

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 10.10.2023 16:05:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02a0960521e5673742735118b11d6

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора полиграфического института
И.В. Нагорнова
И.В. Нагорнова/
«30» июня 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**«Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического
производства»**

Направление подготовки

15.03.02 - «Технологические машины и оборудование»

Профиль «Оборудование упаковочного и полиграфического производства»

Квалификация (степень) выпускника

Бакалавр

Форма обучения

Заочная

Москва 2021 г.

Программу составила:

доцент, к.т.н.



/Винокурова О.А./

Программа утверждена на заседании кафедры «Полиграфические системы» «23» июня 2021 г., протокол № 11.

Заведующий кафедрой

к. т. н.



/Суслов М.В./

1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» является изучение теоретических основ управления системами, приобретение знаний, необходимых при создании, исследовании и эксплуатации систем и средств автоматизации и управления.

Задачей изучения дисциплины является освоение базовых принципов математического описания систем, форм представления и преобразования моделей систем, изучение методов анализа систем и вероятностного прогнозирования с применением теории массового обслуживания и теории очередей.

В результате освоения дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» обучающийся должен:

Знать принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, характеристики систем массового обслуживания, способы определения пропускной способности каналов передачи информации; специальную терминологию теории массового обслуживания, теории очередей.

Иметь навыки (приобрести опыт использования и применения) математических методов разработки, моделирования и анализа систем управления, характеристик и показателей, применения аппарата теории марковских процессов для исследования систем массового обслуживания, работы с программной системой для математического и имитационного моделирования; создания вероятностных моделей функционирования систем, составлять и решать уравнения Колмогорова.

Владеть навыками работы с программными средствами математического и имитационного моделирования, методами решения дифференциальных уравнений с использованием пакетов Mathcad или Matlab.

Дисциплина способствует подготовке бакалавра к выполнению профессиональных задач в соответствии с проектно-конструкторской и производственно-технологической видами деятельности.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» относится к дисциплинам по выбору. Дисциплина взаимосвязана логически и содержательно-методически с дисциплинами образовательной программы направления подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Оборудование упаковочного и полиграфического производства»).

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, полученных при изучении разделов информатики, информационных технологий, математики

Для освоения учебной дисциплины, обучающиеся должны владеть следующими знаниями и умениями:

- иметь общее представление об уровне автоматизации производства;
- применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации,
- пределы;
- дифференцирование и интегрирование;
- интегральные преобразования: Лапласа и Фурье;
- иметь понятие о комплексных числах и способах их представления;
- иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Коды компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-13	умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	<p>Знать: методы расчета и оптимизации характеристик систем при детерминированных и случайных воздействиях;</p> <p>основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, формы их представления и преобразования для целей управления;</p> <p>Уметь: осуществить выбор методов анализа исследуемой системы, дать аргументированное заключение о состоянии объекта или системы.</p> <p>Владеть: отечественными и зарубежными программными средствами для создания моделей и расчета характеристик объектов и систем управления.</p>

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), в том числе самостоятельная работа студента в объеме 92 часа для заочной формы обучения. Изучение дисциплины проходит в течение одного семестра. Планируются лекционные и лабораторные занятия в объеме 16 часов, на самостоятельную работу обучающегося отводится 92 часа, курс заканчивается зачетом.

Трудоемкость по формам обучения:

Форма обучения	курс	семестр	Трудоемкость дисциплины в часах							Форма итогового контроля
			Всего час./зач. ед	Аудиторных часов (контактная работа)	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контроль (промежуточная аттестация)	
Заочная	5	10	108/3	16	6	—	10	92	—	зачет

Структура и содержание дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» по срокам и видам работы отражены в Приложении 1.

Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение в теорию массового обслуживания (ТМО). Основные понятия теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО). Характеристики систем массового обслуживания. Временная диаграмма системы массового обслуживания. Простейшие системы массового обслуживания.

Тема 2. Математическая модель СМО. Входящий поток требований. Время обслуживания. Анализ закона распределения вероятностей. Примеры наиболее часто используемых распределений числа требований. Типы пуассоновских СМО и показатели качества их функционирования.

Тема 3. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Понятие очереди в СМО. СМО с отказами. Одноканальная СМО.

Тема 4. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Многоканальная СМО с отказами в обслуживании.

Тема 5. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Понятие очереди в СМО. Системы массового обслуживания с ограниченной очередью. Одноканальная система массового обслуживания с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.

Тема 6. Системы массового обслуживания с неограниченной очередью ожидающих заявок. Одноканальная СМО с неограниченной очередью ожидающих заявок. Многоканальная СМО с неограниченной очередью ожидающих заявок. СМО с приоритетами в обслуживании заявки.

Тема 7. Вероятностное моделирование функционирования систем. Системы массового обслуживания. Уравнения Колмогорова. Математическое ожидание времени пребывания в системе, в обслуживающем устройстве, в очереди. Математическое ожидание числа требований в системе, в очереди, в обслуживающем устройстве. Простейшие системы массового обслуживания с произвольным законом обслуживания. Распределение числа требований. Многоканальные системы массового обслуживания с произвольным законом прибытия и обслуживания. Примеры построения моделей информационных процессов и управления с применением теории массового обслуживания.

Тема 8. Марковские сети массового обслуживания. Структуры типа сетей массового обслуживания. Примеры построения моделей информационных процессов и управления в терминах систем массового обслуживания. Моделирование процессов переработки информации с использованием методов теории массового обслуживания. Модель наборного участка как системы массового обслуживания.

Тема 9. Вероятностное моделирование в задачах оценки надежности проектируемых систем. Прогнозирование надежности комплекса оборудования системы автоматизации в процессе восстановления с учетом отказов. Влияние численности ремонтной бригады на надежность функционирования. Применение метода динамики средних для прогнозирования надежности. Влияние надежности каналов обслуживания на показатели эффективности функционирования системы автоматизации.

5. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих форм проведения груп-

повых, индивидуальных, контактных (аудиторных) занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся:

- проведение занятий лекционного типа;
- подготовка к выполнению лабораторно-практических работ в лабораториях и компьютерных классах вуза;
- защита лабораторных работ;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме тестирования компьютерного или бланочного;
- выполнение контрольных заданий.

При проведении лекционных, лабораторных занятий, промежуточной аттестации по дисциплине «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» целесообразно использовать следующие образовательные технологии:

1. На лабораторных занятиях использовать современное программное обеспечение для выполнения расчетов и построения характеристик в различных областях, например, Mathcad или Matlab, современные аппаратные и программные средства исследования и проектирования систем управления, что позволяет формировать практические навыки.
2. Процедуры промежуточного контроля по дисциплине допускается проводить в форме бланочного или компьютерного тестирования в системе АСТ.
3. В течение семестра в рамках самостоятельной работы обучающиеся выполняют индивидуальные задания, состоящее из теоретической и практической частей.
4. Проведение лекционных занятий, содержащих таблицы и рисунки в качестве иллюстраций, необходимо осуществлять с использованием слайдов, подготовленных в программе Microsoft Power Point.
5. Эффективная проработка лекционного материала.
6. Самостоятельное изучение отдельных тем курса организуется с целью эффективного освоения теоретической части дисциплины и полноценного выполнения практических заданий.
7. Интерактивная форма проведения занятий: разбор практических заданий, выполнение лабораторных работ.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов: оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций, подготовка к лабораторным работам и их выполнение.

Оценочные средства текущего контроля успеваемости включают подготовку и выполнение теоретической и практической частей индивидуального контрольного задания, решение контрольных работ, оценка активности при выполнении лабораторных работ, решении коллективных заданий.

Образцы контрольных вопросов и заданий для проведения текущего контроля, зачетного задания, приведены в приложении 2.

Конкретные формы текущего контроля успеваемости по разделам дисциплины приведены в содержании разделов (см. п. 2.1 настоящей рабочей программы).

6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» формируются следующие компетенции:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ПК-13	умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса. Дисциплина «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» участвует в формировании перечисленных компетенций.

6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины, описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине.

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ПК-13 – умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования				
<i>Знать:</i> методы расчета и оптимизации характеристик систем при детерминированных и случайных воздействиях	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: методов расчета и оптимизации характеристик систем при детерминирован	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: методов расчета и оптимизации характеристик систем при детерминированных и случайных воздействиях.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: методов расчета и оптимизации характеристик систем при детерминированных и случайных воздействиях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: методов расчета и оптимизации характеристик систем при детерминированных и случайных воздействиях.

	ных и случайных воздействиях.	Допускаются значительные ошибки в терминологии, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.	Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения в определениях.	Свободно оперирует приобретенными знаниями.
Уметь: осуществить выбор методов анализа исследуемой системы, дать аргументированное заключение о состоянии объекта или системы.	обучающийся не умеет или умеет в недостаточной степени: осуществить выбор методов анализа исследуемой системы, дать аргументированное заключение о состоянии объекта или системы.	обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: осуществить выбор методов анализа исследуемой системы, дать аргументированное заключение о состоянии объекта или системы. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения в терминологии и умении применения знаний в практических ситуациях.	обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: осуществить выбор методов анализа исследуемой системы, дать аргументированное заключение о состоянии объекта или системы. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: осуществить выбор методов анализа исследуемой системы, дать аргументированное заключение о состоянии объекта или системы. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: отечественными и зарубежными программными средствами для создания моделей и расчета характеристик	обучающийся не владеет или владеет в недостаточной степени:	обучающийся владеет: отечественными и зарубежными программными	обучающийся частично владеет: отечественными и зарубежными программными	обучающийся в полном объеме владеет: отечественными и зарубежными

объектов и систем управления.	отечественными и зарубежными программными средствами для создания моделей и расчета характеристик объектов и систем управления.	средствами для создания моделей и расчета характеристик объектов и систем управления. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.	средствами для создания моделей и расчета характеристик объектов и систем управления. Допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	программными средствами для создания моделей и расчета характеристик объектов и систем управления. Свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.
-------------------------------	---	---	---	---

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание.

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения проводится преподавателем, ведущим занятия. По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка «зачёт»/«незачёт».

Шкала оценивания	Описание
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков, приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины.

Устный опрос (контрольные точки) по текущей теме лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий в виде собеседования.

Оценивается:

«максимум» - 3 балла, «минимум» - 2 балла, «неудовлетворительно» - менее 2 баллов.

«максимум»: обучающийся четко и без ошибок или с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы по теме лабораторной работы (индивидуального задания).

«минимум»: обучающийся ответил на все контрольные вопросы по теме лабораторной работы (индивидуального задания).

«неудовлетворительно»: обучающийся ответил на контрольные вопросы по теме лабораторной работы (индивидуального задания) с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Во время лабораторных занятий преподаватель оценивает активность студента, защиту лабораторных работ и сдачу отчетов по ним в указанные сроки.

Шкала оценки работы студента на лабораторном занятии следующая:

- Неудовлетворительно - обучающийся не работал в течение занятия, или отсутствовал,
- Удовлетворительно - обучающийся не смог правильно объяснить решение задания, выполнил не все запланированные задания,
- Хорошо - обучающийся, работая активно, выполнил не все запланированные задания,
- Отлично - обучающийся выполнил все задания и правильно отвечал на поставленные по заданиям вопросы.

Компьютерное тестирование проводится для текущего контроля знаний студентов, оценивается в соответствии с процентом правильных ответов, данных студентом на вопросы теста.

Стандартная шкала соответствия результатов компьютерного тестирования выставленной балльной оценке:

- «отлично» - свыше 85% правильных ответов;
- «хорошо» - от 70,1% до 85% правильных ответов;
- «удовлетворительно» - от 55,1% до 70% правильных ответов;
- от 0 до 55% правильных ответов – «неудовлетворительно»

Стандартный регламент тестирования включает:

- количество вопросов – 30;
- продолжительность тестирования – 30 минут;
- генерация теста из БТЗ – методом случайной выборки;
- режим контроля – жесткий (отсутствие возможности тестируемым увидеть результат ответа на вопрос теста в процессе тестирования).

«отлично»: тестируемый демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«хорошо»: тестируемый в целом демонстрирует системные теоретические знания, владеет большинством терминов и обладает способностью быстро реагировать на вопросы теста.

«удовлетворительно»: системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, он владеет некоторыми терминами, на вопросы теста реагирует достаточно медленно.

«неудовлетворительно»: системные теоретические знания у тестируемого отсутствуют, терминологией не владеет, на вопросы теста реагирует медленно.

Фонд и образцы оценочных средств представлены в приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. **Вентцель, Е.С.** Задачи и упражнения по теории вероятностей: учебное пособие для втузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. - 8-е изд., стереотип.; в пер. - М.: КНОРУС, 2011. - 496 с.
2. **Вентцель, Е.С.** Теория случайных процессов и её инженерные приложения: учебное пособие для втузов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. - 5-е изд., стереотип.; в пер. - М.: КНОРУС, 2011. - 448 с.
3. **Иванова, А.Е.** Математические основы теории систем : учебное пособие по спец.: 220301.65, 220210.62 / А. Е. Иванова ; М-во образования и науки РФ; Федер. агентство по образованию; МГУП. - М. : МГУП, 2009. - 194 с.
4. **Певзнер, Л.Д.** Математические основы теории систем : учебное пособие / Л.Д. Певзнер, Е.П. Чураков. - М. : Высшая школа, 2009. - 503 с.
5. **Щербина, Ю.В.** Теоретические основы автоматизированного управления рулонным печатным оборудованием : учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по направлению 220210 - Автоматизация и управление и спец.: 220211.65 - Управление и информатика в технических системах; 220301.65 - Автоматизация технологических процессов и производств (полиграфия) / Ю.В. Щербина ; М-во образования и науки РФ; Моск. гос. ун-т печати имени Ивана Федорова. - М.: МГУП имени Ивана Федорова, 2011. - 241 с.

7.2. Дополнительная литература

1. **Иванова, А.Е.** Теоретические основы автоматизированного управления: учебное пособие для студентов обучающихся по спец. 220210.62 «Автоматизация и управление» / А.Е. Иванова ; М-во образования и науки РФ; Федер. агентство по образованию; МГУП. - М. : МГУП, 2008. - 200 с.
2. **Поршнев, С.В.** Компьютерное моделирование физических процессов в пакете MATLAB: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений, обучающихся по спец. "Математика", "Информатика", "Физика" / С.В. Поршнев. - 2-изд., испр.; в пер. - СПб: Лань, 2011. - 736 с.: ил. (+CD).

7.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. [Ушаков А.В., Вундер \(Полинова\) Н.А. Современная теория управления. Дополнительные главы: Учебное пособие для университетов – Санкт-Петербург: СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 182 с. . \[Электронный ресурс\] Режим доступа: <http://books.ifmo.ru/file/pdf/1722.pdf>](http://books.ifmo.ru/file/pdf/1722.pdf)
2. Пакеты прикладных программ для выполнения лабораторных работ и практических заданий:
 - LibreOffice 5.0 Бесплатная версия
 - Adobe Acrobat Reader. Бесплатная версия.
 - Mathcad-14. Средство технических расчетов промышленного стандарта. Договор № 24/08 от 19.05.2008 г.
 - АСТ – система тестирования.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Аудитория общего фонда для практических и лабораторных занятий № 2402 (компьютерный класс не менее 10-15 посадочных мест) с установленным программным обеспечением для проведения лабораторно-практических занятий.
2. Возможность использования переносного мультимедийного комплекса (экран, переносной проектор, персональный ноутбук). Персональные компьютеры, мониторы
3. Возможность доступа в интернет.
4. Раздаточный материал по теме занятий.

9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов

Учебным планом предусмотрено изучение дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» во 2 семестре при очной форме обучения. По дисциплине проводятся лекционные и лабораторные занятия.

В процессе самостоятельной работы студентам рекомендуется использовать сеть Интернет, рекомендуемую для данной дисциплины учебную литературу, а также журналы «Полиграфия», «Вестник МГУП», «Новости полиграфии».

Посещение занятий является обязательным. Пропуск занятий без уважительных причин и согласования с руководством ИПИТ в объеме более 40% от общего количества предусмотренных учебным планом в семестр влечет за собой невозможность аттестации по дисциплине.

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение основ теории массового обслуживания, теории очередей. Посещение лекционных занятий является обязательным. Допускается конспектирование лекционного материала как письменным, так и компьютерным способом.

Регулярная проработка материала конспектов лекций по каждому разделу в рамках подготовки к промежуточным и итоговым формам аттестации по дисциплине «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» является одним из важнейших видов самостоятельной работы обучающегося в течение семестра, необходимой для качественной подготовки к промежуточной и семестровой аттестации по дисциплине.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме зачета. Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» приведен в приложении 2 к настоящей рабочей программе, а критерии оценки ответа студента на зачете – в п. 6 настоящей рабочей программы.

10. Методические рекомендации для преподавателя

Дисциплина «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» является вариативной дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана профиля 15.03.02 «Оборудование упаковочного и полиграфического производства» подготовки бакалавров. Рекомендуется широкое использование активных и интерактивных методов обучения, включающих тесты и типовые задания, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций.

Подготовка к лабораторным занятиям обязательно включает в себя самостоятельное изучение теоретического материала и способов решения поставленных задач.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» представлено в п. 4 рабочей программы.

Структура и последовательность проведения практических занятий по дисциплине представлены в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

Целесообразные к применению в рамках дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства» образовательные технологии изложены в п.5 настоящей рабочей программы.

Примерные варианты заданий для промежуточного семестрового контроля и перечень вопросов к зачету по дисциплине представлены в соответствующих подпунктах приложения 2 к рабочей программе.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства», приведен в п. 7 настоящей рабочей программы. Преподавателю следует ориентировать обучающихся на использование при подготовке к промежуточной и семестровой аттестации по дисциплине материалов лекций.

При проведении занятий рекомендуется использование активных аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой, в том числе выполнение индивидуальных заданий.

Программа составлена в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (квалификация (степень) «бакалавр»), утвержденным приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от «20» октября 2015 г. № 1170.
- Образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль подготовки «Оборудование упаковочного и полиграфического производства»).

**Структура и содержание дисциплины «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»
по направлению подготовки
15.03.02 - «Технологические машины и оборудование»**

№ п/п	Раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, и трудоемкость в часах				Виды самостоятельной работы обучающихся					Формы аттестации	
			Л	П/С	Лаб	СРС	КР	КП	РГР	Реферат	К/Р	Э	З
1.	Тема 1. Введение в теорию массового обслуживания (ТМО). Основные понятия теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО). Характеристики систем массового обслуживания. Временная диаграмма системы массового обслуживания. Простейшие системы массового обслуживания.	10	1			6							
2.	<i>Лабораторная работа.</i> Анализ закона распределения вероятностей времени обслуживания заявок. Примеры наиболее часто используемых распределений числа требований.	10			1	6							
3.	Тема 2. Математическая модель СМО. Входящий поток требований. Время обслуживания. Анализ закона распределения вероятностей. Примеры наиболее часто используемых распределений числа требований. Типы пуассоновских СМО и показатели качества их функционирования.	10	1			6							

4.	<i>Лабораторная работа.</i> Оценка показателей эффективности одноканальной СМО. Применение программных средств.	10			1	6							
5.	Тема 3. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Понятие очереди в СМО. СМО с отказами. Одноканальная СМО.	10	0,5			4,5							
6.	<i>Лабораторная работа.</i> Оценка показателей эффективности одноканальной СМО с ограниченной очередью. Применение программных средств.	10			1	5							
7.	Тема 4. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Многоканальная СМО с отказами в обслуживании.	10	0,5			4,5							
8.	<i>Лабораторная работа.</i> Показатели эффективности многоканальной СМО с ограниченной очередью.	10			1	5							
9.	Тема 5. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Понятие очереди в СМО. Системы массового обслуживания с ограниченной очередью. Одноканальная система массового обслуживания с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.	10	0,5			4,5							
10.	<i>Лабораторная работа.</i> Вероятностное моделирование функционирования участка	10			1	5							

	<p>производства: словесное описание модели, граф состояний и переходов, матрица состояний и переходов, система уравнений Колмогорова-Чепмена для двух случаев</p> <p>1. без учета очереди (с отказами в выполнении при занятости каналов),</p> <p>2. с очередью без приоритетов.</p>												
11.	<p>Тема 6. Системы массового обслуживания с неограниченной очередью ожидающих заявок. Одноканальная СМО с неограниченной очередью ожидающих заявок. Многоканальная СМО с неограниченной очередью ожидающих заявок. СМО с приоритетами в обслуживании заявки.</p>	10	0,5			4,5							
12.	<p><i>Лабораторная работа.</i></p> <p>Вероятностное моделирование функционирования участка производства: Оценка показателей эффективности в динамическом и статическом режимах, Расчет вероятностей в установившемся режиме.</p>	10			1	5							
13.	<p>Тема 7. Вероятностное моделирование функционирования систем. Системы массового обслуживания. Уравнения Колмогорова. Математическое ожидание времени пребывания в системе, в обслуживающем устройстве, в очереди. Математическое ожидание числа требований в системе, в очереди, в обслуживающем устройстве. Простейшие системы массового обслуживания с произвольным законом обслуживания. Распределение числа</p>	10	0,5			4,5							

	требований. Многоканальные системы массового обслуживания с произвольным законом прибытия и обслуживания. Примеры построения моделей информационных процессов и управления с применением теории массового обслуживания.												
14.	<i>Лабораторная работа.</i> Моделирование процессов переработки информации с использованием методов теории массового обслуживания. Индивидуальное расчетное задание.	10			1	5							
15.	Тема 8. Марковские сети массового обслуживания. Структуры типа сетей массового обслуживания. Примеры построения моделей информационных процессов и управления в терминах систем массового обслуживания. Моделирование процессов переработки информации с использованием методов теории массового обслуживания. Модель наборного участка как системы массового обслуживания.	10	0,5			4,5							
16.	<i>Лабораторная работа.</i> Экспериментальное определение показателей надежности систем	10			1	5							
17.	Тема 9. Вероятностное моделирование в задачах оценки надежности проектируемых систем. Прогнозирование надежности комплекса оборудования системы автоматизации в процессе восстановления с учетом отказов. Влияние численности ремонтной бригады на надежность	10	1			5							

	функционирования. Применение метода динамики средних для прогнозирования надежности. Влияние надежности каналов обслуживания на показатели эффективности функционирования системы автоматизации.												
18.	<i>Лабораторная работа.</i> Оценка влияния надежности каналов обслуживания на показатели эффективности функционирования системы автоматизации.	10			2	6							
19.	<i>Форма промежуточной аттестации</i>	10											3
	Всего часов по дисциплине 3 з.е./108		6		10	92							

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 15.03.02 - «Технологические машины и оборудование»

ОП (профиль): «Оборудование упаковочного и полиграфического производства»

Форма обучения: заочная

Вид профессиональной деятельности: проектно-конструкторская
- производственно-технологическая

Кафедра: Полиграфические системы

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»

- Состав:
1. Паспорт фонда оценочных средств
 2. Показатель сформированности компетенций
 3. Примерный перечень оценочных средств
 4. Описание оценочных средств (образцы тестовых заданий, контрольных и экзаменационных вопросов по курсу «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»)

Составитель: доц., к.т.н. Винокурова О.А.

Москва 2021 г.

П2.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

«Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Тема 1. Введение в теорию массового обслуживания (ТМО). Основные понятия теории массового обслуживания. Структура и классификация систем массового обслуживания (СМО). Характеристики систем массового обслуживания. Временная диаграмма системы массового обслуживания. Простейшие системы массового обслуживания.	ПК-13	УО К/Р 3
2.	Тема 2. Математическая модель СМО. Входящий поток требований. Время обслуживания. Анализ закона распределения вероятностей. Примеры наиболее часто используемых распределений числа требований. Типы пуассоновских СМО и показатели качества их функционирования.	ПК-13	УО ОЛР К/Р 3
3.	Тема 3. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Понятие очереди в СМО. СМО с отказами. Одноканальная СМО.	ПК-13	УО ОЛР К/Р Т 3
4.	Тема 4. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Многоканальная СМО с отказами в обслуживании.	ПК-13	УО ОЛР К/Р Т 3
5.	Тема 5. Применение аппарата теории марковских процессов для исследования СМО. Понятие очереди в СМО. Системы массового обслуживания с ограниченной очередью. Одноканальная система массового обслуживания с ограниченной очередью. Многоканальная СМО с ограниченной очередью.	ПК-13	УО ОЛР К/Р 3
6.	Тема 6. Системы массового обслуживания с неограниченной очередью ожидающих заявок. Одноканальная СМО с неограниченной очередью ожидающих заявок. Многоканальная СМО с неограниченной очередью ожидающих заявок. СМО с приоритетами в обслуживании заявки.	ПК-13	УО ОЛР К/Р 3
7.	Тема 7. Вероятностное моделирование функционирования систем. Системы массового обслуживания. Уравнения Колмогорова.	ПК-13	УО ОЛР К/Р

	<p>Математическое ожидание времени пребывания в системе, в обслуживающем устройстве, в очереди. Математическое ожидание числа требований в системе, в очереди, в обслуживающем устройстве. Простейшие системы массового обслуживания с произвольным законом обслуживания. Распределение числа требований. Многоканальные системы массового обслуживания с произвольным законом прибытия и обслуживания. Примеры построения моделей информационных процессов и управления с применением теории массового обслуживания.</p>		Т З
8.	<p>Тема 8. Марковские сети массового обслуживания. Структуры типа сетей массового обслуживания. Примеры построения моделей информационных процессов и управления в терминах систем массового обслуживания. Моделирование процессов переработки информации с использованием методов теории массового обслуживания. Модель наборного участка как системы массового обслуживания.</p>	ПК-13	УО ОЛР К/Р З
9.	<p>Тема 9. Вероятностное моделирование в задачах оценки надежности проектируемых систем. Прогнозирование надежности комплекса оборудования системы автоматизации в процессе восстановления с учетом отказов. Влияние численности ремонтной бригады на надежность функционирования. Применение метода динамики средних для прогнозирования надежности. Влияние надежности каналов обслуживания на показатели эффективности функционирования системы автоматизации.</p>	ПК-13	УО ОЛР К/Р Т З

П2.2. Показатель уровня сформированности компетенций

Дисциплина «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»

ФГОС ВО 15.03.02 - «Технологические машины и оборудование»

В процессе освоения данной дисциплины обучающийся формирует и демонстрирует следующие компетенции

Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства**	Степени освоения компетенций
индекс	формулировка				
ПК-13	умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт технологических машин и оборудования	<p>Знать: методы расчета и оптимизации характеристик систем при детерминированных и случайных воздействиях; основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, формы их представления и преобразования для целей управления;</p> <p>Уметь: осуществить выбор методов анализа исследуемой системы, дать аргументированное заключение о состоянии объекта или системы.</p> <p>Владеть: отечественными и зарубежными программными средствами для создания моделей и расчета характеристик объектов и систем управления.</p>	<p>Лекция</p> <p>Лабораторная работа</p> <p>Самостоятельная работа</p>	<p>УО</p> <p>ОЛР</p> <p>К/Р</p> <p>Т</p> <p>З</p>	<ul style="list-style-type: none"> • знает основные принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей систем управления, формы их представления и преобразования для целей управления; • использует средства программных продуктов Mathcad, Matlab, Excel для решения задач анализа объектов и систем; • умеет обрабатывать результаты эксперимента с целью создания статистических моделей; • владеет методами анализа данных для выполнения словесного описания и разработки вероятностных моделей процессов, надежности комплексов принтмедиа и систем массового обслуживания заявок; • владеет методами вероятностного прогнозирования; • владеет навыками создания статистических и вероятностных моделей надежности комплексов принтмедиа и систем массового обслуживания заявок.

** - Сокращения форм оценочных средств см. в приложении П2.3 к РП.

**П2.3 Примерный перечень оценочных средств (ОС) по дисциплине
«Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического
производства»**

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Устный опрос собеседование, (УО)	Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2.	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
3.	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
4.	Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой средство проверки умений применять полученные знания для решения поставленной задачи по заранее определенной методике и краткое изложение в письменном виде полученных результатов экспериментального и теоретического анализа определенной учебно- исследовательской темы.	Перечень и темы лабораторных работ
5.	Зачет (З)	Форма промежуточной аттестации студента, определяемые учебным планом подготовки по направлению	Перечень контрольных вопросов и типовых заданий

**П2.4. Описание оценочных средств по дисциплине
«Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического
производства»**

П2.4.1 Контрольные вопросы по дисциплине «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»

Приведённый ниже перечень контрольных вопросов используется в качестве вопросов при устном опросе обучающихся, а также в качестве вопросов на зачете.

1. Основные понятия теории надежности.
2. Прогнозирование надежности функционирования комплексов и систем методами вероятностного моделирования.
3. Основные понятия теории массового обслуживания систем.
4. Область применения ТМО.

5. Классификация систем массового обслуживания.
6. Математическая модель СМО.
7. Понятие входящего потока требований, его свойства.
8. Поток времени обслуживания заявок, его законы.
9. Марковская математическая модель СМО. Свойства, понятие интенсивностей потоков.
10. Формы представления марковских моделей СМО: граф, система уравнений, матрица состояний и переходов.
11. Системы массового обслуживания: показатели эффективности.
12. Марковская математическая модель СМО. Метод расчета установившегося режима.
13. Математическая модель одноканальной СМО без очереди. Показатели эффективности.
14. Математическая модель многоканальной СМО без очереди. Показатели эффективности.
15. Математическая модель одноканальной СМО с ограниченной очередью. Показатели эффективности.
16. Математическая модель многоканальной СМО с ограниченной очередью. Показатели эффективности.

П2.4.2. Примерные варианты задания для контрольных работ по дисциплине «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»

Контрольное задание 1

Получены результаты наблюдений за N одинаковыми системами. Определить среднюю наработку на отказ, дисперсию времени наработки на отказ и среднее квадратичное отклонение. Задание выполняется по вариантам:

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N	10	9	8	7	6	10	9	8	7	6
t_1 , ч	2	3	7	5	5	3	5	4	8	6
t_2 , ч	4	7	5	4	8	7	8	5	5	2
t_3 , ч	3	5	4	7	7	5	7	8	7	7
t_4 , ч	7	8	2	8	6	7	4	1	2	6
t_5 , ч	5	7	4	2	2	2	8	2	4	12
t_6 , ч	8	6	3	3	1	4	2	6	1	1
t_7 , ч	1	2	7	9	-	3	3	9	3	-
t_8 , ч	9	1	8	-	-	12	2	10	-	-
t_9 , ч	4	3	-	-	-	5	6	-	-	-
t_{10} , ч	5	-	-	-	-	8	-	-	-	-

Контрольное задание 2

По предложенному варианту задания

- количество каналов обслуживания,
- ограничение длины очереди,
- интенсивность поступления заявок α (1/час)
- интенсивность обслуживания заявок β (1/час)

выполнить словесное описание вероятностной модели системы массового обслуживания заявок, графически представить в виде графа состояний и переходов, дать аналитическое описание модели в виде системы дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена, определить показатели эффективности в статическом режимах, рассчитать вероятности в

установившемся режиме. Определить показатели эффективности в динамическом и статическом режимах, рассчитать вероятности в установившемся режиме.

Вариант	Каналы обслуживания	Длина очереди	Интенсивность поступления заявок α (1/час)	Интенсивность обслуживания заявок β (1/час)
1.	2	6	0,41	0,2
2.	3	8	0,3	0,15
3.	4	4	0,8	0,6
4.	5	3	0,9	0,8
5.	6	2	0,5	0,4

Контрольное задание 3

1. Вероятности состояния одноканальной СМО равны:

$$P_{0y} = 0,25, P_{1y} = 0,25, P_{2y} = 0,25, P_{3y} = 0,25$$

Рассчитать относительную пропускную способность $A_0 =$

2. Вероятности состояния одноканальной СМО равны:

$$P_{0y} = 0,2, P_{1y} = 0,2, P_{2y} = 0,2, P_{3y} = 0,2, P_{4y} = 0,2$$

Рассчитать среднее количество простаивающих каналов обслуживания $m_U = \dots$

3. Вероятности состояния одноканальной СМО равны:

$$P_{0y} = 0,2, P_{1y} = 0,2, P_{2y} = 0,2, P_{3y} = 0,2, P_{4y} = 0,2$$

Рассчитать среднее количество заявок в очереди $m_Y = \dots$

4. Вероятности состояния одноканальной СМО равны:

$$P_{0y} = 0,2, P_{1y} = 0,2, P_{2y} = 0,2, P_{3y} = 0,2, P_{4y} = 0,2$$

Рассчитать среднее количество занятых каналов обслуживания $m_Z = \dots$

5. Вероятности состояний одноканальной СМО равны:

$$P_{0y} = 0,4, P_{1y} = 0,3, P_{2y} = 0,2, P_{3y} = 0,1$$

Рассчитать среднее количество заявок в СМО $m_X = \dots$

6. Вероятности состояний одноканальной СМО равны:

$$P_{0y} = 0,4, P_{1y} = 0,3, P_{2y} = 0,2, P_{3y} = 0,1$$

Рассчитать среднее количество заявок в очереди $m_Y = \dots$

Контрольное задание 4

Разработка математической вероятностной модели технологического процесса (многоканальной системы массового обслуживания). Описание модели при помощи системы уравнений Колмогорова-Чепмена. Матрица состояний и переходов. Построение вероятностных характеристик с применением программных средств. Оценка показателей эффективности.

П2.4.3 Образцы тестовых заданий по дисциплине «Системы массового обслуживания упаковочного и полиграфического производства»

Задание №1.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,25	0,25	0,25	0,25

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 2,5ч

Задание №2.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,25	0,25	0,25	0,25

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: 0,4 1/ч

Задание №3.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 3ч

Задание №4.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $1/3 \frac{1}{ч}$

Задание № 5.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 2ч

Задание №6.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $0,5 \frac{1}{ч}$

Задание №7.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 2,5ч

Задание №8.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,6	0,1	0,1	0,1

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $0,4 \frac{1}{ч}$

Задание №9.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 3ч

Задание №10.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,1	0,6	0,1	0,1

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $\frac{1}{3}$ $\frac{1}{4}$

Задание №11.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 3,5ч

Задание №12.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $\frac{2}{4}$ или $0,2857 \frac{1}{4}$

Задание №13.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 4ч

Задание №14.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $\frac{1}{4}$ или $0,25 \frac{1}{4}$

Задание №15.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,2	0,2	0,2	0,4

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 2,8ч

Задание №16.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,2	0,2	0,2	0,4

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $0,357 \frac{1}{ч}$

Задание №17.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,2	0,2	0,4	0,2

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 2,6ч

Задание №18.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,2	0,2	0,4	0,2

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: $0,384 \frac{1}{ч}$

Задание №19.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,2	0,4	0,2	0,2

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 2,4ч

Задание №20.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4
P_i	0,2	0,2	0,4	0,2

Найти интенсивность выполнения операции

$$\beta = ?$$

Правильный ответ: 0,417

Задание №21.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: 2,2ч

Задание №22.

Данные о времени выполнения операций приведены в таблице.

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2

Найти среднее значение времени выполнения операции

$$m_i = ?$$

Правильный ответ: $0,454 \frac{1}{ч}$

Задание №23.

Задана матрица накопления заявок в СМО. Среднее время появления первой заявки в СМО при $\lambda = 0,5 \frac{1}{ч}$ равно:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\| \end{matrix}$$

Правильный ответ: 2ч

Задание №24.

Среднее время до появления трёх заявок в СМО при $\lambda = 0,25 \frac{1}{ч}$ равно:

$$\mathbf{0} \quad \mathbf{1} \quad \mathbf{2} \quad \mathbf{3}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Правильный ответ: 12ч

Задание №25.

Задана матрица накопления заявок в СМО. Среднее время появления первой заявки в СМО при $\lambda = 2 \frac{1}{ч}$ равно:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

1) 1ч

2) 2ч

■ 3) 0,5ч

4) 0,4ч

5) 4ч

Задание №26.

Среднее время до появления двух заявок в СМО при $\lambda = 1 \frac{1}{ч}$ равно:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

1) 1ч

2) 4ч

- 3) 0,5ч
- 4) 0,25г

■ 5) нет верного ответа

Задание №27.

Среднее время появления трёх заявок в СМО при $\lambda = 0,25 \frac{1}{ч}$ равно:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\| \end{matrix}$$

- 1) 4ч
- 2) 9ч
- 3) 8ч

■ 4) 12ч

5) нет верного ответа

Задание №28.

Задана матрица накопления заявок в СМО. Среднее время появления первой заявки в СМО при $\lambda = 0,25 \frac{1}{ч}$ равно:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} & \mathbf{4} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \\ \mathbf{4} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{ccccc} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\| \end{matrix}$$

- 1) 2ч
- 2) 4ч
- 3) 8ч
- 4) 0,5ч
- 5) 1ч

Задание №29.

Среднее время появления трёх заявок в СМО при $\lambda = 0,5 \frac{1}{ч}$ равно:

$$\begin{matrix} \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} & \mathbf{4} \end{matrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- 1) 1,5ч
- 2) 3ч
- 3) 6ч
- 4) 12 ч
- 5) нет верного ответа

Задание №30.

Среднее время появления четырёх заявок в СМО при $\lambda = 0,5 \frac{1}{\text{ч}}$ равно:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} & \mathbf{4} \\ \begin{pmatrix} 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

- 1) 4 ч
- 2) 1 ч
- 3) 6 ч
- 4) 16 ч
- 5) нет верного ответа

Задание №31.

Задана матрица обслуживания заявок. Сколько каналов обслуживания в СМО?

$$\begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \end{matrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & \beta dt & 1 - \beta dt & 0 \\ 0 & 0 & \beta dt & 1 - \beta dt \end{pmatrix}$$

Правильный ответ: 1 или один

Задание №32.

Среднее время до обслуживания первой заявки при $\beta = 0,5 \frac{1}{ч}$

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & \beta dt & 1 - \beta dt & 0 \\ 0 & 0 & \beta dt & 1 - \beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

- 1) 2 ч
- 2) 1 ч
- 3) 0,5 ч
- 4) 0,25 ч
- 5) 4 ч

Задание №33.

Среднее время обслуживания двух заявок при $\beta = 2 \frac{1}{ч}$

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & \beta dt & 1 - \beta dt & 0 \\ 0 & 0 & \beta dt & 1 - \beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

- 1) 2 ч
- 2) 1 ч
- 3) 4 ч
- 4) 8 ч
- 5) нет верного ответа

Задание №34.

Среднее время обслуживания трёх заявок при $\beta = 3 \frac{1}{\text{ч}}$

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & \beta dt & 1 - \beta dt & 0 \\ 0 & 0 & \beta dt & 1 - \beta dt \end{array} \right\| \end{matrix}$$

- 1) 1 ч
- 2) 6 ч
- 3) 0,3 ч
- 4) 9 ч
- 5) 0,9 ч

Задание №35.

Задана матрица обслуживания заявок. Сколько каналов обслуживания в СМО?

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt \end{array} \right\| \end{matrix}$$

Правильный ответ: 2 или два

Задание №36.

Среднее время до обслуживания первой заявки при $\beta = 0,5 \frac{1}{\text{ч}}$

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt \end{array} \right\| \end{matrix}$$

- 1) 1 ч
- 2) 2 ч
- 3) 0,5 ч
- 4) 0,25 ч
- 5) 4 ч

Задание №37.

Среднее время обслуживания двух заявок при $\beta = 2 \frac{1}{\text{ч}}$

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 & & & \\ \beta dt & 1 - \beta dt & & \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & \\ 0 & & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt \end{array} \right\| & \end{matrix}$$

- 1) 1 ч
- 2) 2 ч
- 3) 0,5 ч
- 4) 0,25 ч
- 5) 4 ч

Задание №38.

Среднее время обслуживания трёх заявок при $\beta = 3 \frac{1}{\text{ч}}$

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 & & & \\ \beta dt & 1 - \beta dt & & \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & \\ 0 & & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt \end{array} \right\| & \end{matrix}$$

- 1) 1 ч
- 2) 2 ч
- 3) 0,5 ч
- 4) 0,25 ч
- 5) 4 ч

Задание №39.

Задана матрица обслуживания заявок. Сколько каналов обслуживания в СМО?

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \left\| \begin{array}{cccc} 1 & & & \\ \beta dt & 1 - \beta dt & & \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & \\ 0 & & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt \end{array} \right\| & \end{matrix}$$

Правильный ответ: 3 или три

Задание №40.

Среднее время до обслуживания первой заявки при $\beta = 0,5 \frac{1}{\text{ч}}$

$$P = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 & \\ \mathbf{0} & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 & \\ \mathbf{0} & 0 & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt & \end{array} \end{array}$$

- 1) $\frac{1}{3}$ ч
- 2) $\frac{2}{3}$ ч
- 3) $\frac{5}{3}$ ч
- 4) 2ч
- 5) 3ч

Задание №41.

Среднее время обслуживания двух заявок при $\beta = 0,5 \frac{1}{\text{ч}}$

$$P = \begin{array}{c} \begin{array}{cccc} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \mathbf{0} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 & \\ \mathbf{0} & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 & \\ \mathbf{0} & 0 & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt & \end{array} \end{array}$$

- 1) $\frac{5}{3}$ ч
- 2) $\frac{4}{3}$ ч
- 3) $\frac{2}{3}$ ч
- 4) 2ч
- 5) 3ч

Задание №42.

Среднее время обслуживания трёх заявок при $\beta = 0,5 \frac{1}{\text{ч}}$

$$\begin{array}{cccc} \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \end{array}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt \end{pmatrix}$$

- 1) $4\frac{2}{3}$ ч
- 2) $2\frac{2}{3}$ ч
- 3) $1\frac{2}{3}$ ч
- 4) $\frac{2}{3}$ ч
- 5) $3\frac{2}{3}$ ч

Задание №43.

Задана матрица обслуживания заявок. Решение уравнения Колмогорова имеет вид:

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & \beta dt & 1 - \beta dt & 0 \\ 0 & 0 & \beta dt & 1 - \beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

- 1) $P_3(t) = e^{-2\beta t}$
- 2) $P_3(t) = e^{-3\beta t}$
- 3) $P_3(t) = e^{-4\beta t}$
- 4) $P_3(t) = e^{-\beta t}$
- 5) нет верного решения

Задание №44.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$\begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \end{matrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & \beta dt & 1 - \beta dt & 0 \\ 0 & 0 & \beta dt & 1 - \beta dt \end{pmatrix}$$

■ $\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_0(t)$
 $\frac{dP_1(t)}{dt} = -P_1(t)\beta + P_2(t)\beta$
 $\frac{dP_2(t)}{dt} = -P_2(t)\beta + P_3(t)\beta$
 $\frac{dP_3(t)}{dt} = -\beta P_3(t)$

Задание №45.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

■ $\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$
 $\frac{dP_1(t)}{dt} = -P_1(t)\beta + P_2(t)\beta$
 $\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$
 $\frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t)$

Задание №46.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$\mathbf{0} \quad \mathbf{1} \quad \mathbf{2} \quad \mathbf{3}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt \end{pmatrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -P_1(t)\beta + 2\beta P_2(t)$$

$$\blacksquare \frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t)$$

Задание №47.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -P_1(t)\beta + 2\beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$$

$$\blacksquare \frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t) + \beta P_0(t)$$

Задание №48.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$\mathbf{0} \quad \mathbf{1} \quad \mathbf{2} \quad \mathbf{3}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt \end{pmatrix}$$

■ $\frac{dP_0(t)}{dt} = 2\beta P_1(t)$
 $\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$
 $\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 3\beta P_3(t)$
 $\frac{dP_3(t)}{dt} = -3\beta P_3(t)$

Задание №49.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt \end{pmatrix}$$

$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$
 ■ $\frac{dP_1(t)}{dt} = -2\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$
 $\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 3\beta P_3(t)$
 $\frac{dP_3(t)}{dt} = -3\beta P_3(t)$

Задание №50.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt \end{pmatrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\blacksquare \frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -3\beta P_3(t)$$

Задание №51.

Задана матрица обслуживания заявок. Отметить неверное уравнение:

$$P = \begin{matrix} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{2} & \mathbf{3} \\ \begin{matrix} \mathbf{0} \\ \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \beta dt & 1 - \beta dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1 - 2\beta dt & 0 \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1 - 3\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

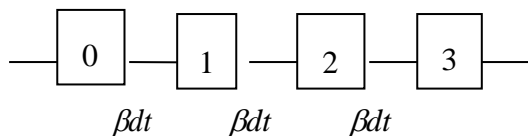
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 3\beta P_3(t)$$

$$\blacksquare \frac{dP_3(t)}{dt} = -3\beta P_3(t) + \beta P_0(t)$$

Задание №52.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\blacksquare \frac{dP_0(t)}{dt} = -\beta P_0(t) + \beta P_1(t)$$

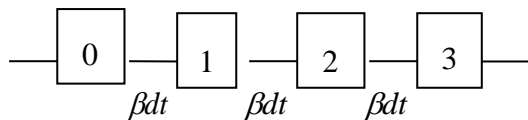
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + \beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -\beta P_2(t) + \beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -\beta P_3(t)$$

Задание №53.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

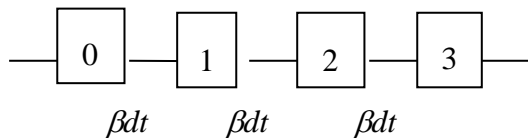
■ $\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_2(t)$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -\beta P_2(t) + \beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -\beta P_3(t)$$

Задание №54.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

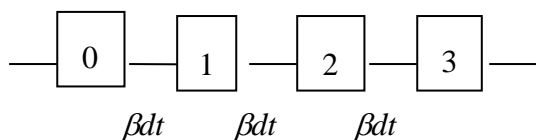
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + \beta P_2(t)$$

■ $\frac{dP_2(t)}{dt} = \beta P_2(t) + \beta P_3(t)$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -\beta P_3(t)$$

Задание №55.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

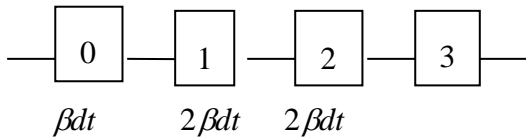
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + \beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -\beta P_2(t) + \beta P_3(t)$$

■ $\frac{dP_3(t)}{dt} = -\beta P_3(t) + \beta P_0(t)$

Задание №56.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



■ $\frac{dP_0(t)}{dt} = -\beta P_1(t)$

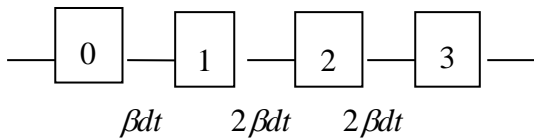
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t)$$

Задание №57.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

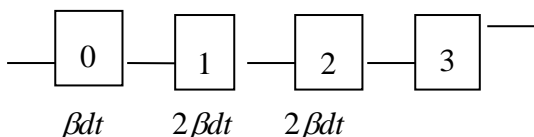
■ $\frac{dP_1(t)}{dt} = -2\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t)$$

Задание №58.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

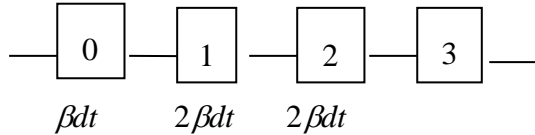
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\blacksquare \frac{dP_2(t)}{dt} = -\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t)$$

Задание №59.

Задан график переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

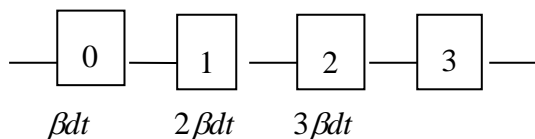
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 2\beta P_3(t)$$

$$\blacksquare \frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t) + \beta P_0(t)$$

Задание №60.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\blacksquare \frac{dP_0(t)}{dt} = -\beta P_1(t)$$

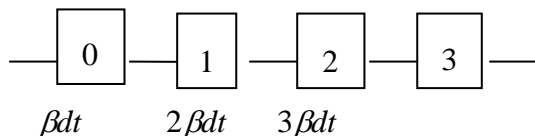
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 3\beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -2\beta P_3(t) + \beta P_0(t)$$

Задание №61.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

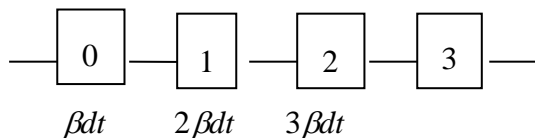
$$\blacksquare \frac{dP_1(t)}{dt} = -2\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 3\beta P_3(t)$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -3\beta P_3(t)$$

Задание №62.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

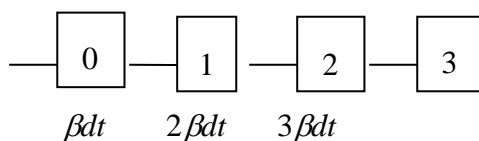
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

■ $\frac{dP_2(t)}{dt} = -\beta P_2(t) + 3\beta P_3(t)$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = -3\beta P_3(t)$$

Задание №63.

Задан граф переходов СМО. Неверно составленные уравнения отметить.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = \beta P_1(t)$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\beta P_1(t) + 2\beta P_2(t)$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = -2\beta P_2(t) + 3\beta P_3(t)$$

■ $\frac{dP_3(t)}{dt} = -3\beta P_3(t) + \beta P_0(t)$

Задание №64.

Данные о времени наработки на отказ представлены в таблице

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Найти математическое ожидание времени наработки на отказ $m_T = \dots$

Правильный ответ: 3ч

Задание №65.

Данные о времени наработки на отказ представлены в таблице

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Найти интенсивность потока отказов оборудования $\lambda =$

Правильный ответ: $\frac{1}{3} \text{ ч}^{-1}$

Задание №66.

Данные о времени наработки на отказ представлены в таблице

T_i	1	2	3	4	5
P_i	0,1	0,1	0,1	0,6	0,1

Найти математическое ожидание времени наработки на отказ $m_t = \dots$

Правильный ответ: 3,5ч

Задание №67.

Данные о времени восстановления оборудования представлены в таблице

T_i	1	2	3	4
P_i	0,25	0,25	0,25	0,25

Найти интенсивность восстановления $\mu =$

Правильный ответ: $0,4 \frac{1}{\text{ч}}$

Задание №68.

Матрица переходов системы составлена для _____ единиц оборудования при ремонтной бригаде в _____ человек.

$$P = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 1 - 2\lambda dt & 2\lambda dt & 0 \\ 0 & 1 - \lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Правильный ответ: 2 или двух, 0 или нуль

Задание №69.

Данные о времени восстановления оборудования представлены в таблице

T_i	1	2	3	4
P_i	0,4	0,2	0,2	0,2

Найти математическое ожидание времени восстановления $m_{t_в} =$

Правильный ответ: 2,2ч

Задание №70.

Матрица переходов системы составлена для _____ единиц оборудования при ремонтной бригаде в _____ человек.

$$\begin{matrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix}$$

$$P = \begin{pmatrix} 1-3\lambda dt & 3\lambda dt & 0 & 0 \\ 0 & 1-2\lambda dt & 2\lambda dt & 0 \\ 0 & 0 & 1-\lambda dt & \lambda dt \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Правильный ответ: 3 или трёх, 0 или нуль

Задание №71.

Матрица переходов системы составлена для _____ единиц оборудования при ремонтной бригаде в _____ человек.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ \mu ve \\ 0 \\ 0 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1-\mu dt & 0 & 0 \\ \mu dt & 1-\mu dt & 0 \\ 0 & \mu dt & 1-\mu dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Правильный ответ: 3 или трёх, 1 или одного

Задание №72.

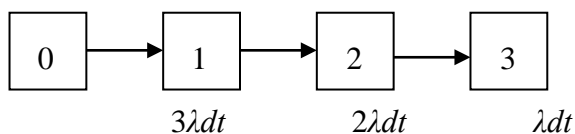
Дана матрица переходов. Она составлена для . . . машин и . . . ремонтников.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \mu dt & 1-\mu dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\mu dt & 1-2\mu dt & 0 \\ 0 & 0 & 2\mu dt & 1-2\mu dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Правильный ответ: 3 или трёх и 2 или двух

Задание №73.

Задан граф переходов. Он составлен для . . . машин и . . . ремонтников.



Правильный ответ: трёх или 3 и ноль или 0.

Задание №74.

Дана матрица переходов. Она составлена для . . . машин и . . . ремонтников.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ \mu dt & 1-\mu dt & 0 & 0 \\ 0 & 2\mu dt & 1-2\mu dt & 0 \\ 0 & 0 & 3\mu dt & 1-3\mu dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Правильный ответ: 3 или трёх и 3 или трёх

Задание №75.

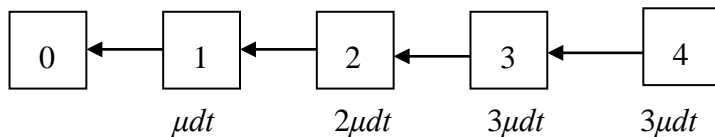
Дана матрица переходов. Она составлена для . . . машин и . . . ремонтников.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 & 4 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \mu dt & 1-\mu dt & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2\mu dt & 1-2\mu dt & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3\mu dt & 1-3\mu dt & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 3\mu dt & 1-3\mu dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Правильный ответ: 4 или четырех и 3 или трёх.

Задание №76.

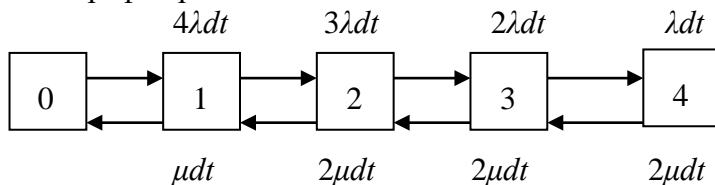
Задан граф переходов. Он составлен для . . . машин и . . . ремонтников.



Правильный ответ: 4 или четырёх и 3 или трёх.

Задание №77.

Задан граф переходов. Он составлен для . . . машин и . . . ремонтников.



Правильный ответ: 4 или четырёх и 2 или двух.

Задание №78.

Дана матрица переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.

$$\begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix}$$

$$P = \begin{matrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1-\alpha dt & \alpha dt & 0 & 0 \\ \beta dt & 1-(\alpha+\beta)dt & \alpha dt & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1-(\alpha+2\beta)dt & \alpha dt \\ 0 & 0 & 2\beta dt & 1-2\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) + \beta P_1(t),$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \alpha P_0(t) - (\alpha + \beta)P_1(t) + 2\beta P_2(t),$$

$$\blacksquare \quad \frac{dP_2(t)}{dt} = -(\alpha + \beta)P_2(t) + 2\beta P_3(t),$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = \alpha P_2(t) - 2\beta P_3(t).$$

Задание №79.

Дана матрица переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.

$$P = \begin{matrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1-\alpha dt & \alpha dt & 0 & 0 \\ \beta dt & 1-(\alpha+\beta)dt & \alpha dt & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1-(\alpha+2\beta)dt & \alpha dt \\ 0 & 0 & 2\beta dt & 1-2\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) + \beta P_1(t),$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \alpha P_0(t) - (\alpha + \beta)P_1(t) + 2\beta P_2(t),$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \alpha P_1(t) - (\alpha + 2\beta)P_2(t) + 2\beta P_3(t),$$

$$\blacksquare \quad \frac{dP_3(t)}{dt} = -(\alpha + \beta)P_2(t) + 2\beta P_3(t).$$

Задание №80.

Дана матрица переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.

$$P = \begin{matrix} & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1-\alpha dt & \alpha dt & 0 & 0 \\ \beta dt & 1-(\alpha+\beta)dt & \alpha dt & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1-(\alpha+2\beta)dt & \alpha dt \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1-3\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\blacksquare \quad \frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) + 2\beta P_1(t),$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \alpha P_0(t) - (\alpha + \beta)P_1(t) + 2\beta P_2(t), \quad \frac{dP_2(t)}{dt} = \alpha P_1(t) - (\alpha + 2\beta)P_2(t) + 3\beta P_3(t),$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = \alpha P_2(t) - 3\beta P_3(t).$$

Задание №90.

Дана матрица переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1-\alpha dt & \alpha dt & 0 & 0 \\ \beta dt & 1-(\alpha+\beta)dt & \alpha dt & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1-(\alpha+2\beta)dt & \alpha dt \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1-3\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) + \beta P_1(t),$$

■
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \alpha P_0(t) - (\alpha + 2\beta)P_1(t) + 2\beta P_2(t),$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \alpha P_1(t) - (\alpha + 2\beta)P_2(t) + 3\beta P_3(t),$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = \alpha P_2(t) - 3\beta P_3(t).$$

Задание №91.

Дана матрица переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1-\alpha dt & \alpha dt & 0 & 0 \\ \beta dt & 1-(\alpha+\beta)dt & \alpha dt & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1-(\alpha+2\beta)dt & \alpha dt \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1-3\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) + \beta P_1(t),$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \alpha P_0(t) - (\alpha + \beta)P_1(t) + 2\beta P_2(t),$$

■
$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \alpha P_1(t) - (\alpha + \beta)P_2(t) + 3\beta P_3(t),$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = \alpha P_2(t) - 3\beta P_3(t).$$

Задание №92.

Дана матрица переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.

$$P = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0 & 1 & 2 & 3 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 1-\alpha dt & \alpha dt & 0 & 0 \\ \beta dt & 1-(\alpha+\beta)dt & \alpha dt & 0 \\ 0 & 2\beta dt & 1-(\alpha+2\beta)dt & \alpha dt \\ 0 & 0 & 3\beta dt & 1-3\beta dt \end{pmatrix} \end{matrix}$$

$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) + \beta P_1(t),$$

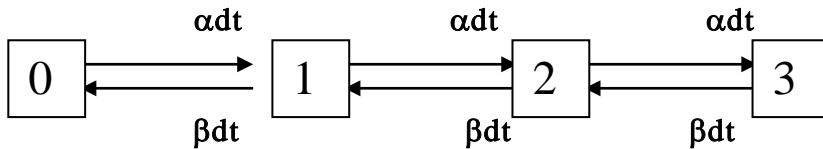
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \alpha P_0(t) - (\alpha + \beta)P_1(t) + 2\beta P_2(t),$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \alpha P_1(t) - (\alpha + 2\beta)P_2(t) + 3\beta P_3(t),$$

■
$$\frac{dP_3(t)}{dt} = \alpha P_2(t) - (\alpha + 3\beta)P_3(t).$$

Задание №94.

Задан граф переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.



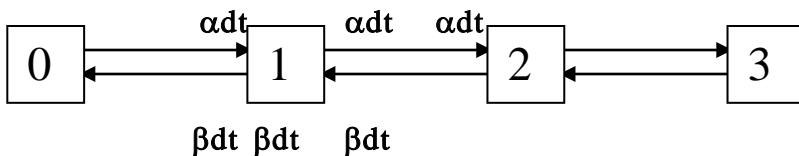
■
$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) - \beta P_1(t),$$

$$\frac{dP_1(t)}{dt} = \alpha P_0(t) - (\alpha + \beta)P_1(t) + \beta P_2(t), \quad \frac{dP_2(t)}{dt} = \alpha P_1(t) - (\alpha + \beta)P_2(t) + \beta P_3(t),$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = \alpha P_2(t) - \beta P_3(t).$$

Задание №95.

Задан граф переходов СМО. Отменить неверно составленное уравнение.



$$\frac{dP_0(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) + \beta P_1(t),$$

■
$$\frac{dP_1(t)}{dt} = -\alpha P_0(t) - (\alpha + \beta)P_1(t) + \beta P_2(t),$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \alpha P_1(t) - (\alpha + \beta)P_2(t) + \beta P_3(t),$$

$$\frac{dP_3(t)}{dt} = \alpha P_2(t) - \beta P_3(t).$$

