

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

*Рекомендовано МССН  
09.00.00 «Информатика и  
вычислительная техника»*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины**

**Имитационное моделирование**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**09.03.03 — Прикладная информатика**

*(указываются код и наименование направления подготовки/специальности)*

**Квалификация (степень) выпускника бакалавр**

*(указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ОС ВО РУДН)*

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью курса является введение учащихся в предметную область имитационного моделирования с помощью средств GPSS World.

Задачей курса является формирование у студента простейших навыков имитационного моделирования в среде GPSS World, ознакомление с простейшими теоретическими основами статистического моделирования, и подготовка студента к применению полученных знаний для решения простейших прикладных задач.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина Имитационное моделирование относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Универсальные компетенции			
	УК-1	-	Математическое моделирование Моделирование сложно структурированных систем
Общепрофессиональные компетенции			
	ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10		
Профессиональные компетенции (вид профессиональной деятельности: научно-исследовательский, аналитический)			
	ПК-7		
Профессионально-специализированные компетенции специализации			
	-	-	-

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.

ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности.

ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования.

ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения.

ОПК-10 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.

ПК-7 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований.

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10; ПК-7

*(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)*

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

- УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач
- УК-1.2 Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности
- УК-1.3 Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

- ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования
- ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
- ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

- ОПК-2.1 Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-2.2 Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-2.3 Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

- ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования
- ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий

- ОПК-6.3 Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий
- ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
  - ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий
  - ОПК-7.2 Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ
  - ОПК-7.3 Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов
- ОПК-10 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.
  - ОПК-10.1 Знает базовые принципы цифровых технологий и методов, необходимых в профессиональной деятельности в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
  - ОПК-10.2 Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности цифровые технологии и методы в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
  - ОПК-10.3 Владеет необходимыми в профессиональной деятельности технологиями и методами в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ПК-7 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
  - ПК-7.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий
  - ПК-7.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности

В результате изучения дисциплины студент должен:

***Знать:***

- основы простейшие понятия статистического моделирования, простейшие приемы имитационного моделирования,
- структуру, основные элементы и принципы работы системы GPSS Word.

***Уметь:***

- самостоятельно строить имитационные модели различных систем, самостоятельно изучать научную литературу в соответствии с профилем обучения.

***Владеть:***

- современными знаниями в области имитационного моделирования, навыками работы в среде GPSS World
- способностью осваивать другие современные инструментальные средства имитационного моделирования.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры, модули
		семестр 4, модуль 8
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	36	36
В том числе:	-	-
<i>Лекции</i>	18	18
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>		
<i>Семинары (С)</i>		
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>	18	18
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	72	72
Общая трудоемкость	час	108
	зач. ед.	3

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (темы)
1.	Общие принципы построения имитационных моделей	Цели и задачи имитационного моделирования, дискретно-событийное моделирование. Порождение случайных чисел. Примеры. Закон больших чисел.
2.	Система моделирования GPSS World. Разработка и эксплуатация моделей в GPSS World	Команды языка. Диалоговые возможности языка. Внесение транзактов в модель и удаление из нее. Элементы, отображающие одноканальные обслуживающие устройства. Реализация задержки во времени. Сбор статистики об ожидании. Пример моделирования СМО М/М/1. Логика моделирования. Таймер модельного времени. Анализ результатов моделирования. Цепи текущих и будущих событий. Генераторы случайных величин. Задание дискретных и непрерывных функций. Библиотека стандартных распределений. Многоканальные устройства. Пример моделирования работы грузового порта. Блок TRANSFER в различных режимах работы. Стандартные числовые атрибуты. Параметры транзактов. Блок PRIORITY. Пример моделирования двухпоточковой одноканальной СМО с относительным приоритетом. Арифметические и булевы переменные. Оператор MATRIX и блок MSAVEVALUE. Блоки TEST и SPLIT. Оператор TABLE и блок TABULATE. Блок MARK. Блоки LINK и UNLINK. Блоки PREEMPT и RETURN. Примеры моделирования СМО с ненадежным прибором и СМО с переупорядочиванием заявок.
3.	Анализ результатов моделирования	Проблемы организации имитационных экспериментов. Оценка точности результатов моделирования.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Практ. зан.	Лаб. зан.	Семи н	СРС	Всего час.
1.	Общие принципы построения имитационных моделей	2		2		10	14
2.	Система моделирования GPSS World. Разработка и эксплуатация моделей в GPSS World	14		16		62	92
3.	Анализ результатов моделирования	2		0		0	2
	<b>Итого:</b>	<b>18</b>		<b>18</b>		<b>72</b>	<b>108</b>

## 6. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	1	Дискретно-событийное моделирование. Порождение случайных чисел. Примеры. Закон больших чисел.	2
2.	2	Система моделирования GPSS World. Базовые блоки.	6
3.	2	Разработка и эксплуатация моделей в GPSS World.	10
	<b>Всего часов</b>		<b>18</b>

## 7. Практические занятия (семинары) — не предусмотрены

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения учебных занятий (в том числе для практического и лекционного типов занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации).

Компьютерные (дисплейные) классы с доступом к сети Интернет и электронно-образовательной среде Университета для выполнения обучающимися заданий лабораторного практикума, выполнения обучающимися самостоятельной работы и проведения компьютерного тестирования обучающихся (при необходимости).

## 9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

- продукты Microsoft - операционная система, пакет офисных приложений, MS Teams и др. (подписка Enrollment for Education Solutions (EES)).
- Программное обеспечение со свободной лицензией (free):
  - браузер Chrome (лицензия Google Chrome Terms of Service)
  - Adobe Reader (лицензия Adobe Software License Agreement)
  - офисный пакет LibreOffice (лицензия MPL-2.0)
  - GPSS World Student (GPSS World Student License Agreement)
  - GNU Octave (лицензия GPL)

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература

1. Моделирование систем массового обслуживания в среде GPSS WORLD : учебно-методическое пособие / С. И. Матюшенко, Д. А. Пяткина, Р. В. Разумчик. - Москва : Российский ун-т дружбы народов, 2020. - 114 с. : ил., табл.; 20 см.; ISBN 978-5-209-10324-0



б) дополнительная литература

1. Шрайбер Т.Д. Моделирование на GPSS. – М.: Машино-строение, 1980. – 592 с.
2. Руководство пользователя по GPSS World./ Перевод с английского./- Казань: Изд-во «Мастер Лайн», 2002.
3. Томашевский В.Н., Жданова Е.Г. Имитационное моделирование в среде GPSS.- М.: Бестселлер, 2003.

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

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один модуль. В дисциплине предусмотрены лекции, лабораторные занятия и контрольные мероприятия. В конце семестра проводится итоговый контроль знаний.

### **11.1 Методические указания по самостоятельному освоению теоретического материала по дисциплине**

Лекционный материал дисциплины охватывает темы, указанные в разделе 5.1 программы дисциплины. В ТУИС (<http://esystem.pfur.ru>) по темам размещены лекции. Рекомендуется по указанным темам в дополнение к презентациям изучить литературу, указанную в п. 10.а и п.10.б.1 программы дисциплины.

### **11.2 Методические указания по выполнению лабораторных работ**

Предполагается, что выданные преподавателем задания выполняются каждым студентом индивидуально. Выполнение заданий для самостоятельной работы позволяет студенту приобрести дополнительные навыки и закрепить знания по изучаемой теме.

Если студент осваивает дисциплину дистанционно, то все задания сдаются студентом на проверку (по согласованию с преподавателем) либо через MS Teams, либо через соответствующие разделы ТУИС (<http://esystem.pfur.ru>).

### **11.3. Методические указания по подготовке к контрольным мероприятиям**

Контрольные мероприятия по дисциплине проводятся в форме выполнения контрольных работ. Итоговый контроль в форме экзамена проводится по темам всех разделов дисциплины. Вопросы для подготовки размещены в соответствующем разделе ТУИС (<http://esystem.pfur.ru>).

## **12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

ФОС по дисциплине представлен в приложении к данной программе.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### **Разработчики:**

доцент кафедры прикладной информатики  
и теории вероятностей

Р.В. Разумчик

Зав. кафедрой прикладной информатики  
и теории вероятностей, проф.

К.Е. Самуйлов

### **Руководитель программы**

Зав. кафедрой  
информационных технологий, д.ф.-м.н.

Ю.Н. Орлов

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*

*Кафедра прикладной информатики и теории вероятностей*

# **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

## **ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Имитационное моделирование

(наименование дисциплины)

09.03.03 — Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки)

бакалавр

Квалификация (степень) выпускника



## Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине Имитационное моделирование

Направление: 09.03.03 — Прикладная информатика

Код контр. компетенции или ее части	Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы темы	Баллы раздела
			Аудиторная работа		Экзамен		
			Выполнение ЛР	Проверочная работа	Итог. контроль		
УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10; ПК-7	Общие принципы построения имитационных моделей	Цели и задачи имитационного моделирования, дискретно-событийное моделирование. Порождение случайных чисел. Примеры. Закон больших чисел.	10			24	20
	Система моделирования GPSS World. Разработка и эксплуатация моделей в GPSS World	Команды языка. Диалоговые возможности языка. Внесение транзактов в модель и удаление из нее. Элементы, отображающие одноканальные обслуживающие устройства. Реализация задержки во времени. Сбор статистики об ожидании. Логика моделирования. Таймер модельного времени. Анализ результатов моделирования. Цепи текущих и будущих событий. Генераторы случайных величин. Задание дискретных и непрерывных функций. Библиотека распределений. Многоканальные устройства. Блок TRANSFER в различных режимах работы. Стандартные числовые атрибуты. Параметры транзактов. Блоки TEST, SPLIT, PRIORITY, MARK.	20	20	20	48	80
		Переменные. Оператор MATRIX и блок MSAVEVALUE. Оператор TABLE и блок TABULATE. Блок LINK и UNLINK и другие специальные блоки.	30	0		38	
	Анализ результатов моделирования	Проблемы организации имитационных экспериментов. Оценка точности результатов моделирования.	0	0	0	0	0
<b>Итого:</b>			<b>60</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-6; ОПК-7; ОПК-10; ПК-7

*(указываются в соответствии с ОС ВО РУДН)*

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

- УК-1.1 Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации, методики системного подхода для решения профессиональных задач
- УК-1.2 Умеет анализировать и систематизировать разнородные данные, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности
- УК-1.3 Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности

- ОПК-1.1 Знает основы математики, физики, вычислительной техники и программирования
- ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и обще-инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования
- ОПК-1.3 Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности

ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

- ОПК-2.1 Знает современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-2.2 Умеет выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-2.3 Владеет навыками применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-6 Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования

- ОПК-6.1 Знает основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования
- ОПК-6.2 Умеет применять методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий

- ОПК-6.3 Владеет навыками проведения инженерных расчетов основных показателей результативности создания и применения информационных систем и технологий
- ОПК-7 Способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения
- ОПК-7.1 Знает основные языки программирования и работы с базами данных, операционные системы и оболочки, современные программные среды разработки информационных систем и технологий
- ОПК-7.2 Умеет применять языки программирования и работы с базами данных, современные программные среды разработки информационных систем и технологий для автоматизации бизнес-процессов, решения прикладных задач различных классов, ведения баз данных и информационных хранилищ
- ОПК-7.3 Владеет навыками программирования, отладки и тестирования прототипов программно-технических комплексов
- ОПК-10 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.
- ОПК-10.1 Знает базовые принципы цифровых технологий и методов, необходимых в профессиональной деятельности в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ОПК-10.2 Умеет применять необходимые в профессиональной деятельности цифровые технологии и методы в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ОПК-10.3 Владеет необходимыми в профессиональной деятельности технологиями и методами в области прикладной информатики для: изучения и моделирования объектов профессиональной деятельности, анализа данных, представления информации и пр.
- ПК-7 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований
- ПК-7.1 Знает основы научно-исследовательской деятельности в области информационных технологий, знает основные методы решения прикладных задач, современные методы информационных технологий
- ПК-7.2 Умеет применять полученные знания для решения стандартных задач в области информационных технологий и в собственной научно-исследовательской деятельности

# Балльно-рейтинговая система оценки уровня знаний

## Сводная оценочная таблица дисциплины

Контролируемый раздел дисциплины	Контролируемая тема дисциплины	ФОСы (формы контроля уровня освоения ООП)			Баллы темы	Баллы раздела
		Аудиторная работа		Экзамен		
		Выполнение ЛР	Проверочная работа	Итог. контроль		
Общие принципы построения имитационных моделей	Цели и задачи имитационного моделирования. Порождение случайных чисел. Примеры. Закон больших чисел.	10			24	20
Система моделирования GPSS World. Разработка и эксплуатация моделей в GPSS World	Команды языка. Диалоговые возможности языка. Внесение транзактов в модель и удаление из нее. Элементы, отображающие одноканальные обслуживающие устройства. Реализация задержки во времени. Сбор статистики об ожидании. Логика моделирования. Таймер модельного времени. Анализ результатов моделирования. Цепи текущих и будущих событий. Генераторы случайных величин. Задание дискретных и непрерывных функций. Библиотека распределений. Многоканальные устройства. Блок TRANSFER в различных режимах работы. Стандартные числовые атрибуты. Параметры транзактов. Блоки TEST, SPLIT, PRIORITY, MARK.	20	20	20	48	80
	Переменные. Оператор MATRIX и блок MSAVEVALUE. Оператор TABLE и блок TABULATE. Блок LINK и UNLINK и другие специальные блоки.	30	0		38	
Анализ результатов моделирования	Проблемы организации имитационных экспериментов. Оценка точности результатов моделирования.	0	0	0	0	0
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Таблица соответствия баллов и оценок**

Баллы БРС	Традиционные оценки РФ	Оценки ECTS
95 - 100	5	A
86 - 94		B
69 - 85	4	C
61 - 68	3	D
51 - 60		E
31 - 50	2	FX
0 - 30		F
51-100	Зачет	Passed

**Правила применения БРС**

1. Раздел (тема) учебной дисциплины считаются освоенными, если студент набрал более 50 % от возможного числа баллов по этому разделу (теме).
2. Студент не может быть аттестован по дисциплине, если он не освоил все темы и разделы дисциплины, указанные в сводной оценочной таблице дисциплины.
3. По решению преподавателя и с согласия студентов, не освоивших отдельные разделы (темы) изучаемой дисциплины, в течение учебного семестра могут быть повторно проведены мероприятия текущего контроля успеваемости или выданы дополнительные учебные задания по этим темам или разделам. При этом студентам за данную работу засчитывается минимально возможный положительный балл (51 % от максимального балла).
4. При выполнении студентом дополнительных учебных заданий или повторного прохождения мероприятий текущего контроля полученные им баллы засчитываются за конкретные темы. Итоговая сумма баллов не может превышать максимального количества баллов, установленного по данным темам.-
5. График проведения мероприятий текущего контроля успеваемости формируется в соответствии с календарным планом курса. Студенты обязаны сдавать все задания в сроки, установленные преподавателем.
6. Время, которое отводится студенту на выполнение мероприятий текущего контроля успеваемости, устанавливается преподавателем. По завершении отведенного времени студент должен сдать работу преподавателю, вне зависимости от того, завершена она или нет.
7. Использование источников (в том числе конспектов лекций и лабораторных работ) во время выполнения контрольных мероприятий возможно только с разрешения преподавателя.
8. Отсрочка в прохождении мероприятий текущего контроля успеваемости считается уважительной только в случае болезни студента, что подтверждается наличием у него медицинской справки, заверенной круглой печатью в КДЦ РУДН, предоставляемой преподавателю не позднее двух недель после выздоровления. В этом случае выполнение контрольных мероприятий осуществляется после выздоровления студента в срок, назначенный преподавателем. В противном случае, отсутствие студента на контрольном мероприятии признается не уважительным.
9. Студент допускается к итоговому контролю знаний с любым количеством баллов, набранных в семестре.
10. Если в итоге за семестр студент получил менее 51 балла, то студенту разрешается добор необходимого (до 51) количества баллов путем повторного одноразового выполнения предусмотренных контрольных мероприятий, при этом по усмотрению преподавателя аннулируются соответствующие предыдущие результаты.



## Примерный перечень оценочных средств

п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b><i>Аудиторная работа</i></b>			
1	Проверочные работы	Средство контроля, организованное на аудиторном занятии, на котором обучающимся необходимо самостоятельно продемонстрировать усвоение пройденного до настоящего момента учебного материала.	Примеры заданий
2	Лабораторная работа	Система практических заданий, направленных на формирование практических навыков у обучающихся.	Фонд практических заданий
3	Дифференцированный зачет в форме коллоквиума	Форма контроля усвоения дисциплины, организованное как учебное занятие в виде беседы преподавателя с обучающимся по заранее подготовленным обучающимся вопросам.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
<b><i>Самостоятельная работа</i></b>			
1	Подготовка отчетов по результатам выполнения лабораторных работ	Форма проверки качества выполнения студентами лабораторных работ в соответствии с утвержденной программой.	Фонд практических заданий в рамках лабораторного практикума по дисциплине

Учебным планом на изучение дисциплины отводится один семестр (модуль). В дисциплине предусмотрены лекции, лабораторный практикум, контрольные мероприятия. В конце семестра проводится итоговый контроль знаний.

Оценивание результатов освоения дисциплины производится в соответствии с балльно-рейтинговой системой. По дисциплине предусмотрен дифференцированный зачет.

Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме коллоквиума, но при необходимости контроль знаний может проводиться в форме письменного ответа на вопросы из билетов.

## Критерии оценки по дисциплине

*95-100 баллов:*

- полное и своевременное выполнение на высоком уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- безупречное владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- выраженная способность самостоятельно и творчески решать поставленные задачи;
- полная самостоятельность и творческий подход при изложении материала по программе дисциплины;
- полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины и преподавателем.

*86- 94 балла:*

- полное и своевременное выполнение на хорошем уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, успешное прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное, глубокое и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;
- хорошее владение программным обеспечением, умение эффективно использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность самостоятельно решать поставленные задачи в нестандартных производственных ситуациях;
- усвоение основной и дополнительной литературы, нормативных и законодательных актов, рекомендованных программой дисциплины и преподавателем.

*69-85 баллов:*

- своевременное выполнение на хорошем уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- хороший уровень культуры исполнения лабораторных работ;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;

- способность самостоятельно решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- усвоение основной литературы;

*51-68 баллов:*

- выполнение на удовлетворительном уровне лабораторных работ с оформлением отчетов, прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- систематизированное и полное освоение навыков и компетенций по всем разделам программы дисциплины;
- удовлетворительное владение программным обеспечением, умение использовать его в постановке и решении научных и профессиональных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

*31 - 50 баллов – НЕ ЗАЧТЕНО:*

- не выполнение, несвоевременное выполнение или выполнение на неудовлетворительном уровне лабораторных работ, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса;
- недостаточно полный объем навыков и компетенции в рамках программы дисциплины;
- неумение использовать в практической деятельности научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными стилистическими и логическими ошибками;
- слабое владение программным обеспечением по разделам программы дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) производственных задач;
- способность решать проблемы в рамках программы дисциплины;
- удовлетворительное усвоение основной литературы;

*0-30 баллов, НЕ ЗАЧТЕНО:*

- отсутствие умений, навыков, знаний и компетенции в рамках программы дисциплины;
- невыполнение лабораторных заданий, не прохождение контрольных мероприятий, предусмотренных программой курса; отказ от ответов по программе дисциплины;
- игнорирование занятий по дисциплине по неуважительной причине.

# Комплект вопросов для итогового контроля знаний

Дисциплина Имитационное моделирование  
(наименование дисциплины)

Итоговый контроль знаний по дисциплине проводится в форме коллоквиума.

1. Суть дискретно-событийного моделирования.
2. Генераторы псевдослучайных чисел из  $(0,1)$  и их качество.
3. Моделирование дискретных случайных величин.
4. Моделирование непрерывных случайных величин.
5. Блоки GENERATE и TERMINATE.
6. Блоки QUEUE, DEPART.
7. Блоки SEIZE и RELEASE.
8. Логика моделирования. Таймер модельного времени.
9. Генераторы случайных чисел в GPSS.
10. Задание дискретных и непрерывных распределений в GPSS.
11. Многоканальные устройства.
12. Блок TRANSFER в различных режимах работы.
13. Стандартные числовые атрибуты.
14. Параметры транзактов.
15. Блок PRIORITY.
16. Арифметические переменные в GPSS World.
17. Оператор MATRIX и блок MSAVEVALUE.
18. Блок TEST.
19. Блок SPLIT.
20. Оператор TABLE и блок TABULATE.
21. Блок MARK.
22. Блоки LINK и UNLINK.
23. Сохраняемые величины. Оператор INITIAL. Блок SAVEVALUE.

## Критерии оценки итогового контроля знаний

Итоговый контроль знаний оценивается в соответствии с БРС и паспортом ФОС. Проверяется правильность ответов на вопросы и по результатам проверки проводится устная беседа с преподавателем.

# Комплект разноуровневых задач (заданий)

Дисциплина Имитационное моделирование  
(наименование дисциплины)

## 1. Задания репродуктивного уровня

В качестве заданий репродуктивного уровня предлагаются вопросы для самопроверки и обсуждения по темам курса.

### Тема: Общие принципы построения имитационных моделей

1. В чем суть метода имитационного моделирования? Его связь с методом Монте-Карло.
2. Как моделируются случайные события?
3. Как моделируются дискретные случайные величины?
4. Как моделируются непрерывные случайные величины?

### Тема: Система моделирования GPSS World

1. В чем преимущества системы ИМ GPSS World перед другими аналогичными системами?
2. Перечислите основные возможности системы ИМ GPSS World.
3. Что включает главное меню системы ИМ GPSS World?
4. Какие пункты меню выбираются для визуализации процесса функционирования системы?
5. Приведите примеры блоков и транзактов системы GPSS World.
6. Дайте определение многоканального устройства.
7. Перечислите особенности ЧАСОВ модельного времени.
8. Через какой блок транзакты входят в модель?
9. Что происходит с транзактами модели, которые попадают в блок TERMINATE?
10. Расскажите о способах управления продолжительностью процесса моделирования.
11. Назовите операторы занятия и освобождения устройства.
11. Для чего предназначен блок ADVANCE?
12. Какие блоки осуществляют сбор статистики об ожиданиях?
13. Приведите примеры режимов работы блока TRANSFER: статический, режим BOTH.
14. Какие блоки для моделирования многоканальных устройств (МКУ) используются в GPSS World?
15. Как функционирует таймер модельного времени?
16. Что представляют из себя цепи текущих и будущих событий?
17. Как задаются параметры транзактов?
18. Что происходит с транзактами при попадании в блок LINK?
19. Какие операнды имеет оператор MATRIX?
20. Как работает блок MARK?
21. Как осуществляется сбор статистики в GPSS?

### Тема: Анализ результатов моделирования

1. Как оценить точность результатов, полученных в процессе моделирования?
2. Какими способами можно завершить процесс моделирования?
3. Какую статистику, относящуюся к очередям, подсчитывает интерпретатор?



4. Какую статистику, относящуюся к приборам, подсчитывает интерпретатор?
5. Какую статистику, относящуюся к многоканальным устройствам, подсчитывает интерпретатор?
6. Какая информация о блоках выдается в распечатке модели?

## 2. Задания реконструктивного уровня

В качестве заданий реконструктивного уровня предполагаются задания лабораторного практикума.

### Лабораторная работа № 1.

Смоделировать на GPSS функционирование СМО  $M(2)/M(2)/1/r$  с относительным приоритетом. Исходные данные задачи: интенсивность первого потока (приоритетного) – 5; интенсивность второго потока – 15; интенсивность обслуживания заявок первого потока – 6; интенсивность обслуживания заявок второго потока – 16; емкость накопителя – 10; Исходные данные должны быть заданы в виде сохраняемых величин. Требуемые результаты: загрузка системы, среднее число заявок в очереди, среднее время пребывания заявок каждого типа в отдельности, функция распределения числа заявок каждого типа в системе, график зависимости числа заявок 1-го типа в системе от загрузки системы (загрузку менять путем изменения интенсивности первого потока)

### Лабораторная работа № 2.

(Моделирование работы обрабатывающего цеха) На вход некоторого цеха, который состоит из трех участков, поступает случайный поток деталей. Интервалы поступления имеют экспоненциальное распределение со средним значением 4 мин. С вероятностью 0,65 поступает деталь первого типа, с вероятностью 0,35 – второго типа. После того, как детали поступили в цех, они направляются на участок  $U_1$ , где обрабатываются последовательно одна за другой (время обработки распределено равномерно в интервале 2-5 мин). При этом детали второго типа имеют больший приоритет, чем детали первого типа. Далее, после обработки на участке  $U_1$  детали первого типа поступают на участок  $U_2$ , а детали второго типа – на участок  $U_3$ . На участке  $U_2$  есть три идентичных станка. Время обработки детали станком имеет экспоненциальное распределение со средним значением 11 мин. На участке  $U_3$  есть два станка (время обработки на каждом из них имеет экспоненциальное распределение со средним значением 7 мин). Промоделировать работу цеха на протяжении 40 ч. Определить статистические характеристики очереди деталей перед участками  $U_2$  и  $U_3$ .

### Методические указания и шкала оценок.

Порядок выполнения лабораторной работы заключается в следующем:

- ознакомиться с разделами методических указаний к лабораторной работе.
- выполнить задание по лабораторной работе.
- составить отчёт.

Отчёт (в pdf или word) должен содержать следующие элементы:

- титульный лист с указанием номера лабораторной работы и ФИО студента.
- формулировка задания работы.
- описание результатов выполнения задания:
  - скриншоты (снимки экрана), фиксирующие выполнение лабораторной работы;
- выводы, согласованные с заданием работы.
- ответы на вопросы (если это предусмотрено заданием).

## Критерии оценки выполнения домашних заданий и заданий по лабораторным работам

Оценивается полнота выполнения работы, оформление результатов, полнота ответов на вопросы, если это предусмотрено заданием.

### Примеры проверочной работы

по дисциплине Имитационное моделирование

**Пример 1.** С помощью языка GPSS смоделировать Цепь Маркова, состоящую из трех состояний: 0, 1, 2 (переход в состояние 0 означает выход во внешнюю среду) с начальным вектором (0; 0.3; 0.7) и матрицей вероятностей переходов:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 0.5 & 0.5 \\ 0 & 0.3 & 0.7 \\ 0.01 & 0.7 & 0.29 \end{pmatrix}$$

**Пример 2.** Работнику А необходимо (последовательно) выполнить 10 задач. Время (в минутах) выполнения каждой задачи случайно и имеет экспоненциальное распределение с параметром 0.3. Задания не зависят друг от друга. Работнику Б необходимо (последовательно) выполнить 10 других задач. Время (в минутах) выполнения каждой задачи случайно и имеет экспоненциальное распределение с параметром 0.3. Задания не зависят друг от друга. Перед началом работы они договорились, что после окончания выполнения назначенных им задач они сделают перерыв и вместе сходят выпить по чашке чая. Сколько в среднем минут один работник будет ожидать другого? Напишите программу на GPSS, отвечающую на этот вопрос.

**Пример 3.** В парикмахерскую с одним креслом приходят клиенты двух типов. Клиенты первого типа желают только стричься. Распределение интервалов их прихода –  $35 \pm 10$  минут. Клиенты второго типа желают постричься и побриться. Распределение интервалов их прихода –  $60 \pm 20$  минут. Парикмахер обслуживает клиентов в порядке «первым пришел – первым обслужился». Время, затраченное на стрижку, составляет  $18 \pm 6$  мин, а на бритье –  $10 \pm 2$  минуты. Напишите программу на GPSS, моделирующую описанную систему в течение 480 минут.

**Пример 4.** На фабрике в кладовой работает один кладовщик. Он выдает запасные части механикам, обслуживающим станки и устанавливающим эти части на испорченных станках. Запасные части довольно дорогие, и, кроме того, их ассортимент слишком велик для того, чтобы каждый механик мог иметь все запасные части в своем ящике. Время, необходимое для удовлетворения запроса, зависит от типа запасной части. Запросы бывают двух категорий. Соответствующие данные приведены в таблице.

Категория запроса	Интервал времени прихода механиков, с	Время обслуживания, с
1	420±360	300±90
2	360±240	100±30

Порядок обслуживания механиков кладовщиком такой: запросы первой категории обслуживаются только в том случае, когда в очереди нет ни одного запроса второй категории. Внутри одной категории дисциплина обслуживания – «первым пришел – первым обслужился». Необходимо создать модель на GPSS работы кладовой, моделирование выполнять в течение восьмичасового рабочего дня.