

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФГБОУ ВПО УрГУПС)

Кафедра «Высшая и прикладная математика»

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

 Е.А. Малыгин

« 10 » 09 2012 г.

**Основная образовательная программа  
«Эксплуатация железных дорог»**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ  
КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«Математическое моделирование систем и процессов»**

Шифр дисциплины – С2.Б.7.

Направление подготовки (специальность) – 190401.65 «Эксплуатация железных дорог»

Специализации – «Магистральный транспорт»,  
«Промышленный транспорт»,  
«Грузовая и коммерческая работа»,  
«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»,  
«Транспортный бизнес и логистика».

Квалификация – специалист

Форма обучения – очная

Екатеринбург  
2012

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование систем и процессов» составлена в соответствии с основной образовательной программой подготовки специалистов «Эксплуатация железных дорог».

Дисциплина «Математическое моделирование систем и процессов» преподается на основе ранее изученной дисциплины С2.Б.1. «Математика» и является фундаментом для изучения дисциплин:

- 1) СЗ.Б.9. «Основы логистики»;
- 2) СЗ.Б.12 «Основы транспортного бизнеса»;
- 3) СЗ.Б.14 «Сервис на транспорте»;
- 4) СЗ.Б.15 «Техническая эксплуатация железнодорожного транспорта и безопасность движения»;
- 5) СЗ.Б.24 «Экономика транспорта».

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры ВиПМ 05.09. 2012 г., протокол № 1.

**Согласование:**

Автор:

к. пед н., доц.

Зав. кафедрой ВиПМ

д-р физ.-мат. наук., проф.

Декан факультета УПП

П. С. Гончарь

Г. А. Тимофеева

С. С. Крупенин

Программа согласована:

Председатель учебно-методической  
комиссии ФУПП

Зав. кафедрой

«Станции, узлы и грузовая работа»

Зав. кафедрой «Управление  
эксплуатационной работой»

С. А. Плахотич

С. А. Плахотич

Е. Н. Тимухина

Курс	2
Семестр	4
Зачетные единицы	4

Лекции	18 ч.
Лабораторные работы	18 ч.
Практические занятия	18 ч.

Аудиторные занятия	54 ч.
Самостоятельная работа	90 ч.

Всего часов	144 ч.
-------------	--------

Экзамен	4 сем.
---------	--------

РГР	4 сем.
-----	--------

## Содержание рабочей программы

Введение	4
Требования к результатам освоения дисциплины	4
1. Распределение учебных часов по темам, видам занятий и видам самостоятельной работы	4
2. Содержание рабочей программы	5
3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов	6
4. Примерная тематика практических занятий	6
5. Перечень лабораторных работ	7
6. Образовательные технологии	7
7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости	7
8. Примерные вопросы к экзамену	7
9. Понятийно-терминологический словарь дисциплины	8
10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	11
11. Материально-техническое обеспечение дисциплины	11
12. Лист изменений и дополнений	12
Приложение 1. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	13
Приложение 2. Методические указания по организации текущего контроля работы студентов	14

## Введение

(Общая характеристика программы курса)

Цель дисциплины: последовательное формирование математической картины мира, определяющей общекультурные (универсальные) и профессиональные компетенции; развитие у студентов творческого мышления и способности применения современных принципов управления процессом перевозок на железнодорожном транспорте.

Изучение дисциплины должно способствовать формированию следующих компетенций:

– универсальная компетенция ОК-2 – способностью логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения, умением отстаивать свою точку зрения, не разрушая отношений.

– профессиональные компетенции: ПК-1 – способностью применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

## Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины студенты должны:

1. **знать и понимать:** фундаментальные разделы математики, основные методы построения математических моделей реальных задач и приемов их решения.
2. **уметь:** применять математические методы при решении задач в технологии транспортных процессов;
3. **иметь/владеть:** математическими знаниями и методами, математическим аппаратом необходимым для профессиональной деятельности в организации и управлении транспортных процессов.

## 1. Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Таблица 1

№ темы	Название тем рабочей программы	Объем учебных часов					Рекомендуемая литература
		всего	том числе				
			лекции	практи- ческие занятия	лабора- торные работы	СРС	
1	Линейное программирование	34	6	6	4	18	[1],[2],[5],[6], [8]
2	Системы массового обслуживания	40	6	6	10	18	[3], [5],[6], [7]
3	Имитационное моделирование	34	6	6	4	18	[4],[6]
Подготовка к экзамену		36				36	
	ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	144	18	18	18	90	

## 2. Содержание рабочей программы

### Тема 1. Линейное программирование

*Краткое содержание:* Экономические задачи, приводящие к задачам линейного программирования (ЛП). Основные типы задач ЛП. Геометрический метод решения задач ЛП. Симплекс метод. Двойственные задачи. Анализ оптимальных решений на чувствительность к изменению ограничений. Транспортная задача.

*Контрольные вопросы:*

1. Экономические задачи, приводящие к задачам линейного программирования (ЛП).
2. Основные типы задач ЛП. Геометрический метод решения задач ЛП.
3. Симплекс метод.
4. Двойственные задачи.
5. Анализ оптимальных решений на чувствительность к изменению ограничений.
6. Транспортная задача.

### Тема 2. Системы массового обслуживания (СМО)

*Краткое содержание:* Основные понятия теории массового обслуживания. Экономические характеристики СМО. Использование марковских цепей для моделирования СМО. Модель Эрланга. Открытые СМО с ограниченной очередью и отказом. Открытые СМО с неограниченной очередью. Закрытые СМО.

*Контрольные вопросы:*

1. Основные понятия теории массового обслуживания. Экономические характеристики СМО.
2. Модель Эрланга.
3. Открытые СМО с ограниченной очередью и отказом.
4. Открытые СМО с неограниченной очередью.
5. Закрытые СМО.

### Тема 3. Имитационное моделирование

*Краткое содержание:* Генерация псевдослучайных чисел. Вероятностно- статистические аспекты имитационного моделирования. Общие принципы имитационного моделирования систем. Испытание и эксплуатация имитационных моделей. Моделирование систем массового обслуживания.

*Контрольные вопросы:*

1. Генерация псевдослучайных чисел;
2. Общие принципы имитационного моделирования систем;
3. Испытание и эксплуатация имитационных моделей;
4. Моделирование систем массового обслуживания;

### 3. Самостоятельная и индивидуальная работа студентов

#### Тема 1. Линейное программирование

*Содержание СРС:* Экономические задачи, приводящие к задачам линейного программирования (ЛП). Основные типы задач ЛП. Геометрический метод решения задач ЛП. Симплекс метод. Двойственные задачи. Анализ оптимальных решений на чувствительность к изменению ограничений. Транспортная задача.

*Виды СРС:* Изучение теоретического материала с использованием рекомендованной литературы и конспекта лекций. Оформление отчета о лабораторных работах.

#### Тема 2. Системы массового обслуживания (СМО)

*Содержание СРС:* Основные понятия теории массового обслуживания. Экономические характеристики СМО. Модель Эрланга. Открытые СМО с ограниченной очередью и отказом. Открытые СМО с неограниченной очередью. Закрытые СМО.

*Виды СРС:* Изучение теоретического материала с использованием рекомендованной литературы и конспекта лекций. Оформление отчета о лабораторных работах.

#### Тема 3. Имитационное моделирование

*Содержание СРС:* Генерация псевдослучайных чисел. Вероятностно- статистические аспекты имитационного моделирования. Общие принципы имитационного моделирования систем. Испытание и эксплуатация имитационных моделей. Моделирование систем массового обслуживания.

*Виды СРС:* Изучение теоретического материала с использованием рекомендованной литературы и конспекта лекций. Оформление отчета о лабораторных работах.

Подготовка к экзамену.

### 4. Примерная тематика практических занятий

#### Тема 1. Линейное программирование

*Примерное содержание практической работы:*

*Методы и формы работы:*

- Обсуждение теоретического материала.
- Групповое решение задач и упражнений.
- Решение задач малыми группами (активная форма).

#### Тема 2. Системы массового обслуживания (СМО)

*Примерное содержание практической работы:* Основные понятия теории массового обслуживания. Экономические характеристики СМО. Модель Эрланга. Открытые СМО с ограниченной очередью и отказом. Открытые СМО с неограниченной очередью. Закрытые СМО.

*Методы и формы работы:*

- Обсуждение теоретического материала.
- Групповое решение задач и упражнений.
- Решение задач малыми группами (активная форма).

#### Тема 3. Имитационное моделирование

*Примерное содержание практической работы:* Генерация псевдослучайных чисел. Вероятностно- статистические аспекты имитационного моделирования. Общие принципы имитационного моделирования систем. Испытание и эксплуатация имитационных моделей. Моделирование систем массового обслуживания.

*Методы и формы работы:*

- Обсуждение теоретического материала.
- Групповое решение задач и упражнений.

## 5. Перечень лабораторных работ

Тема 1. Линейное программирование:

- Основные задачи ЛП;
- Транспортная задача ЛП.

Тема 2. Системы массового обслуживания (СМО):

- Простейший поток событий;
- Марковские цепи с дискретным временем перехода;
- Марковские цепи с непрерывным временем перехода;
- СМО с отказами;
- СМО без отказов.

Тема 3. Имитационное моделирование:

- Вычисление интегралов методом Монте-Карло;
- Решение многомерных задач ЛП методом Монте-Карло.

## 6. Образовательные технологии

1. Лекции.
2. Лекции с элементами эвристической беседы (активная форма).
3. Практические занятия, направленные на решение задач и обсуждение теоретического материала.
4. Практические занятия в виде решения задач малыми группами (активная форма).
5. Консультации преподавателей, включая СРС.
6. Самостоятельная работа студентов (см. п. 3)
7. Собеседование по результатам РГР (отчетов о лабораторных работах в письменной и электронной форме)
8. Взаимное консультирование (активная форма).

## 7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Результаты освоения дисциплины	Формы контроля		
	Текущий контроль лекционного материала и материала, вынесенного на самостоятельное изучение в форме тестирования на сайте <b>www.i-fgos.ru</b>	РГР, экзамен	Отчеты о лабораторных работах в письменной и электронной форме
1. <b>Знание и понимание:</b> фундаментальные разделы математики, необходимые для логического осмысления и обработки информации в профессиональной деятельности;	*	*	*
2. <b>Умение:</b> применять математические методы при решении конкретных задач по своей специальности.	*	*	*
3. <b>Владение навыками:</b> математическими знаниями и методами, математическим аппаратом, необходимым для решения профессиональных инженерных задач.	*	*	*

## **8. Примерные вопросы к экзамену**

1. Экономические задачи, приводящие к задачам линейного программирования (ЛП).
2. Основные типы задач ЛП. Геометрический метод решения задач ЛП.
3. Симплекс метод.
4. Двойственные задачи.
5. Анализ оптимальных решений на чувствительность к изменению ограничений.
6. Транспортная задача.
7. Основные понятия теории массового обслуживания. Экономические характеристики СМО.
8. Модель Эрланга.
9. Открытые СМО с ограниченной очередью и отказом.
10. Открытые СМО с неограниченной очередью.
11. Закрытые СМО.
12. Генерация псевдослучайных чисел;
13. Общие принципы имитационного моделирования систем;
14. Испытание и эксплуатация имитационных моделей;
15. Моделирование систем массового обслуживания;



## 9. Понятийно-терминологический словарь дисциплины

### Тема 1. ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

**Линейное программирование** (ЛП) – это наука о методах исследования и нахождения экстремальных значений линейной целевой функции, неизвестные которой имеют линейные ограничения.

**Математической моделью** задачи линейного программирования называется совокупность целевой функции и системы ее ограничений. Различают **неканоническую и каноническую модель** задачи ЛП.

**Допустимым решением** задачи линейного программирования называется вектор, удовлетворяющий системе ограничений.

Допустимое решение, при котором целевая функция достигает своего экстремального значения, называется **оптимальным решением** задачи ЛП.

Область решения системы, удовлетворяющая условиям неотрицательности всех значений, называется **областью допустимых решений**.

**Графический метод** решения задачи линейного программирования – это поиск такой угловой точки из многоугольника области допустимых решений, в которой значение целевой функции максимально (минимально). Нахождение такой угловой точки осуществляется с помощью перемещения нулевой линии уровня целевой функции в направлении градиента целевой функции при определении максимума, и в противоположном направлении при определении минимума.

**Симплекс-метод ЛП** – универсальный алгоритмизованный метод решения канонической задачи ЛП, использующий её табличное представление.

Для каждой задачи ЛП может быть сформулирована **двойственная задача ЛП**, причем решения исходной и двойственной задачи тесно связаны.

**Транспортная задача линейного программирования (ТЗ)** – это задача определения рационального плана транспортирования груза от поставщиков к потребителям с учетом тарифа. Искомым является план перевозок, имеющий минимальную возможную стоимость.

**Метод северо-западного угла** – распределение груза начинается с верхней левой клетки и продолжается вниз и вправо.

**Метод минимального тарифа** – распределение груза осуществляется в первую очередь в те клетки, в которых находится минимальный тариф.

**Метод потенциалов** позволяет выявлять возможности перевозок, более выгодных по сравнению вошедшими в некоторый опорный план (с учетом неизбежных следствий введения таких перевозок в план). Последовательное применение этого метода позволяет достичь оптимального решения ТЗ.

### Тема 2. СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Математический аппарат, изучающий закономерности функционирования систем, удовлетворяющих массовый спрос, в том числе образование очередей в такого рода системах, называется **теорией массового обслуживания**.

**Заявкой** (требуемым) называется спрос на удовлетворение какой-либо потребности. Удовлетворение спроса называется **обслуживанием заявки**.

**Системой массового обслуживания** (СМО) называется любая система, предназначенная для обслуживания каких-либо заявок, поступающих в нее в случайные моменты времени. Устройство, непосредственно обслуживающее заявку, называется **каналом обслуживания**. СМО может содержать одно такое устройство, тогда она называется **одноканальной**. Если СМО содержит несколько обслуживающих устройств, то она называется **многоканальной**.

Поступление заявки в СМО назовем **событием**. Последовательность событий, состоящих в поступлении заявок в СМО, назовем **входящим потоком заявок**. Последовательность событий, состоящих в выходе заявок из СМО, назовем **выходящим потоком заявок**.

В зависимости от поведения заявки в СМО различают СМО *с отказами* и СМО *с очередью* (или с ожиданием). В *СМО с отказами* заявка, поступившая в момент занятости всех каналов, получает отказ и покидает СМО. В *СМО с очередью* (или ожиданием) заявка, поступившая в момент занятости всех каналов, становится в очередь и ожидает освобождения одного из каналов обслуживания.

Возможны СМО *смешанного типа*. Например, СМО с ограниченной очередью. В такой СМО заявка становится в очередь при занятости всех каналов, если очередь невелика и, скажем, не достигла длины  $m$ . Если все  $m$  мест в очереди заняты, заявка покидает СМО. К СМО смешанного типа относятся СМО с ограниченным временем ожидания. Заявка, поступившая в момент занятости всех каналов, становится в очередь, но уходит из СМО необслуженной, если время ожидания слишком велико.

СМО могут быть открытого и замкнутого типа. В *открытых СМО* интенсивность поступающего в нее потока заявок не зависит от состояния самой СМО, так как круг «клиентов» (поступающих заявок) практически не ограничен. Примерами таких СМО являются вокзальные кассы, метрополитен, телевизионные ателье больших городов и т.д. В *СМО замкнутого* типа обслуживается ограниченный круг «клиентов», поэтому интенсивность потока заявок существенно зависит от состояния системы.

Число  $\mu = \frac{1}{T_{обсл}}$  называют *интенсивностью потока обслуживания*, которая означает среднее число заявок, обслуживаемых одним каналом в единицу времени. При этом под потоком обслуживания понимается поток заявок, обслуживаемых друг за другом одним непрерывно занятым каналом. Если  $T_{обсл.}$  представляет собой случайную величину, имеющую показательное распределение, то поток обслуживания является *простейшим*.

Если входящий поток и все потоки обслуживания простейшие, то процесс, протекающий в СМО, является *марковским случайным процессом (цепью) с дискретными состояниями и непрерывным временем*. Поэтому СМО, в которой все потоки простейшие, называют *марковской СМО*.

Обычно практический интерес в теории массового обслуживания вызывают предельные средние характеристики системы, которые называются *показателями эффективности СМО*. В качестве показателей эффективности для стационарного режима могут рассматриваться следующие:

$A$  – среднее число заявок, обслуживаемое СМО в единицу времени. Эту характеристику называют *абсолютной пропускной способностью СМО*;

$Q$  – вероятность обслуживания поступившей заявки, или *относительная пропускная способность СМО*. Очевидно,  $Q = \frac{A}{\lambda}$ ;

$P_{отк.}$  – вероятность отказа, т.е. вероятность того, что поступившая заявка не будет обслужена,  $P_{отк.} = 1 - Q$ ;

$\bar{z}$  – среднее число заявок в СМО (имеются в виду все заявки, как обслуживаемые, так и ожидающие очереди, если она есть);

$\bar{r}_o$  – среднее число заявок в очереди, если она есть;

$\bar{t}_{сист.}$  – среднее время пребывания заявки в СМО, как в очереди, если она есть, так и в момент обслуживания;

$\bar{t}_o$  – среднее время пребывания заявки в очереди;

$\bar{k}$  – среднее число занятых каналов.


### Тема 3. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

**Моделирование** – многоэтапный процесс исследования систем, направленный на выявление свойств и закономерностей, присущих исследуемым системам, с целью их создания или модернизации. В процессе моделирования решается множество взаимосвязанных задач, основными среди которых являются разработка модели, анализ свойств и выработка рекомендаций по модернизации существующей или проектированию новой системы.

**Статистическое моделирование** – метод исследования сложных систем, основанный на описании процессов функционирования отдельных элементов в их взаимосвязи с целью получения множества частных результатов, подлежащих обработке методами математической статистики для получения конечных результатов. В основе статистического моделирования лежит метод статистических испытаний – **метод Монте-Карло**.

**Имитационным моделированием (ИМ)** называется *воспроизведение поведения* изучаемой системы на основе анализа ее структуры и наиболее существенных взаимосвязей элементов в целях получения информации о функциональных свойствах этого объекта. ИМ следует рассматривать как **статистический эксперимент**, а его результаты представляют собой наблюдения. Любое утверждение относительно параметров изучаемой системы является статистической гипотезой. Результаты моделирования обычно рассматривают как оценки средних значений характеристик системы.

**Имитационная модель** представляет собой алгоритм реализации временной диаграммы функционирования исследуемой системы. Наличие встроенных в большинство алгоритмических языков генераторов случайных чисел значительно упрощает процесс реализации имитационной модели на ЭВМ.

Моделирование систем требует учета стохастических воздействий на систему (случайных событий в случайные моменты времени). Случайные события и случайные промежутки времени можно моделировать с помощью случайных чисел (СЧ). Необходимо иметь в виду, что любая алгоритмическая процедура использует для вычисления СЧ некоторую формулу и, следовательно, получаемая последовательность полностью определена начальными значениями параметров (детерминирована). Такие числа называют **псевдослучайными**. При дискретном моделировании в качестве базовой выбирают последовательность случайных чисел , равномерно распределенных на интервале (0, 1).

Тестирование последовательности псевдослучайных чисел должно включать проверки на равномерность, стохастичность и независимость.

Одним из основных алгоритмов моделирования систем массового обслуживания является **«просмотр активностей»**. Этот алгоритм заключается в том, что на каждом шаге моделирования сравниваются времена «механизмов», составляющих систему, и выбирается тот, время которого на текущий момент модельного времени наименьшее и который должен произвести действие.

**Вычисление параметров эффективности СМО по результатам прогона модели.** Абсолютная пропускная способность  $A$  вычисляется как отношение числа пришедших в систему заявок к времени моделирования. Вероятность отказа – как число заявок, получивших отказ от обслуживания отнесенных к полному числу поступивших требований. Тогда относительная пропускная способность системы (или отношение обслуженных заявок к полному их числу)  $Q = 1 - P_{от}$ . Среднее время пребывания требования в очереди легко подсчитать, разделив полное время пребывания в очереди на полное число заявок, а среднее число заявок в очереди можно найти, используя формулу Литтла, справедливую для всех типов СМО. Аналогично можно поступить и для среднего времени в системе и среднего числа заявок в системе.

Имитационное моделирование позволяет выбрать наилучший вариант структурно-функциональной организации проектируемой системы из нескольких вариантов, но *не предоставляет возможностей для решения оптимизационных задач*. Для решения этих задач обычно используется аналитическое моделирование.

## **10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература**

1. Красс М.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее приложения в экономическом образовании. - 5-е изд., испр. и доп. - М.: Дело, 2006.\*
2. Бородин А.Н. Элементарный курс теории вероятностей и математической статистики. 9-е изд. - М.: Айрис-пресс, 2010.\*  
[[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=2026](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=2026)];
3. Павлов С.В. Теория вероятностей и математическая статистика. Изд. ИЦ РИОР. 2010.\*  
[<http://znanium.com/catalog.php?item=bookinfo&book=217167>]

### **б) Дополнительная литература**

4. Замыслов В.Е., Скачков П.П., Тимофеева Г.А. Введение в имитационное моделирование: Методические указания. - УрГУПС, 2012 \*. [[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm\\_2837.pdf](https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_2837.pdf)]
5. Пирогова И.Н., Скачков П.П. Математические модели: Методические указания. - Екатеринбург: УрГУПС, 2009\* [[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm\\_4221.pdf](https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_4221.pdf)]
6. Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. 2011. \*  
[[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=678](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=678)]
7. Гончарь П.С., Медведева Н.В., Розенберг В.Л. Марковские процессы и системы массового обслуживания: Практикум. - УрГУПС, 2012. \*  
[[https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm\\_3383.pdf](https://www.usurt.ru/in/files/umm/umm_3383.pdf)]
8. Гусев В.А., Мордкович А. Г. Справочник по математике. / 3-е изд., перераб. - М., 1995. \*

Интернет-тренажер. <http://www.i-fgos.ru>

Тестирование. <http://www.fepo-nica.ru>

ФЭПО. <http://fepo-3.ru>

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Презентации, мультимедиа-оборудование;
  - Раздаточные материалы к практическим занятиям;
  - Электронные учебно-методические материалы;
  - Специализированная лаборатория математического моделирования (ауд. БЗ-5)
- Использование иных приборов, установок, макетов, стендов и пр. не предусмотрено.

### Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Изучение математического спецкурса часто требует, кроме регулярной систематической работы с новым учебным материалом, обращения к разделам математики, изученным ранее; отсюда возникает необходимость работы со справочной литературой. Сохраняет значимость проработка задач и упражнений, позволяющая приобрести опыт в использовании новых понятий и терминов. Позитивным фактором является возможность обсуждения элементов решения заданий в небольших студенческих группах, взаимопомощь, использование консультаций преподавателя в затруднительных моментах. Желательно, чтобы активная работа предшествовала контрольным мероприятиям, а не являлась реакцией на неудачи. Оформление отчетов о проделанных в рамках вычислительного практикума лабораторных работах развивает навыки оформления учебных и технических документов, эта форма деятельности не является новой для студентов второго курса.

Самоконтроль в самостоятельной работе осуществляется на субъективном и объективном уровнях. После получения решения полезно «окинуть взглядом» пройденный путь, выделяя этапы рутинных преобразований и «поворотные моменты». При качественном выполнении задания на каждом этапе субъективно ясно, что сделано, как сделано, почему именно так сделано?

Объективно, самоконтроль связан со сравнением полученного результата с условием и вопросом в задании. Получен ли ответ на поставленный вопрос? Тот ли математический объект получен в ответе, о котором спрашивалось? Проявляется ли симметрия условия (заданных математических структур) в ответе?

Конспектирование лекции часто происходит в ситуации первичного ознакомления студента с учебным материалом и, возможно, неправильно или неполно отражает изучаемые разделы. Существенную пользу (в качестве формы работы с теоретической частью курса) может принести критическая проработка конспекта, его сравнение с печатными изданиями: установление соответствия и различий в обозначениях, формулировках теорем, способах проведения доказательств. Способ проработки материала, соответствующий специфике интеллектуальных действий инженеров – схематизация, изображение связей между темами (или определениями внутри темы). Для «гуманитарного» склада мышления в большей степени  
ни  
характерна  
классификация.

## Приложение 2

### МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Контрольно-обучающее мероприятие		Контрольный срок, нед		Рейтинговый балл		Критерии оценивания
Вид	Наименование, тема	Выдача	Сдача	Max	Min	
Л.Р. №1	Основные задачи ЛП	2	3	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
Л.Р. №2	Транспортная задача ЛП	4	5	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
К1	Линейное программирование	5	5	15	0	Баллы выставляются за компетентное владение учебным предметным материалом
Л.Р. №3	Простейший поток событий	6	7	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
Л.Р. №4	Марковские цепи с дискретным временем перехода	8	9	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
Л.Р. №5	Марковские цепи с непрерывным временем перехода	10	11	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
Л.Р. №6	СМО с отказами	12	13	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
Л.Р. №7	СМО без отказов	14	15	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
К2	Системы массового обслуживания	15	15	15	0	Баллы выставляются за компетентное владение учебным предметным материалом
Л.Р. №8	Вычисление интегралов методом Монте-Карло	16	17	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
Л.Р. №9	Решение многомерных задач ЛП методом Монте-Карло	18	18	7	0	Баллы снижаются за несвоевременное и некачественное выполнение работы.
	Учебная активность			7	0	Баллы выставляются при проявлении сверхнормативной продуктивной активности в учебном процессе
Сумма				100	0	

## ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА  
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный университет путей сообщения»  
(ФБГОУ ВПО УрГУПС)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
с 2014\_\_\_\_ - 20\_15\_\_\_\_ учебного года

по дисциплине «**Математическое моделирование систем и процессов**»  
для направления подготовки (специальность) 190401.65 «Эксплуатация железных дорог»  
Специализации: «Магистральный транспорт»,  
«Промышленный транспорт»,  
«Грузовая и коммерческая работа»,  
«Пассажирский комплекс железнодорожного транспорта»,  
«Транспортный бизнес и логистика».  
очной формы обучения

Основание: разработка и введение нового учебного плана с 2013 г. \_\_\_\_\_

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1. Общая трудоемкость соответствует приложению 1 \_\_\_\_\_
2. \_Распределение учебных часов по темам соответствует приложению 2 \_\_\_\_\_
3. \_Перечень практических занятий убирается \_\_\_\_\_

Дополнения и изменения внесены на заседании кафедры «Высшая и прикладная математика», протокол № \_10\_ от  
«\_3\_» \_июля\_ 2014\_г.

Автор изменений рабочей программы

 /Пирогова И.Н./

/ Зав. кафедрой

«Высшая и прикладная математика»

 /Тимофеева Г.А./

/ Декан факультета УПП

 /Крупенин С. С./

## Приложение 1

Курс	2
Семестр	4
Зачетные единицы	4
Лекции	36 ч.
Лабораторные работы	36 ч.
Практические занятия	0 ч.
Аудиторные занятия	72 ч.
Самостоятельная работа	72 ч.
Всего часов	144 ч.
Экзамен	4 сем.
РГР	4 сем.

## Приложение 2

### Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Распределение учебных часов по темам и видам занятий

Таблица 1

№ темы	Название тем рабочей программы	Объем учебных часов					Рекомендуемая литература
		всего	том числе				
			лекции	практи- ческие занятия	лабора- торные работы	СРС	
1	Линейное программирование	40	14	0	14	12	[1],[2],[5],[6],[8]
2	Системы массового обслуживания	36	12	0	12	12	[3], [5],[6], [7]
3	Имитационное моделирование	32	10	0	10	12	[4],[6]
Подготовка к экзамену		36				36	
	<b>ИТОГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>144</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>72</b>	