

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

---

Руководитель ОПОП ВО  
профессор Д.А. Первухин

---

Проректор по образовательной  
деятельности Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Сетевое моделирование комплекса работ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	27.04.03 Системный анализ и управление
<b>Направленность (профиль):</b>	Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах.
<b>Квалификация выпускника</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент Ильюшин Ю.В.

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины** Сетевое моделирование комплекса работ разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратуры по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» утвержденного приказом Минобрнауки России № 837 от 29 июля 2020 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» направленность (профиль) «Системный анализ организационно-управленческой деятельности в больших системах»

Составитель

д.т.н., доц.

Ю.В. Ильюшин

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления** от «01» февраля 2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой САиУ,  
д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_

Д.А. Первухин

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель изучения дисциплины «Сетевое моделирование комплекса работ»: изучение методологии и информационных технологий сетевого моделирования при планировании и управлении сложными процессами и системами; изучение математических методов сетевого моделирования комплекса работ для осуществления планирования и управления сложными системами; приобретение знаний о принципах и методах сетевого моделирования комплекса работ, а также навыков в постановке и решении задач исследования операций различными методами с применением современных пакетов прикладных программ и интерпретации полученных результатов; обеспечение подготовки студентов к изучению в последующих семестрах ряда специальных дисциплин.

Основными задачами дисциплины «Сетевое моделирование комплекса работ» являются: научить результативно применять научно-методический аппарат сетевого моделирования для эффективного управления процессами и системами различной природы; освоить навыки формализации и построения сетевых моделей для решения задач ресурсосбережения в процессе выполнения комплекса работ при создании и функционировании сложных систем; научить использовать современные компьютерные технологии реализации методов сетевого моделирования и методов оптимизации в процессе системных исследований.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСА РАБОТ» В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сетевое моделирование комплекса работ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.04.03 «Системный анализ и управление» и изучается в 3 и 4 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Сетевое моделирование комплекса работ» являются «Математика», «Физика», «Теория автоматического управления» читаемые в курсе бакалавриата.

Дисциплина «Сетевое моделирование комплекса работ» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Математическое моделирование ч1», «Математическое моделирование ч2».

Особенностью дисциплины «Сетевое моделирование комплекса работ» является изучение методологии и информационных технологий сетевого моделирования при планировании и управлении сложными процессами и системами.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Сетевое моделирование комплекса работ» направлен на формирование следующих результатов обучения, представленных в таблице:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен организовывать разработку концептуальных проектов обеспечивающей инфраструктуры процессов при формировании и сопровождении требований	ПКС-5	ПКС-5.1. Знать: процессы разработки и сопровождения требований к системам
		ПКС-5.2. Уметь: организовывать разработку концепции инфраструктуры обеспечения процесса разработки и сопровождения требований

к системам		<b>ПКС-5.3.</b> Владеть: навыками управления проектами
Способен осуществлять разработку заказов на приобретение, введение в эксплуатацию, обучение персонала и совершенствование инструментов разработки требований к системам	<b>ПКС-6</b>	<b>ПКС-6.1.</b> Знать: инструменты и технологии разработки требований
		<b>ПКС-6.2.</b> Уметь: формировать заказы на закупку, внедрение, обучение и развитие инструментов и технологий разработки требований

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетные единицы (180 часа).

Вид учебной работы	Всего часов	Часы по семестрам	
		3	4
<b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>70</b>	<b>40</b>	<b>30</b>
Лекции	16	10	6
Практические занятия (ПЗ)	54	30	24
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего):</b>	<b>74</b>	<b>23</b>	<b>51</b>
<b>Промежуточная аттестация – зачет (З), экзамен (Э), курсовая работа (Р)</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>ЭР(36)</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час. 180 зач. ед. 5</b>		

##### 4.2. Содержание дисциплины

Дисциплина содержит 10 разделов-этапов и осваивается в течение двух семестров. В план подготовки входят лекции, практические занятия в аудитории, самостоятельная работа, в том числе выполнение курсовой работы с промежуточными консультациями и зачетами текущих заданий, подготовка и сдача экзамена.

#### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента, в том числе курсовая работа (проект)
Раздел 1 «Основные понятия математического моделирования»	12	2	5		5
Раздел 2 «Основные положения теории графов»	12	2	5		5
Раздел 3 «Матричный метод решения задачи»	17	2	5		10
Раздел 4 «Укрупненные сетевые графики»	16	1	5		10
Раздел 5 «Циклы»	16	1	5		10
Раздел 6 «Задачи при постоянных интенсивностях»	12	2	5		5
Раздел 7 «Уплотнение ресурса»	12	2	5		5
Раздел 8 «Задачи при переменных интенсивностях»	17	2	5		10
Раздел 9 «Минимизация задержки выполнения проекта»	17	1	8		8
Раздел 10 «Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени»	13	1	6		6
<b>Итого:</b>	<b>144</b>	<b>16</b>	<b>54</b>		<b>74</b>

#### 4.2.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость (час.)
1.	<b>Основные понятия математического моделирования</b>	Понятие о моделях и моделировании. Роль моделей в науке и технике. Классификация моделей и виды моделирования. Объекты моделирования и их иерархия. Этапы математического моделирования. Принципы построения и основные требования к математическим моделям систем. Общая схема разработки математических моделей. Формы представления математических моделей. Примеры моделей систем.	2
2.	<b>Основные положения теории графов</b>	Элементы теории графов. Сетевая модель. Основные элементы, построение и упорядочение сетевого графика. Виды и способы задания графов. Подграфы и части графа.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость (час.)
		Операции над графами. Маршруты. Достижимость. Связность. Расстояние в графах. Нахождение кратчайших маршрутов. Степени вершин. Обходы графов. Обходы графов по глубине и ширине. Остовы графов. Понятие и предназначение моделей сетевого планирования и управления. Сетевые модели планирования и управления. Сеть как особый вид графов.	
3.	<b>Матричный метод решения задачи</b>	Матричный метод реализации алгоритма вычислений минимального и максимального времени наступления события: описание матричного метода вычисления минимального и максимального времени наступления события; нахождение критического времени выполнения проекта и критического пути матричным методом; применение данного алгоритма к случаю пронумерованной сети, а также к случаю табличного задания условий задачи; иллюстрация работы данного алгоритма на примере пронумерованного сетевого графика. Вычисление минимального и максимального времени наступления события на графе в случае небольшого количества событий: вычисление минимального и максимального времени наступления события на графе для пронумерованной сети, а также для пронумерованной с помощью вычисления рангов вершин, метода вычеркивания дуг и применение алгоритма вычисления минимального и максимального времени наступления события на графе для пронумерованной сети; иллюстрация данного алгоритма на примере пронумерованного сетевого графика. Вычисление минимального и максимального времени наступления события по таблице в случае представления проекта списком работ: построение по списку работ расширенной таблицы; алгоритм пошагового заполнения дополнительных столбцов расширенной таблицы; получение ответа на последнем шаге заполнения дополнительных столбцов расширенной таблицы; иллюстрация описанного алгоритма на примере табличного задания комплекса работ.	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость (час.)
4.	<b>Укрупненные сетевые графики</b>	Понятия: подграфика, входа и выхода подграфика, внутренних и внешних вершин подграфика, укрупненного сетевого графика данного сетевого графика по подграфику; пример укрупненного сетевого графика некоторого сетевого графика по некоторому подграфику; утверждение о граничных вершинах, соединенных в подграфике некоторым путем; алгоритм определения новых дуг укрупненного сетевого графика; обоснование данного алгоритма; иллюстрация приведенного алгоритма на конкретном сетевом графике; утверждение о равенстве минимальных и максимальных времен наступления события, принадлежащего одновременно исходному графику и его укрупненному по некоторому подграфику графику.	1
5.	<b>Циклы</b>	Выявление циклов: описание алгоритма, который при наличии циклов в сетевом графике, выявляет все события, входящие в цикл, а при отсутствии их вычисляют для каждого события минимальное время наступления этого события; иллюстрация данного алгоритма на конкретном сетевом графике; применение данного алгоритма к вычислению максимального времени наступления каждого события и критического пути; модификации данного алгоритма.	1
6.	<b>Задачи при постоянных интенсивностях</b>	Задачи, заключающиеся в оптимальном распределении ресурсов по работам, т. е. в таком размещении работ, которое при заданных ограниченных ресурсах обеспечило бы выполнение проекта в минимальное время; понятие объема работ. Алгоритм приближенного решения рассматриваемой задачи для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении и когда работы допускают перерыв в своем выполнении; применение данного алгоритма к случаю, когда учитываются несколько видов ресурсов.	2
7.	<b>Уплотнение ресурса</b>	Алгоритм уплотнения ресурсов для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении и когда работы допускают перерыв в своем выполнении; иллюстрация данного алгоритма на примере проекта, изображенного на линейной диаграмме с заданными интенсивностями выполнения работ как для случая, когда работы проекта не допускают перерыва в их выполнении, так и для случая, когда работы допускают перерыв в своем выполнении.	2
8.	<b>Задачи при переменных</b>	Решение задачи, если для каждой работы	2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость (час.)
	<b>интенсивностях</b>	известен ее объем в ресурс-единицах, кроме того, известно, что интенсивность выполнения этой работы ограничена сверху и задана функция наличия данного ресурса в каждый момент времени; требуется так распределить по работам имеющийся ресурс, чтобы проект был выполнен в минимальное время; понятия фронта работ, максимального фронта работ, резерва времени работы данного фронта в данный момент.	
9.	<b>Минимизация задержки выполнения проекта</b>	Понятия функции поставок, интегральных графиков потребности, ресурсно-допустимого времени окончания проекта; алгоритм отыскания минимального ресурсно-допустимого времени окончания проекта при заданных поставках ресурсов, т. е. отыскания минимальной задержки окончания выполнения проекта по сравнению с критическим временем;	1
10	<b>Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени</b>	Минимизация среднеквадратичного отклонения ресурса. Минимизация максимального потребления ресурса.	1
		<b>Итого:</b>	<b>16</b>

#### 4.2.3. Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

#### 4.2.4. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	Раздел 1	Операции над графами. Маршруты. Достижимость. Связность. Расстояние в графах. Нахождение кратчайших маршрутов. Степени вершин. Обходы графов. Обходы графов по глубине и ширине. Остовы графов.	5
2.	Раздел 2	Понятие и предназначение моделей сетевого планирования и управления. Сетевые модели планирования и управления. Сеть как особый вид графов.	5
3.	Раздел 3	Матричный метод решения задачи.	5
4.	Раздел 4	Алгоритмы укрупнения сетевых графиков.	5
5.	Раздел 5	Применение алгоритма к вычислению максимального времени наступления каждого события и критического пути; модификации данного алгоритма.	5
6.	Раздел 6	Задачи при постоянных интенсивностях.	5
7.	Раздел 7	Алгоритм уплотнения ресурсов.	5
8.	Раздел 8	Задачи при переменных интенсивностях.	5
9.	Раздел 9	Минимизация среднеквадратичного отклонения ресурса.	4
	Раздел 9	Минимизация максимального потребления ресурса.	4
10.	Раздел 10	Алгоритм отыскания минимального ресурсно-допустимого времени окончания проекта при заданных поставках ресурсов.	6
		<b>Итого:</b>	<b>54</b>

#### 4.2.5. Курсовые работы

№ п/п	Тематика курсовых работ (проектов)
1.	Сетевое моделирование при исследовании процессов функционирования сложных технических и социально-экономических систем.
2.	Сетевое моделирование в условиях неопределенности
3.	Сетевое моделирование при анализе показателей и процессов функционирования сложных технических и социально-экономических систем.
4.	Применение методов сетевого моделирования при исследовании процессов функционирования сложных технических и социально-экономических систем.
5.	Применение моделей массового обслуживания при исследовании процессов функционирования сложных технических и социально-экономических систем.
6.	Сетевое моделирование сложных технических и социально-экономических систем на основе методов анализа временных рядов.
7.	Применение методов прогнозирования при исследовании сложных технических и социально-экономических систем.

#### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Семинарские занятия.** Цели семинарских занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне зачета, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Курсовая работа** позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

**Тестирование** – контроль знаний с помощью тестов, которые состоят из условий (вопросов) и вариантов ответов для выбора.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости**

#### **Раздел 1. «Основные понятия математического моделирования»**

1. Дайте определение понятия «модель»?
2. Дайте определение понятия «моделирование»?
3. Какие свойства называются существенными?
4. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют физическим?
5. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют структурным?
6. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют функциональным?
7. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют динамическим?
8. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют вероятностным?
9. Что такое гомоморфная модель?
10. Что такое изоморфная модель?
11. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют геометрическим?
12. Охарактеризуйте изобразительные модели. Охарактеризуйте аналоговые модели. Что такое математическая модель?
13. Охарактеризуйте математическую модель. Дайте определение понятия «формализация»?
14. Какие признаки классификации математических моделей Вы знаете?
15. Приведите классификацию моделей по признаку «характер моделируемой стороны объекта». Охарактеризуйте функциональные модели. Что такое структурное моделирование?
16. Что такое информационная модель?
17. Приведите классификацию моделей по признаку «характер процессов, протекающих в объекте». Охарактеризуйте детерминированные модели. Охарактеризуйте стохастические модели. В чем разница между статическими и динамическими моделями?
18. Приведите классификацию моделей по признаку «способ реализации модели». Что такое абстрактные модели?
19. Что такое символическая модель?
20. Приведите виды математических моделей. Охарактеризуйте аналитические модели. Что такое имитационное моделирование?
21. В чем заключается отличие имитационных и аналитических моделей?
22. Сколько этапов моделирования Вы знаете?
23. В чем заключается первый этап?
24. Какие цели моделирования Вы знаете?
25. В чем заключается второй этап моделирования?
26. Что такое концептуальная модель?
27. В чем заключается третий этап моделирования?
28. В чем заключается четвертый этап моделирования?
29. В чем заключается пятый этап моделирования?
30. В чем заключается шестой этап моделирования?
31. Что такое адекватность модели?

32. В каком случае можно говорить об адекватности модели в любой ее форме и оригинала?
33. Какие требования предъявляются к моделям?

## **Раздел 2. «Основные положения теории графов»**

1. Что называется полным графом?
2. Что называется дополнением графа?
3. Что называется степенью вершины?
4. Дайте определение связности вершин?
5. Дайте определение связности графа?
6. Опишите операцию удаления ребра. Что называется проектом?
7. Дайте определение понятию сеть?
8. Как называется изображение сети?
9. Что отражает сетевой график?
10. Назовите понятия лежащие в основе построения сетевого графика?
11. Что такое действительная работа?
12. Что такое ожидание?
13. Что такое фиктивная работа?
14. Что такое исходное событие?
15. Что такое завершающее событие?
16. Что такое промежуточное событие?
17. Как отражается событие на сетевом графике?
18. Что такое сшивание сетевого графика?
19. Опишите основные правила построения сетевых графиков. Приведите примеры построения отдельных фрагментов сетевых графиков. Что называется полным путем? Что называют продолжительностью пути в сетевом графике?
20. Сформулируйте преимущества использования сетевых моделей. Какие элементы сети Вы знаете?
21. Что называется цепью?
22. Что такое кратчайший остов?

## **Раздел 3. «Матричный метод решения задачи»**

1. Что называется матрицей порядка  $(m \times n)$ ?
2. Что называется квадратной матрицей порядка  $(n \times n)$ ? В каком случае две матрицы называют равными?
3. Какой матрицей можно задать всякий граф?
4. Какая информация может быть зафиксирована с помощью матрицы достижимостей графа? Какую матрицу называют матрицей расстояний графа?
5. Запишите операцию сложения двух матриц. Запишите правило образования элементов матрицы-произведения. Как задается матрица инцидентий узлы-дуги?

## **Раздел 4. «Укрупненные сетевые графики»**

1. Дайте определение понятия «подграфик». Что такое вход и выход подграфика? Что такое внутренние вершины подграфика?
2. Что такое внешние вершины подграфика?
3. Охарактеризуйте укрупненный сетевой график данного сетевого графика по подграфу. Приведите пример укрупненного сетевого графика некоторого сетевого графика по некоторому подграфу. Сформулируйте утверждение о граничных вершинах, соединенных в подграфике некоторым путем.
4. Опишите алгоритм определения новых дуг укрупненного сетевого графика. Приведите обоснование алгоритма определения новых дуг укрупненного сетевого графика. Сформулируйте утверждение о равенстве минимальных и максимальных времен наступления события, принадлежащего одновременно исходному графику и его укрупненному по некоторому подграфу графику. Дайте определение понятия «укрупненный сетевой график»?

5. Опишите предварительный шаг алгоритма определения новых дуг укрупненного сетевого графика. Опишите общий шаг алгоритма определения новых дуг укрупненного сетевого графика.

#### **Раздел 5. «Циклы»**

1. Что называется циклом?

2. Опишите алгоритм, который при наличии циклов в сетевом графике, выявляет все события, входящие в цикл, а при отсутствии их вычисляют для каждого события минимальное время наступления этого события.

3. Каким методом можно выявить наличие ошибки в небольших сетях?

#### **Раздел 6. «Задачи при постоянных интенсивностях»**

1. Что обеспечивает оптимальное распределение ресурсов по работам, при заданных ограниченных ресурсах?

2. Что называется объемом работы?

3. Опишите первый шаг алгоритма решения задачи оптимального распределения ресурсов по работам. Опишите общий шаг алгоритма решения задачи оптимального распределения ресурсов по работам.

4. При каком условии алгоритма решения задачи оптимального распределения ресурсов по работам считается законченным?

#### **Раздел 7. «Уплотнение ресурса»**

1. За счет чего может быть сокращено время выполнения проекта, вычисленное по алгоритму?

2. Какие действия необходимо осуществить для «уплотнения» ресурса?

3. Опишите случай «уплотнения» ресурса, когда работы не допускают перерыва в их выполнении.

4. Опишите случай «уплотнения» ресурса, когда работы допускают перерыв в их выполнении.

#### **Раздел 8. «Задачи при переменных интенсивностях»**

1. Какой вид имеет график интенсивности потребления ресурса на каждой работе?

2. Какой величине обратно пропорциональна продолжительность выполнения каждой работы после распределения ресурса?

3. Что обеспечивает минимальную продолжительность работы?

4. Что понимается под фронтом работ? Что называется максимальным фронтом в данный момент?

5. Опишите алгоритм решения задачи при переменных интенсивностях?

#### **Раздел 9. «Минимизация задержки выполнения проекта»**

1. Что выражается с помощью функции поставок?

2. Какие графики называют интегральными графиками потребности?

3. В каком случае время окончания проекта называется ресурсно-допустимым?

4. Опишите алгоритм решения задачи отыскания минимальной задержки окончания выполнения проекта. Чему равно минимальное время окончания проекта?

5. Чему равна минимальная задержка?

#### **Раздел 10. «Различные постановки задачи оптимального распределения ресурсов при заданном времени»**

1. Что можно принять в качестве меры неравномерности потребления ресурса?

2. Какие виды мер неравномерности потребления ресурса Вы знаете?

3. Опишите алгоритм минимизации среднеквадратичного отклонения. В каких случаях применяется алгоритм минимизации среднеквадратичного отклонения?

4. Опишите алгоритм минимизации максимального потребления ресурса.

5. В каких случаях применяется алгоритм минимизации максимального потребления ресурса?

#### **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (зачет)**

##### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к зачету:**

1. Дайте определение понятия «модель»?
2. Дайте определение понятия «моделирование»?
3. Какие свойства называются существенными?
4. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют физическим?
5. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют структурным?
6. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют функциональным?
7. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют динамическим?
8. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют вероятностным?
9. Что такое гомоморфная модель?
10. Что такое изоморфная модель?
11. В каком случае подобие между моделируемыми объектами и моделью называют геометрическим?
12. Охарактеризуйте изобразительные модели.
13. Охарактеризуйте аналоговые модели.
14. Что такое математическая модель?
15. Охарактеризуйте математическую модель.
16. Дайте определение понятия «формализация»?
17. Какие признаки классификации математических моделей Вы знаете?
18. Приведите классификацию моделей по признаку «характер моделируемой стороны объекта».
19. Охарактеризуйте функциональные модели.
20. Что такое структурное моделирование?
21. Что такое информационная модель?
22. Приведите классификацию моделей по признаку «характер процессов, протекающих в объекте».
23. Охарактеризуйте детерминированные модели.
24. Охарактеризуйте стохастические модели.
25. В чем разница между статическими и динамическими моделями?
26. Приведите классификацию моделей по признаку «способ реализации модели».
27. Что такое абстрактные модели?
28. Что такое символическая модель?
29. Приведите виды математических моделей.
30. Охарактеризуйте аналитические модели.
31. Что такое имитационное моделирование?
32. В чем заключается отличие имитационных и аналитических моделей?
33. Сколько этапов моделирования Вы знаете?
34. В чем заключается первый этап?
35. Какие цели моделирования Вы знаете?
36. В чем заключается второй этап моделирования?
37. Что такое концептуальная модель?
38. В чем заключается третий этап моделирования?
39. В чем заключается четвертый этап моделирования?
40. В чем заключается пятый этап моделирования?
41. В чем заключается шестой этап моделирования?
42. Что такое адекватность модели?
43. В каком случае можно говорить об адекватности модели в любой ее форме и оригинала?

44. Какие требования предъявляются к моделям?
45. Что называется полным графом?
46. Что называется дополнением графа?
47. Что называется степенью вершины?
48. Дайте определение связности вершин?
49. Дайте определение связности графа?
50. Опишите операцию удаления ребра.
51. Что называется проектом?
52. Дайте определение понятию сеть?
53. Как называется изображение сети?
54. Что отражает сетевой график?
55. Назовите понятия лежащие в основе построения сетевого графика?
56. Что такое действительная работа?
57. Что такое ожидание?
58. Что такое фиктивная работа?
59. Что такое исходное событие?
60. Что такое завершающее событие?
61. Что такое промежуточное событие?
62. Как отражается событие на сетевом графике?
63. Что такое сшивание сетевого графика?
64. Опишите основные правила построения сетевых графиков.
65. Приведите примеры построения отдельных фрагментов сетевых графиков.
66. Что называется полным путем?
67. Что называют продолжительностью пути в сетевом графике?
68. Сформулируйте преимущества использования сетевых моделей.
69. Какие элементы сети Вы знаете?
70. Что называется цепью?
71. Что такое кратчайший остов?
72. Что называется матрицей порядка  $(m \times n)$ ?
73. Что называется квадратной матрицей порядка  $(n \times n)$ ?
74. В каком случае две матрицы называют равными?
75. Какой матрицей можно задать всякий граф?
76. Какая информация может быть зафиксирована с помощью матрицы достижимостей графа?
77. Какую матрицу называют матрицей расстояний графа?
78. Запишите операцию сложения двух матриц.
79. Запишите правило образования элементов матрицы-произведения.
80. Как задается матрица инцидентий узлы-дуги?
81. Дайте определение понятия «подграфик».
82. Что такое вход и выход подграфика?
83. Что такое внутренние вершины подграфика?
84. Что такое внешние вершины подграфика?
85. Охарактеризуйте укрупненный сетевой график данного сетевого графика по подграфу.
86. Приведите пример укрупненного сетевого графика некоторого сетевого графика по некоторому подграфу.
87. Сформулируйте утверждение о граничных вершинах, соединенных в подграфике некоторым путем.
88. Опишите алгоритм определения новых дуг укрупненного сетевого графика.
89. Приведите обоснование алгоритма определения новых дуг укрупненного сетевого графика.

90. Сформулируйте утверждение о равенстве минимальных и максимальных времен наступления события, принадлежащего одновременно исходному графику и его укрупненному по некоторому подграфику графику.

91. Дайте определение понятия «укрупненный сетевой график»?

92. Опишите предварительный шаг алгоритма определения новых дуг укрупненного сетевого графика.

93. Опишите общий шаг алгоритма определения новых дуг укрупненного сетевого графика.

94. Что называется циклом?

95. Опишите алгоритм, который при наличии циклов в сетевом графике, выявляет все события, входящие в цикл, а при отсутствии их вычисляют для каждого события минимальное время наступления этого события.

96. Каким методом можно выявить наличие ошибки в небольших сетях?

97. Что обеспечивает оптимальное распределение ресурсов по работам, при заданных ограниченных ресурсах?

98. Что называется объемом работы?

99. Опишите первый шаг алгоритма решения задачи оптимального распределения ресурсов по работам.

100. Опишите общий шаг алгоритма решения задачи оптимального распределения ресурсов по работам.

101. При каком условии алгоритма решения задачи оптимального распределения ресурсов по работам считается законченным?

102. За счет чего может быть сокращено время выполнения проекта, вычисленное по алгоритму?

103. Какие действия необходимо осуществить для «уплотнения» ресурса?

104. Опишите случай «уплотнения» ресурса, когда работы не допускают перерыва в их выполнении.

105. Опишите случай «уплотнения» ресурса, когда работы допускают перерыв в их выполнении.

106. Какой вид имеет график интенсивности потребления ресурса на каждой работе?

107. Какой величине обратно пропорциональна продолжительность выполнения каждой работы после распределения ресурса?

108. Что обеспечивает минимальную продолжительность работы?

109. Что понимается под фронтом работ?

110. Что называется максимальным фронтом в данный момент?

111. Опишите алгоритм решения задачи при переменных интенсивностях?

112. Что выражается с помощью функции поставок?

113. Какие графики называют интегральными графиками потребности?

114. В каком случае время окончания проекта называется ресурсно-допустимым?

115. Опишите алгоритм решения задачи отыскания минимальной задержки окончания выполнения проекта.

116. Чему равно минимальное время окончания проекта?

117. Чему равна минимальная задержка?

118. Что можно принять в качестве меры неравномерности потребления ресурса?

119. Какие виды мер неравномерности потребления ресурса Вы знаете?

120. Опишите алгоритм минимизации среднеквадратичного уклонения.

121. В каких случаях применяется алгоритм минимизации среднеквадратичного уклонения?

122. Опишите алгоритм минимизации максимального потребления ресурса.

123. В каких случаях применяется алгоритм минимизации максимального потребления ресурса?

## 6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

### Вариант 1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Что означает запись оператора и операндов GPSS: TRANSFER 0,3, Met1, Met3?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. разделение потока транзактов на Метку1 с вероятностью 0,3 и на Метку3 с вероятностью 0,7.</li> <li>2. разделение потока транзактов на Метку1 с весовым приоритетом 0,3 и оставшихся на Метку3.</li> <li>3. задание ограничений на временной интервал обслуживаемых транзактов по Метке1.</li> <li>4. разделение потока транзактов на Метку1 при временном интервале менее 0,3, остальных – на Метку3.</li> </ol>
2.	Какой величине пропорциональна ошибка метода статистических испытаний?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{1}{N^2}</math>.</li> <li>2. <math>\frac{1}{N}</math>.</li> <li>3. <math>\frac{1}{\sqrt{N}}</math>.</li> <li>4. <math>N</math>.</li> </ol>
3.	Какой из приведенных ниже принципов является принципом построения моделей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. принцип осуществимости.</li> <li>2. принцип предпочтения.</li> <li>3. принцип рассмотрения совместно со связями со средой.</li> <li>4. принцип глобальной цели.</li> </ol>
4.	Как проверяется степень соответствия модели описываемому явлению?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. эмпирической оценкой.</li> <li>2. экспертной оценкой.</li> <li>3. аддитивным анализом.</li> <li>4. мультипликативным анализом.</li> </ol>
5.	Какой принцип не является основой построения моделей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. принцип агрегатирования.</li> <li>2. принцип параметризации.</li> <li>3. принцип эксперимента.</li> <li>4. принцип однородности.</li> </ol>
6.	Какие из перечисленных требований относятся к математическим моделям?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. синхронность.</li> <li>2. совместимость.</li> <li>3. адекватность.</li> <li>4. эмерджентность.</li> </ol>
7.	Что означает запись оператора и операндов GPSS: STORAGE 3?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. многоканальное устройство обслуживания, имеющее три канала.</li> <li>2. трехфазное устройство обслуживания.</li> <li>3. задание приоритета каждому третьему поступающему транзакту.</li> <li>4. разделение потока транзактов на 3 потока.</li> </ol>

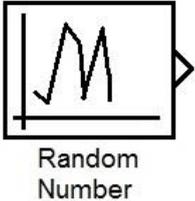
8.	Как можно оценить погрешность модели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. методом измерения предпочтений.</li> <li>2. методом наименьших квадратов.</li> <li>3. корреляционным анализом.</li> <li>4. функционально-стоимостным анализом.</li> </ol>
9.	Из какого интервала случайных чисел формируется выборка случайных параметров при имитационном моделировании?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>[-\infty; +\infty]</math>.</li> <li>2. <math>[0; \infty]</math>.</li> <li>3. <math>[0; 1]</math>.</li> <li>4. <math>[-1; +1]</math>.</li> </ol>
10.	Что относится к недостатку имитационного моделирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. моделирование очень сложных систем и процессов любой физической природы.</li> <li>2. необходимость проведения большого числа испытаний.</li> <li>3. необходимость учета случайных факторов.</li> <li>4. неопределенность функционирования сложной системы.</li> </ol>
11.	Требуемое число статистических испытаний для заданной точности определяется по зависимости:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>N = \frac{t}{\varepsilon^2} \sigma_y^2</math>.</li> <li>2. <math>N = \varepsilon^2 t^2 \sigma_y^2</math>.</li> <li>3. <math>N = \frac{t^2}{\varepsilon^2} \sigma_y^2</math>.</li> <li>4. <math>N = \frac{t^2}{\sigma_y^2} \varepsilon^2</math>.</li> </ol>
12.	В чем заключается основной недостаток метода получения наблюдений при имитационном моделировании - метода подинтервалов?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. статистическая зависимость оценок.</li> <li>2. смещенность оценок.</li> <li>3. нестационарность оценок.</li> <li>4. необходимость соблюдения различных начальных условий при каждом прогоне.</li> </ol>
13.	Что является ошибкой первого рода или «риском поставщика»?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отрицательное заключение по верной гипотезе <math>H_1</math></li> <li>2. положительное заключение по верной гипотезе <math>H_0</math>.</li> <li>3. положительное заключение по неверной гипотезе <math>H_1</math>.</li> <li>4. отрицательное заключение по верной гипотезе <math>H_0</math>.</li> </ol>
14.	Какие из моделей не входят в классификацию по характеру их использования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. модели без управления.</li> <li>2. динамические.</li> <li>3. оптимизационные.</li> <li>4. игровые.</li> </ol>
15.	Что влияет на ширину доверительного интервала результатов статистических	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. заданный закон распределения входных параметров модели.</li> <li>2. продолжительность одного «прогона»</li> </ol>

	испытаний?	имитационной модели. 3. заданная доверительная вероятность. 4. величина точечной оценки параметра.
16.	Что включает в себя точечное оценивание выходных параметров имитационного моделирования?	1. определение уровня значимости. 2. определение выборочного среднего. 3. определение доверительной вероятности. 4. определение выборочной дисперсии.
17.	Каким образом можно задать два входных порта блока Simulink: Scope?	1. на вкладке общих параметров «General» в поле «Number of axes» задать «2». 2. на вкладке общих параметров «General» в поле «Sampling» задать «2». 3. на вкладке общих параметров «General» в поле «Time range» задать «2». 4. на вкладке параметров сохранения сигналов в рабочей области MATLAB «History» в рабочем поле задать «2».
18.	Когда есть основания принять исходную статистическую гипотезу?	1. когда имеется двусторонняя критическая область. 2. когда расчетное значение критерия попадает в критическую область. 3. когда расчетное значение критерия не попадает в область допустимых значений. 4. когда расчетное значение критерия попадает в область допустимых значений.
19	Какой принцип характеризуется наличием определенной информации об объекте исследования?	1. принцип агрегатирования. 2. принцип информационной достаточности. 3. принцип параметризации. 4. принцип последовательного наращивания моделей.
20.	Как распределены промежутки времени между событиями простейшего потока?	1. по экспоненциальному закону. 2. по равномерному закону. 3. по нормальному закону. 4. по логарифмическому закону.

### Вариант 2

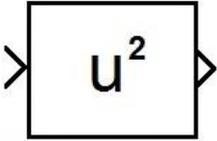
№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Что задает параметр Mean встроенной библиотечной функции GPSS NORMAL(Stream,Mean,StdDev)?	1. среднее значение случайной величины, распределенной по нормальному закону. 2. математическое ожидание случайной величины, распределенной по нормальному закону. 3. среднеквадратическое отклонение случайной величины, распределенной по нормальному закону. 4. дисперсию случайной величины,

		распределенной по нормальному закону.
2.	Что означает запись оператора и операндов GPSS: GENERATE 35,15?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. генерация транзактов через 20-50 единиц времени, распределенных по равномерному закону.</li> <li>2. генерация транзактов через 20-50 единиц времени, распределенных по нормальному закону.</li> <li>3. генерация транзактов в интервале 15-35 единиц времени, распределенных по равномерному закону.</li> <li>4. генерация семейства транзактов в интервале 15-35 единиц.</li> </ol>
3.	Как можно оценить погрешность модели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. методом измерения предпочтений.</li> <li>2. методом наименьших квадратов.</li> <li>3. корреляционным анализом.</li> <li>4. функционально-стоимостным анализом.</li> </ol>
4.	Какой из приведенных ниже принципов является принципом построения моделей?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. принцип ранжирования.</li> <li>2. принцип приоритета функции над структурой.</li> <li>3. принцип эксперимента.</li> <li>4. принцип децентрализации.</li> </ol>
5.	Какой характер переменных и вид математических зависимостей не встречается в математических моделях?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. дискретные.</li> <li>2. линейные.</li> <li>3. стохастические.</li> <li>4. устойчивые.</li> </ol>
6.	В чем заключается основное преимущество метода получения наблюдений при имитационном моделировании - метода повторения?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. статистическая независимость оценок.</li> <li>2. несмещенность оценок.</li> <li>3. стационарность оценок.</li> <li>4. небольшое число прогонов модели для обеспечения заданной точности результатов моделирования.</li> </ol>
7.	Какой недостаток имеет точечное оценивание выходных параметров имитационной модели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не дает сведений о свойствах оценки параметра.</li> <li>2. не дает сведений о мере «разброса» параметра относительно математического ожидания.</li> <li>3. не дает сведений о точности и надежности результата.</li> <li>4. не дает представления о величине параметра.</li> </ol>
8.	Что является основным достоинством метода статистических испытаний?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. простота оценки точности результатов.</li> <li>2. отсутствие необходимости оценки адекватности модели.</li> <li>3. дешевизна осуществимости.</li> <li>4. малое число необходимых испытаний.</li> </ol>
9.	Что означает запись оператора и операндов GPSS: STORAGE 3?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. трехфазное устройство обслуживания.</li> <li>2. задание приоритета каждому третьему поступающему транзакту.</li> <li>3. многоканальное устройство обслуживания, имеющее три канала.</li> <li>4. разделение потока транзактов на 3</li> </ol>

		потока.
10.	Что бы Вы отнесли к особенностям системного моделирования?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. выдвижение гипотез при исследовании.</li> <li>2. операциональное исследование.</li> <li>3. использование алгоритмов, допускающих оперативную переналадку.</li> <li>4. необходимость получения показателя эффективности системы.</li> </ol>
11.	Что является одним из этапов метода статистических испытаний?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. статистическая оценка результатов.</li> <li>2. статистическая «калибровка» модели.</li> <li>3. статистическая проверка гипотез.</li> <li>4. построение «дерева» целей и задач.</li> </ol>
12.	Как распределены промежутки времени между событиями простейшего потока?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по равномерному закону.</li> <li>2. по экспоненциальному закону.</li> <li>3. по нормальному закону.</li> <li>4. по логарифмическому закону.</li> </ol>
13.	Какой блок Simulink изображен на рисунке? 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. источник случайного сигнала с нормальным распределением.</li> <li>2. источник случайного сигнала с равномерным распределением.</li> <li>3. источник импульсного сигнала.</li> <li>4. генератор белого шума.</li> </ol>
14.	Какое распределение вероятностей положено в основу процедуры генерирования случайных чисел?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. нормальное.</li> <li>2. экспоненциальное.</li> <li>3. равномерное.</li> <li>4. логарифмическое.</li> </ol>
15.	Чем определяется количество «прогонов» имитационной модели?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. требуемой точностью определения выходных параметров.</li> <li>2. сложностью модели.</li> <li>3. продолжительностью одной реализации параметров модели.</li> <li>4. структурой модели.</li> </ol>
16.	Какие сигналы можно формировать при помощи блока Simulink: Signal Generator?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. синусоидальный и прямоугольный сигналы.</li> <li>2. синусоидальный, прямоугольный и пилообразный сигналы.</li> <li>3. прямоугольный, пилообразный и случайный сигналы.</li> <li>4. все вышеперечисленные сигналы.</li> </ol>
17.	Согласно какому выражению определяются случайные числа, распределенные экспоненциально?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>t = \lambda e^{-\lambda} \ln R</math>.</li> <li>2. <math>t = \frac{R}{\lambda} \ln \lambda</math>.</li> <li>3. <math>t = \left(-\frac{1}{\lambda}\right) \ln R</math>.</li> <li>4. <math>t = e^{-\lambda} \ln R</math>.</li> </ol>
18.	Как определяются искомые величины при статистическом	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. как средние величины параметров при одной реализации.</li> </ol>

	испытании?	2. как средние величины параметров при большом числе испытаний. 3. как средние величины от полученных и требуемых параметров. 4. как минимальные величины параметров.
19.	С использованием какого метода генерируются случайные числа при имитационном моделировании?	1. метода последовательных приближений. 2. метода наименьших квадратов. 3. метода обратных функций. 4. метода попарного сравнения.
20.	Когда есть основания принять альтернативную статистическую гипотезу $H_1$ ?	1. когда расчетное значение критерия попадает в критическую область. 2. когда имеется двусторонняя критическая область. 3. когда расчетное значение критерия попадает в область допустимых значений. 4. при асимметричности распределения.

### Вариант 3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1.	Какую функцию необходимо выбрать для реализации блока Simulink: Math Function в виде, изображенном на рисунке?  Math Function	1. pow. 2. square. 3. sqrt. 4. reciprocal.
2.	В чём выражается свойство нормировки матрицы планирования?	1. $\sum_{i=1}^N x_i^2 = N$ . 2. $\sum_{i=1}^N x_{ij} = 0$ . 3. $\sum_{i=1}^N x_{iu} x_{ij} = 0$ . 4. $i = \overline{1, N}$ .
3.	Какой вид планирования не существует?	1. стратегическое. 2. статистическое. 3. перспективное. 4. текущее.
4.	Какой принцип характеризуется созданием некоторого каркаса модели с дальнейшим	1. принцип параметризации. 2. принцип агрегатирования. 3. принцип последовательного

	наращиванием частных моделей, учитывающих особенности процесса?	наращивания моделей. 4. принцип направленного эксперимента.
5.	Какие законы распределения применяются при интервальном оценивании результатов моделирования?	1. нормальный. 2. экспоненциальный. 3. равномерный. 4. логарифмический.
6.	Какой принцип предполагает соответствующую замену модели определенными параметрами?	1. принцип агрегатирования. 2. принцип параметризации. 3. принцип направленного эксперимента. 4. принцип информационной достаточности.
7.	К чему приводит выбор уровня значимости $\alpha$ ?	1. производится выбор между право- и левосторонней критическими областями. 2. к выбору расчетной статистики критерия. 3. множество значений критерия разбивается на область допустимых значений и критическую область. 4. к изменению закона распределения выходных параметров модели.
8.	Какое распределение вероятностей положено в основу процедуры генерирования случайных чисел?	1. нормальное. 2. экспоненциальное. 3. равномерное. 4. логарифмическое.
9.	Чем определяется количество «прогонов» имитационной модели?	1. сложностью модели. 2. продолжительностью одной реализации параметров модели. 3. структурой модели. 4. требуемой точностью определения выходных параметров.
10.	Что задает параметр StdDev встроенной библиотечной функции GPSS: NORMAL(Stream,Mean,StdDev)?	1. среднее значение случайной величины, распределенной по нормальному закону. 2. математическое ожидание случайной величины, распределенной по нормальному закону. 3. среднеквадратическое отклонение случайной величины, распределенной по нормальному закону. 4. дисперсию случайной величины, распределенной по нормальному закону.
11.	Что бы Вы отнесли к особенностям системного моделирования?	1. выдвижение гипотез при исследовании. 2. операциональное исследование. 3. использование алгоритмов, допускающих оперативную переналадку. 4. необходимость получения показателя эффективности системы.
12.	Какое из требований предъявляется к факторам при активном факторном эксперименте?	1. неопределенности. 2. независимости. 3. агрегативности. 4. нормальности.

13.	Для какого распределения случайной величины используется встроенная библиотечная функция GPSS UNIFORM(Stream,Min,Max)?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. для равномерного.</li> <li>2. для экспоненциального.</li> <li>3. для нормального.</li> <li>4. для логарифмического.</li> </ol>
14.	Свойства модели, определяющие удобство эксплуатации ее пользователем, называются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. модификационными.</li> <li>2. целевыми.</li> <li>3. эксплуатационными.</li> <li>4. реалистичными.</li> </ol>
15.	Чему равен основной уровень в кодированной системе координат ПФП?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. +1.</li> <li>2. 0.</li> <li>3. -1.</li> <li>4. произвольному значению параметра.</li> </ol>
16.	Какой принцип предполагает учет отдельных компонентов модели на основе специально проводимого эксперимента?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. принцип направленного эксперимента.</li> <li>2. принцип информационной достаточности.</li> <li>3. принцип последовательного наращивания моделей.</li> <li>4. принцип агрегатирования.</li> </ol>
17.	Какое из требований предъявляется к факторам при активном факторном эксперименте?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ординарности.</li> <li>2. отсутствие последействия.</li> <li>3. однозначности.</li> <li>4. нормальности.</li> </ol>
18.	Какую часть реплики ПФП содержитДФП $2^{5-2}$ ?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1/2 по равномерному закону.</li> <li>2. 1/4.</li> <li>3. 1/8 по нормальному закону.</li> <li>4. 1/5 по логарифмическому закону.</li> </ol>
19.	Чем обусловлены неопределенные факторы при моделировании?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. состоянием среды.</li> <li>2. методическими ошибками.</li> <li>3. недостаточной точностью модели.</li> <li>4. сложностью модели.</li> </ol>
20.	Что означает запись оператора и операндов GPSS: ADVANCE 15,5?	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. задание времени обслуживания транзактов в интервале 10-20 единиц времени, распределенных по равномерному закону.</li> <li>2. задание времени обслуживания транзактов в интервале 10-20 единиц времени, распределенных по нормальному закону.</li> <li>3. задание ограничений на количество обслуживаемых транзактов за цикл моделирования в интервале 10-20 единиц.</li> <li>4. задание временной задержки генерации следующего транзакта в интервале 10-20 единиц времени.</li> </ol>

### 6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации

#### Критерии оценок промежуточной аттестации (зачета)

Оценка	Описание
Зачтено	Посещение не менее 85 % лекционных и лабораторных занятий;

	студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое; в течение семестра выполнил творческую работу.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

### Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний при тестовой форме проведения экзамена:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

### 6.3.4. Описание шкалы и критериев оценивания для проведения промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)</b>	<b>Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)</b>	<b>Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)</b>
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Рекомендуемая литература

### 7.1.1. Основная литература

1. Сигал, А. В. Моделирование экономики : учебное пособие / А.В. Сигал. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 283 с. — (Высшее образование: Магистратура). — DOI 10.12737/1096081. - ISBN 978-5-16-016314-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1096081> (дата обращения: 22.09.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Бабешко, Л. О. Эконометрика и эконометрическое моделирование : учебник / Л.О. Бабешко, М.Г. Бич, И.В. Орлова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 387 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1141216. - ISBN 978-5-16-016417-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1141216> (дата обращения: 22.09.2021). – Режим доступа: по подписке.

### 7.1.2. Дополнительная литература

1. Балдин К.В., Брызгалов Н.А., Рукосуев А.В. Математическое программирование. 2-е изд. М.: ИТК «Дашков и К°», 2013. 220 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=415097>
2. Лемешко Б.Ю. Теория игр и исследование операций. Новосибирск: НГТУ, 2013. 167 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=558878>

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Ильюшин Ю.В. Учебно-методические материалы для проведения самостоятельной работы по учебной дисциплине.  
Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>
2. Ильюшин Ю.В. Учебно-методические материалы для проведения практических работ по учебной дисциплине.  
Режим доступа: <http://ior.spmi.ru/>

## 7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - [www.consultant.ru/](http://www.consultant.ru/).
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/).
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgibin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий**

1. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ  
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 10 шт., компьютерное кресло – 23 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), доска аудиторная под фломастер – 1 шт., лазерный принтер – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

2. Аудитория для проведения лекционных занятий и практических работ  
Оснащенность помещения: 16 посадочных мест. Стол аудиторный – 9 шт., компьютерное кресло – 17 шт., моноблок – 17 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»), лазерный принтер – 1 шт., доска – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012), GPSS World (свободно распространяемое ПО), Arduino Software (IDE) (свободно распространяемое ПО), Microsoft SQL Server Express (свободно распространяемое ПО).

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования», Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции», Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип

б) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011.

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010. CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения». Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стуля – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **8.4. Лицензионное программное обеспечение**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)
2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)
4. MathCad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"
5. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения"