

## Применение моделей массового обслуживания к отысканию оптимальных решений в области строительства

**Цель работы** – научиться рассчитывать количественные характеристики систем массового обслуживания и применять модели массового обслуживания для решения оптимизационных задач

### Порядок выполнения работы

1. Задана система "экскаватор – самосвалы" в составе одного экскаватора и  $d$  самосвалов. Экскаватор погружает за один рабочий цикл  $a$  м<sup>3</sup>/час грунта. Грузоподъемность самосвала равна  $b$  м<sup>3</sup>. Время рейса самосвала равно 1 час.

Требуется определить:

- 1) Определить вид СМО.
- 2) Определить пропускную способность прибора (характеристика, обозначение, значение, единица измерения).
- 3) Определить среднее время обслуживания одной заявки (обозначение, значение, единица измерения).
- 4) Определить среднее время простоя канала (обозначение, значение, единица измерения).
- 5) Определить интенсивность потока заявок на обслуживание (характеристика, обозначение, значение, единица измерения)
- 6) Построить граф состояний и описать каждое состояние.
- 7) Определить вероятности состояний (характеристика, обозначение, формула, значение)
- 8) Определить продуктивность экскаватора - количество отгружаемого материала в смену, т.е. в течении 7 часов (формула, значение, единица измерения)
- 9) Определить потери от простоев (формула, значение, единица измерения)
- 10) Определить среднее число простаивающих машин (обозначение, формула, значение, единица измерения).
- 11) Определить относительную пропускную способность (характеристика, обозначение, формула, значение, единица измерения).
- 12) Определить абсолютную пропускную способность (характеристика, обозначение, формула, значение, единица измерения).
- 13) Сделать вывод об эффективности системы.

Вариант	$a$ м <sup>3</sup> /час	$b$ , м <sup>3</sup>	$d$
1	36	3	2
2	50	5	3
3	60	3	4
4	40	5	3
5	39	3	4
6	60	5	5
7	45	3	4
8	55	5	2
9	45	5	3
10	42	3	5

2. Рассчитать оптимальный состав заготовительно-транспортного подразделения, при котором суммарные потери от простоев техники будут наименьшими. Экскаватор погружает за один рабочий цикл  $a$  м<sup>3</sup>/час грунта. Грузоподъемность самосвала равна  $b$  м<sup>3</sup>.

Время рейса самосвала равно  $c$  час. Стоимость простоя экскаватора составляет  $m$  у.е./час, а самосвала -  $n$  у.е./час. Проиллюстрировать методику определения оптимального состава транспортного подразделения.

Порядок выполнения:

**1. Определить**

вид СМО;

пропускную способность прибора (характеристика, обозначение, значение, единица измерения);

среднее время обслуживания заявки (обозначение, формула, значение, единица измерения).

**2. Построить граф состояний и описать каждое состояние.**

**3. Написать:**

Интенсивность потока заявок на обслуживание (характеристика, обозначение, формула).

Интенсивность обслуживания прибора (характеристика, обозначение, формула).

Вероятность отказа (обозначение, формула).

Среднее число заявок в очереди на обслуживание (обозначение, формула единица измерения).

**4. Меняя количество заявок в системе определить (оформить в виде таблицы)**

- 1) интенсивность потока заявок на обслуживание
- 2) интенсивность обслуживания прибора
- 3) вероятность отказа
- 4) среднее число заявок в очереди на обслуживание
- 5) суммарные потери от простоя техники

**5. Построить графики изменение потерь из-за простоя экскаватора, самосвалов; а также суммарных потерь в зависимости числа самосвалов.**

**6. Определить оптимальный состав заготовительно-транспортного подразделения.**

Вариант	$a$ м <sup>3</sup> /час	$b$ , м <sup>3</sup>	$c$	$m$	$n$
1	36	3	0,2	450	150
2	50	5	0,3	400	200
3	60	3	0,4	350	150
4	40	5	0,3	300	200
5	39	3	0,4	500	150
6	60	5	0,2	550	200
7	45	3	0,4	450	200
8	55	5	0,2	400	150
9	45	5	0,3	350	200
10	42	3	0,1	500	200

**3.** Рассмотрим асфальтобетонный завод, содержащий  $n$  смесителей, каждый из которых может обслуживать только одну машину. Для получения асфальтобетона на завод приезжают машины с интенсивностью  $\lambda$ , загружаются асфальтобетонной смесью (средняя продолжительность загрузки  $t_{обсл}$  час.) и уезжают. Если в момент приезда автомашины все

смесители заняты отпуском асфальтобетона, то она ожидает начала обслуживания. В момент освобождения смесителя из очереди на обслуживание заезжает очередной автосамосвал. Будем предполагать, что дисциплина очереди, то есть порядок загрузки автомобилей асфальтобетоном, в рассматриваемом случае роли не играет.

Порядок выполнения

1. Определить вид СМО
2. Определить характеристики СМО.
3. Построить граф состояний и описать каждое состояние.
4. Определить показатели эффективности работы СМО.
5. Определить показатели эффективности обслуживания заявок.
6. Определить коэффициенты простоя машин и простоя смесителей и сделать вывод об эффективности СМО.

Вариант	$\lambda$	$t_{обсл}$	$n$
1	4	0,2	5
2	5	0,3	4
3	6	0,4	5
4	4	0,3	4
5	5	0,4	5
6	6	0,2	4
7	4	0,4	3
8	5	0,2	3
9	6	0,3	3
10	3	0,1	5

4. Для работы в карьере по добыче камня требуется выбрать экскаватор, если имеется возможность использовать для этой цели любой из трех типов экскаваторов, охарактеризованных в таблице 1. В среднем в карьер на погрузку прибывают  $a$  автомобилей в час. Объем материала, вывозимого за один рейс автомобилем-самосвалом  $b$  м<sup>3</sup>. Стоимость машино-час автомобиля-самосвала – 15 у.е.

Таблица 1

Исходные данные

Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>	Стоимость 1 маш.- час, у.е.	Производительность м <sup>3</sup> /час
0,6	25	45
1	30	50
1,2	40	70

Вариант	$a$	$b, \text{ м}^3$
1	12	3
2	13	2,5
3	14	3
4	15	2,5
5	13	3
6	12	2,5
7	10	3
8	14	2,5
9	16	2,5
10	11	3

Решить двумя способами:

1. С помощью сравнения  $\mu_{\text{опт}}$  с  $\mu$  для экскаватора. Экскаватор, у которого  $\mu_{\text{опт}}$  совпадает

со значением  $\mu$  и будет оптимальным для работы в карьере.

2. С помощью нахождения суммарных потерь от простоя самосвалов и экскаваторов

5. Разработать модель функционирования вычислительного центра обработки и хранения данных - распределенная вычислительная система, неоднородной структуры (рисунок 1).

Распределенная вычислительная система (РВС) – это набор соединенных каналами связи независимых компьютеров, которые с точки зрения пользователя некоторого программного обеспечения выглядят единым целым.

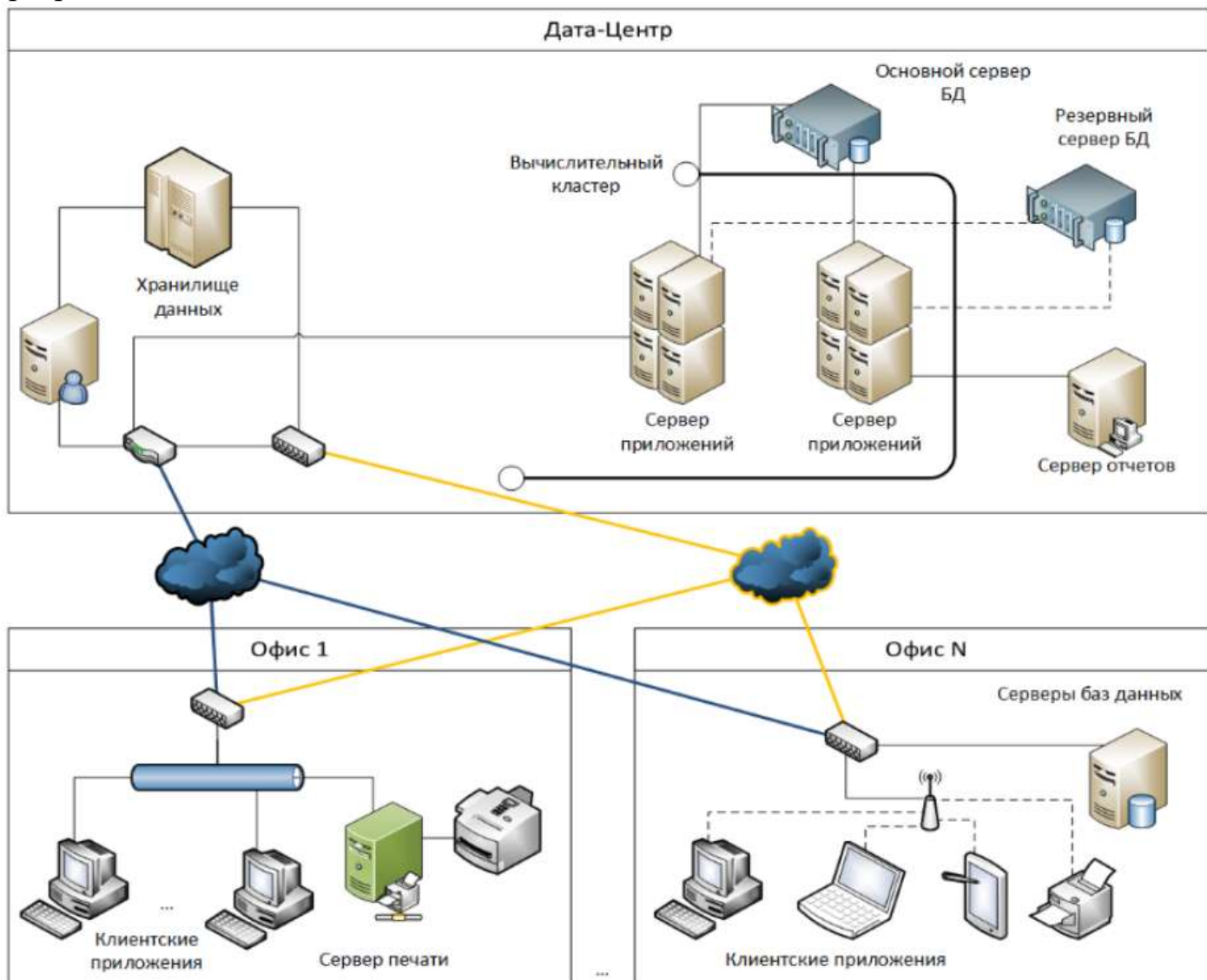


Рисунок 1. Обобщенная схема распределенного вычислительного центра обработки и хранения данных

*Ресурсом* называется любая программная или аппаратная сущность, представленная или используемая в распределенной сети. Например, компьютер, устройство хранения, файл, коммуникационный канал, сервис и т.п.

*Узел* – любое аппаратное устройство в распределенной вычислительной системе.

*Сервер* – это поставщик информации в РВС (например, веб-сервер).

*Клиент* – это потребитель информации в РВС (например, веб-браузер).

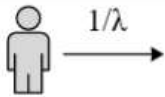
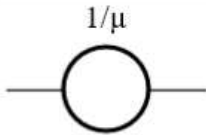
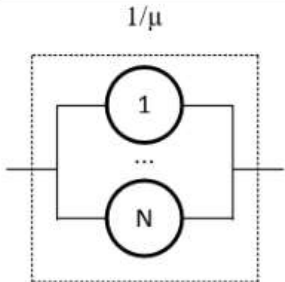

*Пир* – это узел, совмещающий в себе как клиентскую, так и серверную часть (т.е. и поставщик, и потребитель информации одновременно).

*Сервис* – это сетевая сущность, предоставляющая определенные функциональные возможности (например, веб-сервер может предоставлять сервис передачи файлов по

протоколу HTTP). В рамках одного узла могут предоставляться несколько различных сервисов.

На структурных схемах подсистем РВС, как моделей СМО, приняты обозначения, согласно таблице 1.

Таблица 1 - Обозначения для элементов модели подсистемы РВС

Обозначение	Элемент модели
	Входной поток заявок со средним временем поступления $1/\lambda$ .
<p>A</p> 	Канал обслуживания со средним временем обработки $1/\mu$ .
<p>B</p> 	Многоканальное обслуживающее устройство.
	Буфер обмена с неограниченной емкостью.

$Q$ -схема, описывающая процесс функционирования СМО любой сложности, однозначно задаётся в виде набора множеств:

$$Q = \langle W, U, Y, H, Z, R, A \rangle,$$

$W$  – множество входящих потоков;

$U$  – множество потоков обслуживания;

$Y$  – множество выходных потоков;

$H$  – множество собственных параметров системы;

$Z$  – множество состояний системы;

$R$  – оператор сопряжения элементов в системе;

$A$  – оператор алгоритмов обслуживания заявок.

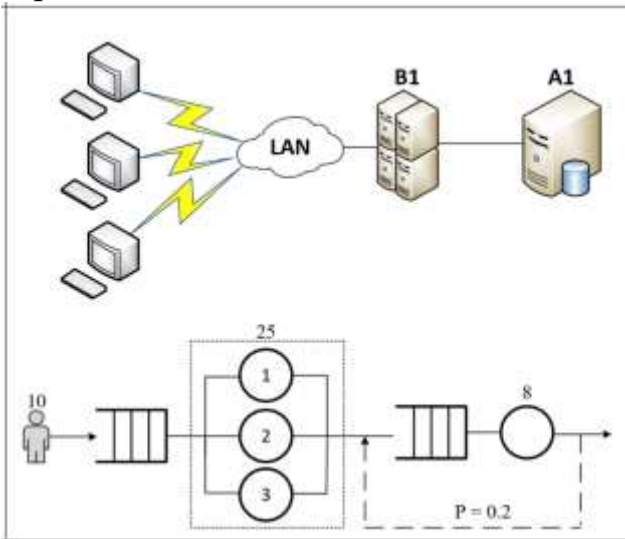
**Задание:**

1) Выбрать структуру подсистемы РВС, представленной модели (см. варианты заданий) и содержательно описать.

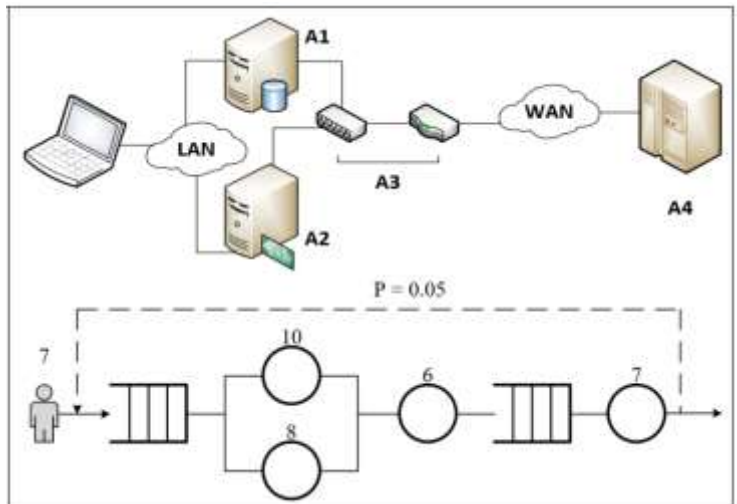
2) Описать элементы  $Q$ -схемы, описывающей процесс функционирования подсистемы РВС.

# Варианты заданий

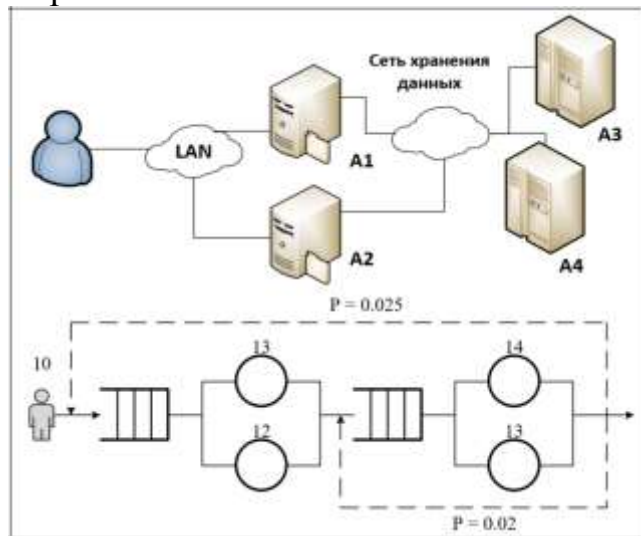
Вариант 1



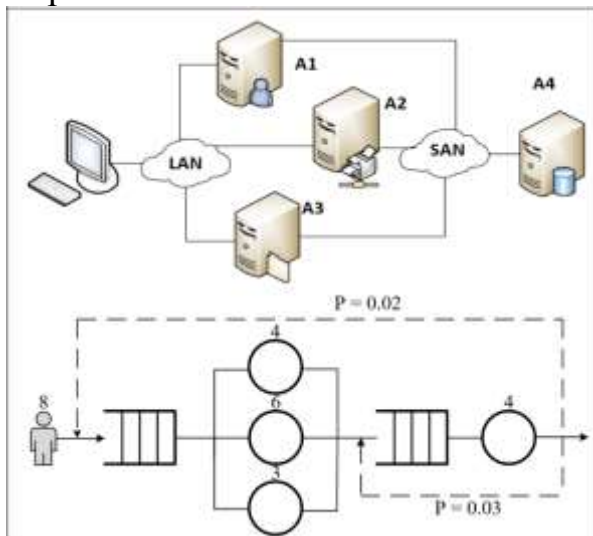
Вариант 2



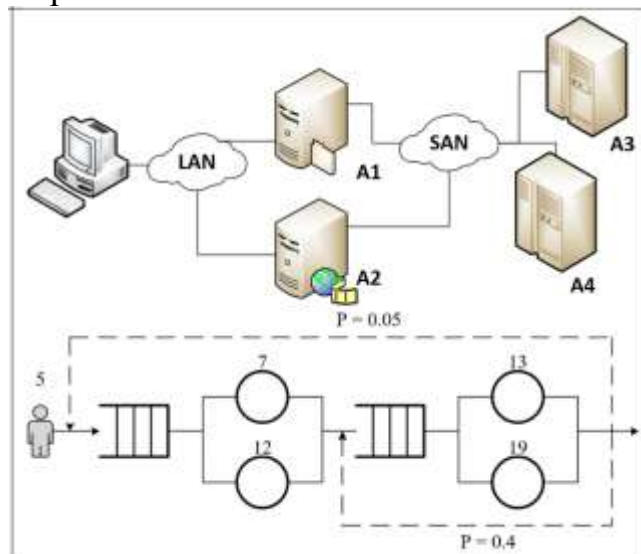
Вариант 3



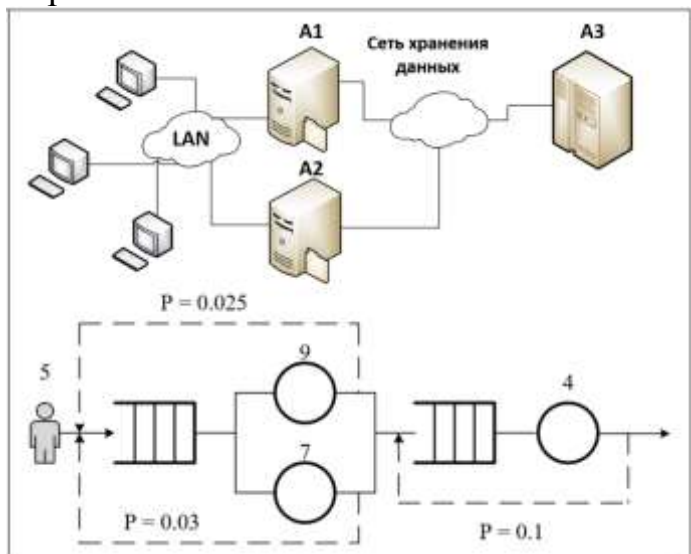
Вариант 4



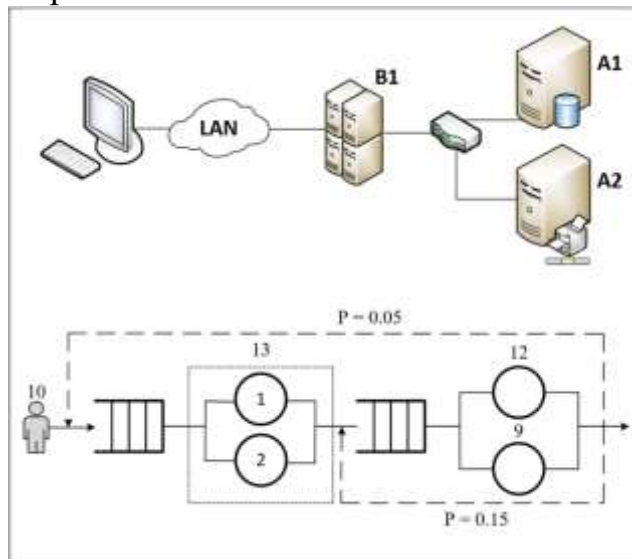
Вариант 5



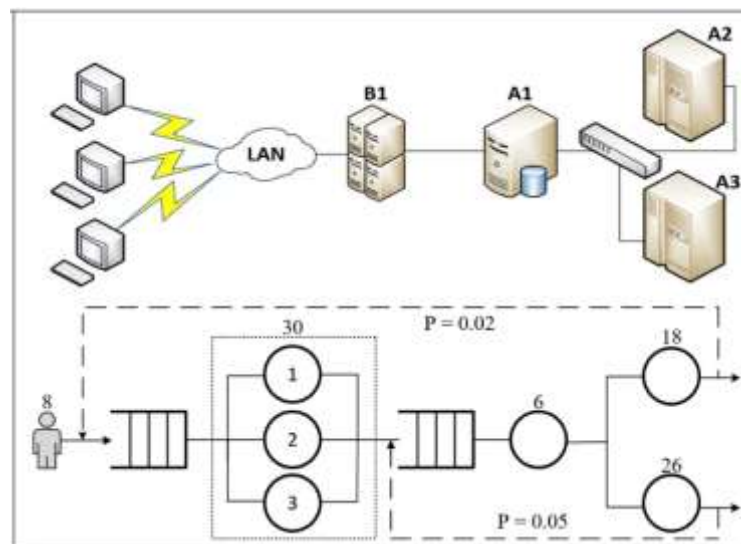
Вариант 6



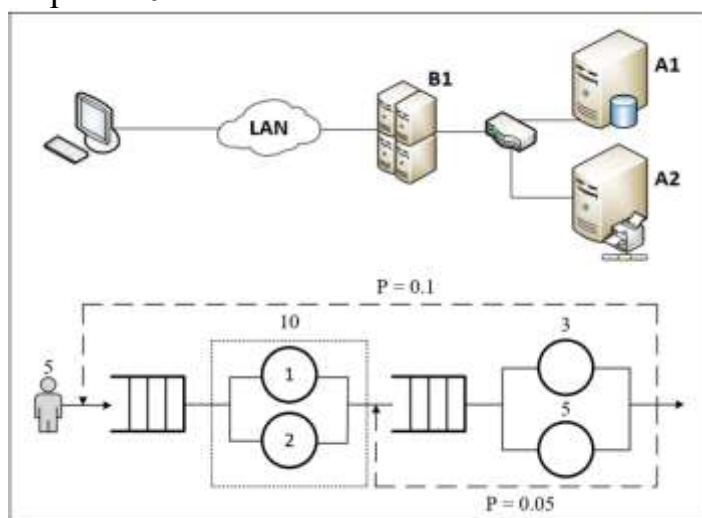
Вариант 7



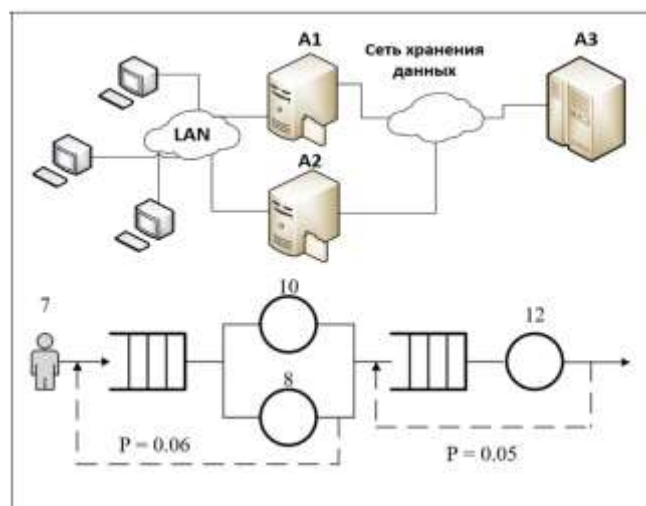
Вариант 8



Вариант 9



Вариант 10



### Контрольные вопросы

1. Что такое система массового обслуживания? Назовите ее основные параметры.
2. Каковы предмет теории массового обслуживания и показатели эффективности обслуживания?
3. По каким признакам классифицируют системы массового обслуживания? Назовите виды СМО по каждому из этих признаков.
4. Назовите основные классы задач в области строительства, решаемые с применением моделей массового обслуживания.
5. В чем отличие замкнутых систем массового обслуживания от разомкнутых?
6. Напишите выражения для следующих основных параметров системы массового обслуживания: интенсивность обслуживания, вероятность простоя аппарата обслуживания, относительная и абсолютная пропускные способности СМО, экономическая эффективность обслуживания.
7. Напишите уравнения состояний многоканальной СМО.