультаций, учебной мебелью, оснащенное презентационной техникой (проектор, экран, ноутбук) и соответствующим программным обеспечением
	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Помещение для проведения текущей и промежуточной аттестации, оснащенное учебной мебелью, персональными компьютерами с доступом к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации
	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