

Рубцовский индустриальный институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Декан ТФ

А.В. Сорокин

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.О.10 «Системный анализ и принятие решений»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **38.03.02**

**Менеджмент**

Направленность (профиль, специализация): **Производственный менеджмент**

Статус дисциплины: **обязательная часть**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	А.В. Сорокин
Согласовал	Зав. кафедрой «ЭиУ»	Д.В. Ремизов
	руководитель направленности (профиля) программы	Д.В. Ремизов

г. Рубцовск

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Содержание компетенции	Индикатор	Содержание индикатора
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1	Осуществляет сбор и обработку информации в соответствии с поставленной задачей
		УК-1.2	Анализирует и систематизирует данные для принятия решений в различных сферах деятельности
		УК-1.3	Выявляет системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Информационно-библиографическая культура, Математика для экономических расчетов, Методы принятия управленческих решений
Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы, Преддипломная практика, Разработка и реализация проектов

## 3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	16	0	16	40	38

## 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 5**

**Лекционные занятия (16ч.)**

**1. Основные понятия и задачи системного анализа {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[1,2,3,4,6]** Системный анализ, системный подход, теория систем. Определение системы. Закономерности систем: статический подход. Закономерности систем: динамический подход. Информационный подход к анализу систем. Классификация систем. Предмет и этапы системного анализа. Методика и методологические принципы системного анализа. Основные понятия и обобщенная классификация задач принятия решений. Формальное описание моделей принятия решений. Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы.

**2. Экспертные оценки. Методы и применение. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[1,2,3,4,6]** Методологические основы и предпосылки применения методов экспертного оценивания. Основные типы шкал и методы проведения экспертизы. Качественные экспертные оценки и их особенности. Этапы работ по организации экспертного оценивания. Отбор экспертов и их характеристики. Методы опроса экспертов. Методы обработки экспертной информации, оценка компетентности и согласованности мнений экспертов. Алгоритмы обработки результатов экспертного оценивания множества альтернатив. Оценка связи между ранжировками двух экспертов с помощью коэффициента ранговой корреляции Спирмена. Использование дисперсионного и энтропийного коэффициента конкордации Кэндалла в качестве меры согласованности мнений экспертов. Обработка экспертной информации, полученной на основе метода парных сравнений. Поиск и исключение противоречий и ошибок в ответах.

**3. Принятия решений в условиях неопределенности {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[1,2,3,4,6]** Статистическая модель однокритериального принятия решений в условиях неопределенности. Построение критериев оценки и выбора решений для первой ситуации априорной информированности ЛПР. Критерий Байеса–Лапласа. Критерий минимума среднего квадратического отклонения функции полезности или функции потерь. Критерий максимизации вероятности распределения функции полезности. Модальный критерий. Критерий минимума энтропии математического ожидания функции полезности. Критерий Гермейера. Комбинированный критерий. Построение критериев оценки и выбора решений для второй ситуации априорной информированности ЛПР. Максимальный критерий Вальда. Критерии минимаксного риска Сэвиджа. Построение критериев оценки и выбора решений для третьей ситуации априорной информированности ЛПР. Критерий Гурвица. Критерий Ходжеса–Лемана. Построение универсального комбинированного критерия оценки и выбора решений для разных ситуаций априорной

информированности ЛПР. Пример оценки отдельных характеристик качества информационной системы в условиях неопределенности.

**4. Принятие решение в рамках систем массового обслуживания. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,4,5,6]** История развития систем массового обслуживания. Основные понятия и компоненты систем массового обслуживания. Потоки событий и их характеристики. Классификация систем массового обслуживания. Случайный процесс. Граф состояний. Марковский процесс. Уравнение Колмогорова. Предельные вероятности состояний. Процесс гибели и размножения. Системы массового обслуживания с отказами (без очереди). Системы массового обслуживания с неограниченной очередью. Системы массового обслуживания с ограниченной очередью. Замкнутые средства массового обслуживания. Расчет предельных вероятностей и показателей эффективности систем массового обслуживания. Оптимизация систем массового обслуживания. Применение теории массового обслуживания для принятия решений в различных сферах деятельности.

#### **Практические занятия (16ч.)**

**1. Основные понятия и задачи системного анализа. {беседа} (4ч.)[1,2,3,4,6]** Проблемы решаемые системным анализом. Особенности системного подхода. Примеры проблем, требующих системного подхода. Основные понятия системного анализа: система, элемент, цель, структура, целостность, связь, иерархия, отношение система–среда. Основные свойства систем. Примеры сетевых структур, иерархических структур, многоуровневых иерархических структур. Классификация систем по различным признакам. Основные методологические принципы системного анализа и их краткая характеристика. Классификация основных задач системного анализа. Роль человека при решении сложных проблем методами системного анализа. Примеры и классификации задач принятия решений. Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы.

**2. Экспертные оценки. Методы и применение.(4ч.)[1,2,3,4,6]** Решение задач на сбор и обработку экспертной информации в соответствии с поставленной задачей. Основные этапы экспертизы. Основные формы опроса экспертов, взаимодействие экспертов при опросе. Подбор и критерии оценивания экспертов. Построение структурной схемы метода последовательных сравнений. Построение структурной схемы метода Дельфи. Описание способов оценивания компетентности экспертов. Оценка связи между достижением двух различных целей при проведении одной совокупности мероприятий. Оценка взаимосвязи между ранжировками. Обработка и анализ ранжировок и попарных сравнений. Контрольная работа по темам: основные понятия и задачи системного анализа, экспертные оценки, методы и применение. Осуществление обработки информации в соответствии с поставленной задачей. Анализ и систематизация данных для принятия решений в различных сферах деятельности.

**3. Принятие решений в условиях неопределенности и риска(4ч.)[1,2,3,4,6]**

Решение задач на принятие решений в условиях полной и частичной неопределенности. Применение критериев Вальда, Сэвиджа, Гурвица, Лапласа, Байеса-Лапласа. Анализ и систематизация данных для принятия решений в различных сферах деятельности.

**4. Системы массового обслуживания(4ч.)[2,4,5,6]** Решение задач нахождения предельных состояний вероятностей для исследуемой системы. Процесс гибели и размножения. Определение предельных вероятностей и показателей эффективности в одноканальных и многоканальных системах массового обслуживания с отказами (без очереди), с ограниченной и неограниченной очередью. Проведение оптимизации систем массового обслуживания. Анализ систем массового обслуживания для принятия решений в различных сферах деятельности. Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами.

Контрольная работа по теме: принятие решение в рамках систем массового обслуживания.

Осуществление обработки информации в соответствии с поставленной задачей. Анализ и систематизация данных для принятия решений в различных сферах деятельности. Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами.

#### **Самостоятельная работа (40ч.)**

**1. Подготовка к практическим занятиям(24ч.)[1,2,3,4,5,6]** Изучение теоретического материала по конспектам, учебникам, учебным пособиям, Интернет-источникам.

**2. Подготовка к текущему контролю успеваемости (контрольным работам)(12ч.)[1,2,3,4,5,6]** Изучение теоретического материала по конспектам, учебникам, учебным пособиям. Проработка изученных тем для принятия решений в различных сферах деятельности.

**3. Подготовка и сдача зачета(4ч.)[1,2,3,4,5,6]**

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Дробязко О.Н. Курс лекций по дисциплине “Теория систем и системный анализ” для бакалавров направления 09.03.03 «Прикладная информатика». - Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2019. – Режим доступа: [http://elib.altstu.ru/eum/download/ise/Drobjazko\\_TSiSA\\_kl.pdf](http://elib.altstu.ru/eum/download/ise/Drobjazko_TSiSA_kl.pdf).

## **6. Перечень учебной литературы**

### **6.1. Основная литература**

2. Доррер, Г.А. Методы и системы принятия решений : учебное пособие / Г.А. Доррер ; Сибирский федеральный университет. – Красноярск : Сибирский федеральный университет (СФУ), 2016. – 210 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=497093> (дата обращения: 19.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7638-3489-5. – Текст : электронный.

3. Вдовин, В.М. Теория систем и системный анализ : учебник / В.М. Вдовин, Л.Е. Суркова, В.А. Валентинов. – 5-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 644 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573179> (дата обращения: 19.02.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-03716-0. – Текст : электронный.

### **6.2. Дополнительная литература**

4. Силич, М.П. Основы теории систем и системного анализа : учебное пособие / М.П. Силич, В.А. Силич ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : ТУСУР, 2013. – 340 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480615> (дата обращения: 19.02.2021). – Библиогр.: с. 333-337. – ISBN 978-5-86889-663-7. – Текст : электронный.

5. Теория систем массового обслуживания : учебное пособие : [16+] / сост. А.В. Шапошников, В.В. Бережной, А.М. Лягин, А.А. Плетухина и др. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. – 134 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483842> (дата обращения: 19.02.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

## **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

6. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека Online» [Электронный ресурс]. – М.: Издательство «Директ-Медиа». – Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru>

## **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения учебных занятий
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**  
**ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Системный анализ и принятие решений»**

**1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины**

<b>Код контролируемой компетенции</b>	<b>Способ оценивания</b>	<b>Оценочное средство</b>
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

**2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания**

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Системный анализ и принятие решений».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Системный анализ и принятие решений» используется 100-балльная шкала.

<b>Критерий</b>	<b>Оценка по 100-балльной шкале</b>	<b>Оценка по традиционной шкале</b>
Студент освоил изучаемый материал, выполняет задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций, может допускать отдельные ошибки.	25-100	<i>Зачтено</i>
Студент не освоил основное содержание изученного материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	0-24	<i>Не зачтено</i>

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами**

**1. Осуществление сбора и обработки информации в соответствии с поставленной задачей**

<b>Компетенция</b>	<b>Индикатор достижения компетенции</b>
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Осуществляет сбор и обработку информации в соответствии с поставленной задачей



1. Проводится исследование нового технологического процесса. Для успешного моделирования необходимо снизить размерность задачи. Для этого создана группа экспертов из семи человек, которые должны выделить наиболее важные факторы, влияющие на процесс. Для анализа предложены следующие факторы:  $x_1$  – температура;  $x_2$  – давление;  $x_3$  – качество материала;  $x_4$  – электромагнитное излучение;  $x_5$  – скорость подачи воздуха;  $x_6$  – интенсивность нагрева;  $x_7$  – форма объекта. Вследствие малой изученности проблемы оказалось невозможным дать оценки факторов в баллах, поэтому они были проранжированы экспертами по уменьшению степени важности влияния на процесс. Результаты ранжирования приведены ниже:

эксперт 1–  $x_5 \succ x_3 \succ x_2 \succ x_6 \succ x_4 \infty x_1 \succ x_7$ ;

эксперт 2–  $x_7 \succ x_6 \succ x_5 \succ x_4 \succ x_3 \succ x_2 \succ x_1$ ;

эксперт 3–  $x_7 \succ x_5 \succ x_3 \succ x_1 \succ x_6 \succ x_3 \succ x_4$ ;

эксперт 4–  $x_7 \succ x_3 \succ x_2 \succ x_5 \succ x_1 \succ x_4 \succ x_6$ ;

эксперт 5–  $x_4 \succ x_3 \succ x_2 \succ x_7 \succ x_6 \infty x_1 \succ x_5$ ;

эксперт 6–  $x_7 \succ x_3 \succ x_1 \succ x_5 \succ x_2 \succ x_6 \succ x_4$ ;

эксперт 7–  $x_6 \succ x_4 \succ x_2 \succ x_5 \infty x_2 \succ x_7 \succ x_3$ .

Осуществите обработку экспертной информации, используя метод парных сравнений.

Анализируя результаты ранжирования, оцените согласованность мнений экспертов. При несогласованности мнений предложите способы построения групповых ранжировок и выделения наиболее важных факторов.

2. В инструментальном отделении сборочного цеха работают три кладовщика. В среднем за 1 мин за инструментом приходят 0,91 рабочих. Обслуживание одного рабочего занимает у кладовщика 0,95 мин. Очередь не имеет ограничения. Стоимость 1 мин работы рабочего равна 30 р., а кладовщика – 15 р.

Осуществляя обработку информации, рассчитайте показатели эффективности СМО:

- абсолютную пропускную способность СМО;
- относительную пропускную способность СМО;
- вероятность образования очереди;
- среднее число занятых кладовщиков;
- среднее число рабочих в очереди;
- среднее число рабочих, обслуживаемых кладовщиками и стоящих в очереди;
- среднее время пребывания заявки в очереди.

Также требуется определить средние потери цеха при данной организации обслуживания в инструментальном отделении (стоимость простоя, р./мин).

3. Предприятием сельскохозяйственного машиностроения осваивается производство трёх типов товаров ( $A_1, A_2, A_3$ ), опытные партии которых реализуются в различных пунктах ( $B_1, B_2, B_3, B_4$ ). Продажа опытных партий дала следующие результаты, которые представлены в таблице:

Товар	Доход от реализации, тыс. р., в пунктах			
	<b>В<sub>1</sub></b> Ярославль	<b>В<sub>2</sub></b> Рыбинск	<b>В<sub>3</sub></b> Тутаев	<b>В<sub>4</sub></b> Углич
A <sub>1</sub> – мотоблок «Нева»	40	20	30	10
A <sub>2</sub> – мотоблок «Салют»	20	35	20	20
A <sub>3</sub> – мотоблок «Каскад»	30	15	25	10

Ввиду значительных объёмов опытных партий установлено, что значения доходов подчиняются нормальному закону распределения.

Осуществите обработку информации, используя критерии Лапласа, Вальда, Сэвиджа.

Проанализируйте полученные данные для выбора наиболее выгодного товара.

## *2.Анализи и систематизация данных для принятия решений в различных сферах деятельности*

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.2 Анализирует и систематизирует данные для принятия решений в различных сферах деятельности

1. При проектировании сложной системы автоматического управления было выделено шесть основных проблем:

- 1 – устойчивость;
- 2 – управляемость;
- 3 – предотвращение критических ситуаций;
- 4 – помехозащищенность;
- 5 – согласование управляемой части системы с приводом;
- 6 – сложность реализации.

Пять экспертов проранжировали эти проблемы по их важности. Результаты представлены в таблице:

Эксперт	Проблема					
	1	2	3	4	5	6
$\mathcal{E}_1$	1	4	3	2	6	5
$\mathcal{E}_2$	2	1	3	4	5	6
$\mathcal{E}_3$	2	4	5	1	6	3
$\mathcal{E}_4$	1	3	4	2	6	5
$\mathcal{E}_5$	4	1	3	2	6	5

Анализируя исходные данные для принятия решения, вычислите дисперсионный коэффициент конкордации и оцените согласованность мнений экспертов.

2. Технологическая система состоит из одного станка – многоцелевого обрабатывающего центра. На станок поступают заявки на изготовление деталей в среднем через 0,5 ч. Среднее время изготовления одной детали равно 0,6 ч. Если при поступлении заявки на изготовление детали станок занят, то деталь направляется на другой станок.

Осуществляя обработку информации, определите:

- а) производительность работы станка, деталей в час;
- б) процент деталей, которые обрабатываются на данном станке;
- в) вероятность того, что очередная деталь будет перенаправлена на обработку на другой станок.

Анализируя полученные данные, определите оптимальное число станков в технологической системе, чтобы относительная пропускная способность была не менее 0,9.

3. Фирма рассматривает вопрос о строительстве станции технического обслуживания (СТО) автомобилей. Составлена смета расходов на строительство станции с различным количеством обслуживаемых автомобилей, а также рассчитан ожидаемый доход в зависимости от удовлетворения прогнозируемого спроса на предлагаемые услуги СТО (прогнозируемое количество обслуженных автомобилей в действительности). В зависимости от принятого решения – проектного количества обслуживаемых автомобилей в сутки (проект СТО)  $R_j$  и величины прогнозируемого спроса на услуги СТО – построена нижеследующая таблица ежегодных финансовых результатов (доход, д. е.):

Проект СТО	Прогнозируемая величина удовлетворенности спроса					
	0	10	20	30	40	50
20	-120	60	240	250	250	250
30	-160	15	190	380	390	39-
40	-210	-30	150	330	500	500
50	-270	-80	100	280	470	600

Анализируя данные, определите наилучший проект СТО с использованием критериев Лапласа, Вальда, Сэвиджа и Гурвица.

*3.Выявление системных связей и отношений между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы*

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.3 Выявляет системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами и/или объектами на основе принятой парадигмы

1. При крупном автомобильном магазине планируется открыть мастерскую по предпродажному обслуживанию и гарантийному ремонту автомобилей. Консультационная фирма готова предоставить дополнительную информацию о том, будет ли рынок благоприятным или нет. Эти сведения обойдутся магазину в 13 000 рублей. Администрация магазина считает, что эта информация гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,5. Если рынок будет благоприятным, то большая мастерская принесет прибыль в 60 тыс. руб., а маленькая – 30 тыс. руб. При неблагоприятном рынке магазин потеряет 65 тыс. руб., если будет открыта большая мастерская, и 30 тыс. руб. – если откроется маленькая. Не имея дополнительной информации, директор оценивает вероятность благоприятного рынка 0,6. Положительный результат обследования гарантирует благоприятный рынок с вероятностью 0,8. При отрицательном результате рынок может оказаться благоприятным с вероятностью 0,3.

Для выявления системных связей и отношений между изучаемыми процессами, постройте дерево решений.

2. Для выявления системных связей и отношений между изучаемыми процессами, постройте граф состояний следующего случайного процесса: устройство состоит из двух узлов, каждый из которых в случайный момент времени может выйти из строя, после чего мгновенно начинается ремонт узла, продолжающий заранее неизвестное случайное время.

3. Крупное машиностроительное предприятие эксплуатирует автомобили одной марки. Простейший поток отказов автомобилей имеет интенсивность  $\lambda = 0,25$  отказа в день. Среднее время устранения одного отказа автомобиля одним механиком равно 2 ч. Возможны два варианта обслуживания:

- все автомобили обслуживают два механика с одинаковой производительностью;
- все автомобили предприятия обслуживают три механика, причём производительность каждого из них вдвое меньше, чем у механиков в предыдущем случае.

Для выявления системных связей и отношений между изучаемыми процессами в системе постройте для каждого варианта граф состояний СМО.

**4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.**