

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФИО: Чирикова Лилия Ивановна

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Должность: Директор филиала

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Дата подписания: 2020.08.28 10:21:50

**САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ**

Уникальный программный ключ:

**(СамГУПС)**

750e77999bb0631a45cbf7b4a579c1095bcef032814fee919138f73a4ce0cad5

Филиал СамГУПС в г. Саратове

УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

СамГУПС в г. Саратове

/Чирикова Л.И./

« 28 » августа 2020 г.

**Б1.О.30**

**Математическое моделирование систем и процессов  
(ММСП)**

**рабочая программа дисциплины (модуля)**

год начала подготовки (по учебному плану) **2019**  
актуализирована по программе **2020**

Кафедра	<b>«Инженерные, гуманитарные, естественнонаучные и общепрофессиональные дисциплины»</b>
Специальность	<b>23.05.04 Эксплуатация железных дорог</b>
Специализация	<b>№1 Магистральный транспорт</b>
Квалификация	<b>инженер путей сообщения</b>
Форма обучения	<b>заочная</b>
Объем дисциплины	<b>6 ЗЕ</b>

Саратов 2020

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**1.1** Целями освоения дисциплины является формирование личности студента, развитие его интеллекта и способностей к логическому и алгоритмическому мышлению; обучение основным математическим методам, необходимым для анализа и моделирования устройств, процессов и явлений, при поиске оптимальных решений и выбора наилучших способов реализации этих решений, методам обработки и анализа результатов численных и натуральных экспериментов.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)

**ОПК-1** Способен решать инженерные задачи в профессиональной деятельности с использованием методов естественных наук, математического анализа и моделирования

<b>Индикатор</b>	ОПК-1.4. Знает основы высшей математики, способен представить математическое описание процессов, использует навыки математического описания моделируемого процесса (объекта) для решения инженерных задач
------------------	---

**ПКО-5.** Способность к проведению фундаментальных и прикладных исследований с использованием современных методов и средств по транспортному обслуживанию грузоотправителей и грузополучателей на железнодорожном транспорте

<b>Индикатор</b>	ПКО-5.1. Знание нормативно-технических и руководящих документов по организации эксплуатационной работы на железнодорожном транспорте; Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации; плана формирования поездов, графика движения поездов; показателей и технические нормы эксплуатационной работы железнодорожных подразделений.
------------------	---

<b>Индикатор</b>	ПКО-5.2. Владение навыками проведения обзора, описания научных исследований, анализа и корректировки технической документации, современными методами и средствами по обеспечению транспортного обслуживания грузоотправителей и грузополучателей
------------------	--

### 1.3. Результаты обучения по дисциплине (модулю)

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

##### Знать:

основные понятия и методы математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры, дифференциального и интегрального исчисления, гармонического анализа; основы теории вероятностей, математической статистики, дискретной математики и теории надежности; основы математического моделирования;

##### Уметь:

использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; применять методы математического анализа и моделирования; применять математические методы для решения практических задач; проводить измерения, обрабатывать и представлять результаты;

##### Владеть:

навыками математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных технических устройств; построения математических моделей типовых задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код дисциплины	Наименование дисциплины	Коды формируемых компетенций
<b>2.1 Осваиваемая дисциплина</b>		
Б1.О.30	Математическое моделирование систем и процессов (ММСИ)	ОПК-1; ПКО-5
<b>2.2 Предшествующие дисциплины</b>		
Б1.О.10	Математика	УК-1; ОПК-1
Б1.О.08	Химия	ОПК-1
Б1.О.11	Физика	ОПК-1
Б1.О.15	Начертательная геометрия и компьютерная графика	ОПК-4
Б1.О.07	Информатика	УК-1
Б1.О.16	Теоретическая механика	ОПК-4
<b>2.3 Последующие дисциплины</b>		
Б1.О.38	Цифровые технологии в профессиональной деятельности	ОПК-2
Б1.О.39	Организация и управление производством	ОПК-7; ОПК-9
Б1.О.37	Сервис на транспорте	ОПК-7; ПКО-2

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

<b>3.1</b> Объем дисциплины (модуля)	<b>6 ЗЕТ</b>
--------------------------------------	--------------

**3.2** Распределение академических часов по семестрам (офо) курсам(зфо) и видам учебных занятий

Вид занятий	№ семестра/курса																					
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
<b>Контактная работа:</b>							20	20													20	20
Лекции							8	8													8	8
Лабораторные							4	4													4	4
Практические							8	8													8	8
Консультации																						
Инд. работа																						
Контроль							13	13													13	13
Сам. работа							183	183													183	183
<b>Итого</b>							<b>216</b>	<b>216</b>													<b>216</b>	<b>216</b>

### 3.3. Формы контроля и виды самостоятельной работы обучающегося

Форма контроля	Семестр / курс	Нормы времени на самостоятельную работу обучающегося	
		Вид работы	Нормы времени, час
Экзамен	4	Подготовка к лекциям	0,5 часа на 1 час аудиторных занятий
		Подготовка к практическим/ лабораторным занятиям	1 час на 1 час аудиторных занятий
Зачет	4	Подготовка к зачету	9 часов
Курсовой проект	-	Выполнение курсового проекта	72 часа
Курсовая работа	-	Выполнение курсовой работы	36 часов
Контрольная работа	-	Выполнение контрольной работы	9 часов
РГР	4	Выполнение РГР	18 часов
Реферат/эссе	-	Выполнение реферата/эссе	9 часов

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр курс	К-во ак. часов	Компетенции	Литература	Интеракт. часы	Форма занятия
	<b>Раздел 1. Понятие о моделях и моделировании.</b>							
1.1	Цели научных и инженерных исследований, место моделирования в них. Понятия оригинала и модели. Примеры моделей. Процесс моделирования и необходимая последовательность этапов этого процесса. Понятие адекватности модели. Вычислительный эксперимент. Понятие о планировании вычислительного эксперимента. Достоверность результата. Понятие об адекватности математической модели, точность и непротиворечивость. Статистическая основа проверки адекватности. Необходимые данные для проверки адекватности. Точность и погрешность. Причины возникновения погрешности при математическом моделировании. Оценка погрешности.	Лекция	4	4	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
1.2	Составление математических моделей экономических задач. Решение задач линейного программирования графическим методом.	Практика	4	4	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
1.3	Аппроксимация	Лаб. раб	4	1	ОПК-1; ПКО-	Л1.1 Л1.2		

	экспериментальных данных.				5	Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
	<b>Раздел 2. Понятие о математических методах оптимизации.</b>							
2.1	Общая формулировка задач оптимизации. Уравнения связей, фазовые координаты, управления, критерий оптимальности (целевая функция). Типы задач оптимизации. Задача линейного программирования. Описание симплекс-метода. Транспортная задача. Задача нелинейного программирования.	Лекция	4	4	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
2.2	Построение опорных планов. Решение задач линейного программирования симплекс-методом. Решение транспортной задачи методом потенциалов. Нахождение альтернативного плана.	Практика	4	4	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
2.3	Решение задачи линейного программирования с использованием ПЭВМ (графический метод и симплекс метод).	Лаб. раб	4	1	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
	<b>Раздел 3. Динамическое программирование (ДП).</b>							
3.1	Основные понятия. Определение функционала и ограничений. Алгоритм Р. Беллмана для решения задачи ДП.	СР	4	4	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
3.2	Решение задач динамического программирования.	СР	4	10	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
3.3	Реализация транспортной задачи открытого и закрытого типов. Задача о назначениях.	Лаб. раб	4	1	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
	<b>Раздел 4. Понятие о теории массового обслуживания и методе Монте-Карло.</b>							
4.1	Виды систем массового обслуживания (СМО). Эффективность СМО. Марковские цепи состояний с дискретным временем. Вероятности состояний дискретной цепи. Марковские цепи состояний с непрерывным временем. Плотность вероятности перехода. Вероятности состояний непрерывной цепи. Поток событий. Простейший пуассоновский поток событий. Применение марковских цепей в СМО. Схема размножения и гибели. СМО с отказами (системы с потерями). СМО с ожиданием в ограниченной очереди. Оценка погрешности метода Монте-Карло. Единичный жребий и формы его организации..	СР	4	20	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		

	Определение характеристик стационарного случайного процесса по одной реализации. Необходимое число реализаций. Применение метода Монте-Карло для обоснования решений							
4.2	Решение задач по теории массового обслуживания.	СР	4	10	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
4.3	Построение и анализ качества модели парной линейной регрессии. Множественная линейная регрессия	Лаб. раб	4	1	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
	<b>Раздел 5. Представление транспортной сети в виде графа.</b>							
5.1	Основные понятия о графах. Определение кратчайших расстояний на графе. Графы с пропускной способностью дуг. Орграфы; задача о максимальном потоке. Алгоритм Форда. Потоки с наименьшей стоимостью и ограничением пропускной способности дуг. Метод ветвей и границ, задача о коммивояжере; формирование задачи очередности обслуживания грузовых фронтов локомотивом.	СР	4	10	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
5.2	Составление сетевого графика. Определение кратчайшего пути.	СР	4	10	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
5.3	Метод наименьших квадратов. Регрессионные модели с фиктивными переменными. Мультиколлинеарность.	СР	4	10	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
	<b>Раздел 6. Методы статистической обработки результатов.</b>							
6.1	Оценка адекватности математической модели как задача математической статистики. Проверка критерия согласия между наблюдаемым и нормальным законами распределения. Доверительные интервалы. Последовательность обработки результатов вычислительного эксперимента для выявления экспериментальной зависимости (регрессии, аппроксимации). Выбор вида регрессионной зависимости. Применение метода наименьших квадратов для отыскания параметров регрессионной зависимости. Понятие об аппроксимации и сглаживании экспериментальных данных.	СР	4	12	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
6.2	Решение задач по методам статистической обработки результатов.	СР	4	10	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1		

						Л2.2 М1, М2, М3		
6.3	Модель временных рядов. Выделение тенденции (тренда) и сезонных колебаний.	СР	4	11	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
6.4	Самостоятельная проработка теоретического материала.	СР	4	12	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
6.5	Изучение методики решения типичных задач и их реализации на ЭВМ.	СР	4	16	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
6.6	Выполнение РГР	СР	4	18	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		
6.7	Подготовка к зачету.	СР	4	30	ОПК-1; ПКО-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3, Л2.1 Л2.2 М1, М2, М3		

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

Основными этапами формирования компетенций в рамках дисциплин выступает последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем учебных занятий), которые отражены в разделе 4.

#### Матрица оценки результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели освоения компетенций)	Оценочные средства / формы контроля			
		Тестовое задание	Защита РГР	Отчет по лаборатор./практич. работе	Экзамен /Зачет
ОПК-1	знает	+		+	+
	умеет	+	+	+	+
	владеет	+			+
ПКО-5	знает	+		+	+
	умеет	+	+	+	+
	владеет	+			+

### 5.2. Показатели и критерии оценивания компетенций

#### Критерии формирования оценок по защите лабораторной работы

«Зачтено» получают обучающиеся, выполнившие все физические измерения в соответствии с требованиями лабораторной работы, правильно выполнившие все необходимые расчеты по обработке результатов измерений в соответствии с требованиями лабораторной работы, оформившие отчет о выполнении лабораторной работы в соответствии с предъявляемыми требованиями, в котором представлены все результаты измерений, сделаны все необходимые расчеты без арифметических ошибок, сделаны обобщающие выводы, а также грамотно ответившие на 60% и более теоретических вопросов преподавателя по теме данной лабораторной работы.

«Незачтено» получают обучающиеся, не выполнившие все физические измерения в соответствии с требованиями лабораторной работы, либо не выполнившие правильно все необходимые расчеты по обработке результатов измерений в соответствии с требованиями лабораторной работы, либо не оформившие отчет о выполнении лабораторной работы в соответствии с предъявляемыми требованиями, либо не ответившие на 60% и более теоретических вопросов преподавателя по теме данной лабораторной работы.

#### Критерии формирования оценок по выполнению тестовых заданий

«Отлично» (5 баллов) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 100 – 90% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Хорошо» (4 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 89 – 70% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Удовлетворительно» (3 балла) – получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 69 – 60% от общего объема заданных тестовых вопросов.

«Неудовлетворительно» (0 баллов) - получают обучающиеся с правильным количеством ответов на тестовые вопросы – 59% и менее от общего объема заданных тестовых вопросов.

#### Критерии оценки расчетно-графических работ

«5» (**отлично**): выполнены поставленные цели работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы  
«4» (**хорошо**): выполнены все задания работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.  
«3» (**удовлетворительно**): выполнены все задания расчетно-графической работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.  
«2» (**не зачтено**): студент не выполнил или выполнил неправильно задания расчетно-графической работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Оценивается:

- степень соответствия работы требованиям, к выполнению расчетно-графической работы;
- качество и правильность выполненных расчетов и сформулированных выводов;
- содержание и качество ответов на вопросы, поставленные преподавателем в ходе защиты
- качество оформления работы.

Без защиты расчетно-графической работы студент не допускается к зачету.

#### Критерии формирования оценок по зачету

«**Зачтено**» - обучающийся демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности.

«**Не зачтено**» - выставляется в том случае, когда обучающийся демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки

#### Критерии формирования оценок по экзамену

«**Отлично**» (5 баллов) – высокий уровень формирования компетенции – студент демонстрирует знание всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; умение излагать программный материал с демонстрацией конкретных примеров. Свободное владение материалом должно характеризоваться логической ясностью и четким видением путей применения полученных знаний в практической деятельности, умением связать материал с другими отраслями знания.

«**Хорошо**» (4 балла) – продвинутый уровень формирования компетенции – студент демонстрирует знания всех разделов изучаемой дисциплины: содержание базовых понятий и фундаментальных проблем; приобрел необходимые умения и навыки, освоил вопросы практического применения полученных знаний, не допустил фактических ошибок при ответе, достаточно последовательно и логично излагает теоретический материал, допуская лишь незначительные нарушения последовательности изложения и некоторые неточности. Таким образом данная оценка выставляется за правильный, но недостаточно полный ответ.

«**Удовлетворительно**» (3 балла) – базовый уровень формирования компетенции – студент демонстрирует знание основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. Однако знание основных проблем курса не подкрепляются конкретными практическими примерами, не полностью раскрыта сущность вопросов, ответ недостаточно логичен и не всегда последователен, допущены ошибки и неточности.

«**Неудовлетворительно**» (0 баллов) - компетенция не сформирована – выставляется в том случае, когда студент демонстрирует фрагментарные знания основных разделов программы изучаемого курса: его базовых понятий и фундаментальных проблем. У экзаменуемого слабо выражена способность к самостоятельному аналитическому мышлению, имеются затруднения в изложении материала, отсутствуют необходимые умения и навыки, допущены грубые ошибки и незнание терминологии, отказ отвечать на дополнительные вопросы, знание которых необходимо для получения положительной оценки.

### 5.3 Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### Перечень вопросов к зачету (7 семестр)

1. Понятие о моделях и моделировании. Цели научных и инженерных исследований, место моделирования в них. Понятия оригинала и модели.
2. Процесс моделирования и необходимая последовательность этапов этого процесса. Понятие адекватности модели. Вычислительный эксперимент. Понятие о планировании вычислительного эксперимента.
3. Достоверность результата. Понятие об адекватности математической модели, точность и непротиворечивость. Статистическая основа проверки адекватности. Необходимые данные для проверки адекватности. Точность и погрешность. Причины возникновения погрешности при математическом моделировании. Оценка погрешности.
4. Понятие о математических методах оптимизации. Общая формулировка задач оптимизации. Уравнения связей, фазовые координаты, управления, критерий оптимальности (целевая функция). Типы задач оптимизации.
5. Математическое программирование, его разновидности. Постановка задачи линейного программирования и исследование ее структуры.
6. Решение задач линейного программирования графическим методом.
7. Алгоритм симплексного метода. Симплексные таблицы. Экономическая и геометрическая интерпретации элементов симплексной таблицы.
8. Алгоритм построения опорных планов. Алгоритм нахождения оптимального плана.
9. Двойственная задача линейного программирования.

10. Основные теоремы двойственности. Геометрическая интерпретация двойственной задачи.
11. Экономическая и математическая формулировка транспортной задачи.
12. Нахождение исходного опорного плана транспортной задачи.
13. Метод потенциалов определения оптимального опорного плана.
14. Постановка задачи динамического программирования.
15. Оптимальная стратегия замены оборудования.
16. Оптимальное распределение ресурсов.
17. Понятие о задачах нелинейного и целочисленного программирования.
18. Основные понятия теории графов. Оптимизационные задачи на графах.
19. Основные понятия о графах. Определение кратчайших расстояний на графе. Графы с пропускной способностью дуг. Орграфы; задача о максимальном потоке.
20. Транспортная задача на сети. Сетевое планирование.
21. Алгоритм Форда. Потоки с наименьшей стоимостью и ограничением пропускной способности дуг. Метод ветвей и границ, задача о коммивояжере; формирование задачи очередности обслуживания грузовых фронтов локомотивом.
22. Теория массового обслуживания. Виды систем массового обслуживания (СМО). Эффективность СМО. Марковские цепи состояний с дискретным временем. Переходные вероятности. Вероятности состояний дискретной цепи. Марковские цепи состояний с непрерывным временем.
23. Плотность вероятности перехода. Вероятности состояний непрерывной цепи.
24. Потоки событий. Простейший пуассоновский поток событий. Пуассоновское распределение событий. Показательное распределение интервалов времени между событиями. Сложные потоки событий
25. Применение марковских цепей в СМО. Классификация СМО. Схема размножения и гибели. Формулы Литтла. СМО с отказами (системы с потерями). СМО с ожиданием в ограниченной очереди.
26. Моделирование случайных величин методом Монте-Карло. Оценка погрешности метода Монте-Карло. Единичный жребий и формы его организации.
27. Определение характеристик стационарного случайного процесса по одной реализации. Необходимое число реализаций. Применение метода Монте-Карло для обоснования решений.
28. Имитационное моделирование. Сущность и значение статистического имитационного моделирования.
29. Этапы статистического имитационного моделирования.
30. Понятие об аппроксимации и сглаживании экспериментальных данных.

#### Перечень вопросов к экзамену (8 семестр)

1. Общие принципы построения математических моделей систем и процессов.
2. Классификация математических моделей, иерархия моделей.
3. Детерминистические и вероятностные модели роста биологической популяции.
4. Классификация моделей взаимодействия биологических популяций.
5. Модель конкуренции и модель нейтрализма. Анализ устойчивости стационарных решений.
6. Модель «хищник-жертва» Лотки-Вольтерра и ее модификации. Анализ устойчивости стационарных решений.
7. Модель гонки вооружений между двумя странами, анализ решения.
8. Классическая модель Ланчестера боевых действий и ее модификации, анализ решения.
9. Классическая модель движения идеальной жидкой среды
10. Модель малых колебаний идеального газа (вывод уравнений акустики).
11. Вариационная модель задачи о брахистохроне.
12. Вариационная модель задачи Чаплыгина.
13. Модель Лагранжа в классической механике и вне.
14. Основные типы вариационных моделей и алгоритмы их решения.
15. Уравнение Эйлера-Лагранжа, уравнение Эйлера-Остроградского.
16. Детерминистическая гамильтонова модель. Уравнения Гамильтона. Скобки Пуассона. Интегралы движения.
17. Гамильтонова модель движения системы  $N$  попарно-взаимодействующих частиц.
18. Бесконечномерные гамильтоновы модели: НШ, КдФ.
19. Уравнение Лиувилля для плотности вероятности в фазовом пространстве. Цепочка уравнений БГКИ для плотностей вероятности в  $s$ -частичных фазовых пространствах.
20. Модель идеальной жидкости, модель Навье-Стокса.
21. Статистическая модель описания динамики системы большого числа попарно- взаимодействующих частиц.
22. Модель Власова, модель Больцмана.
23. Вывод на основе модели Больцмана математической модели вязкой жидкой среды.
24. Статистическая модель квантовых измерений.
25. Статическая и динамическая многоотраслевые модели Леонтьева.
26. Линейные динамические модели установления равновесного ВВП: модель Кейнса, модель Самуэльсона-Хикса.
27. Нелинейная динамическая модель Солоу экономического роста.
28. Паутинообразная модель установления равновесной цены.
29. Неоклассическая модель макроэкономического равновесия.

#### 5.4 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

**Описание процедуры оценивания «Тестирование».** Тестирование по дисциплине проводится с использованием ресурсов электронной образовательной среды «Moodle» (режим доступа: <http://do.samgups.ru/moodle/>). Количество тестовых заданий и время задается системой. Во время проведения тестирования обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, справочной литературой, калькулятором. Результат каждого обучающегося оценивается в соответствии с универсальной шкалой, приведенной в пункте 5.2.

**Порядок процедуры «Защита отчета по лабораторным и практическим работам, РГР».**

Оценивание итогов лабораторной/практической работы, выполнения РГР проводится преподавателем, осуществляющим проведение соответствующих видов занятий.

По результатам проверки отчета по выполненной работе обучающийся допускается к его защите при условии соблюдения перечисленных условий:

- выполнены все задания;
- отсутствуют ошибки;
- оформление отчёта соответствует требованиям.

В том случае, если содержание отчета не отвечает предъявляемым требованиям, он возвращается автору на доработку с указанием даты вынесения замечаний на титульном листе. Обучающийся должен переделать отчет с учетом замечаний. Если сомнения вызывают отдельные аспекты отчета, допускается рассмотрение и доработка отчета во время устной защиты.

Защита отчета по лабораторной работе, контрольной работе и РГР представляет собой устный публичный отчет обучающегося о результатах выполнения, ответы на вопросы преподавателя.

Ответ обучающегося оценивается преподавателем в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2. Результаты защиты в виде отметки «зачтено» или «не зачтено» фиксируются на титульном листе отчёта с указанием даты защиты и подписью преподавателя.

Защита расчетно-графических работ. Защита расчетно-графических работ проходит в виде компьютерного или устного тестирований. Для проведения компьютерного тестирования на кафедре имеется компьютерный класс и большое количество тестов по проверке знаний студентов. Тест по каждой расчетно-графической работе содержит пять вопросов. Для успешной защиты работы студент должен правильно ответить на три вопроса.

**Описание процедуры оценивания «Зачет».** Зачет может проводиться как в форме устного или письменного ответа на вопросы билета. Форма определяется преподавателем. Исходя из выбранной формы, описывается методика процедуры оценивания.

При проведении зачета в форме устного ответа на вопросы билета обучающемуся предоставляется 20 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету не должен превышать 0,25 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

**Описание процедуры оценивания «Экзамен».** Экзамен принимается ведущим преподавателем по данной учебной дисциплине. Экзамен может проводиться как в форме ответа на вопросы билета, так и в форме тестирования. Форма определяется преподавателем.

При проведении устного экзамена предоставляется время на подготовку. В течении 30 минут обучающийся готовится к ответу на поставленные вопросы в билете. Опрос по билету на устном экзамене не должен превышать 0,35 часа. Ответ обучающегося оценивается в соответствии с критериями, описанными в пункте 5.2.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л1.1	Голубева Н.И.	Математическое моделирование систем и процессов. Учебное пособие	Спб.:Лань,2016.-192 с.	ЭБС «Лань»
Л1.2	Балалаев А.Н.	Математические модели объектов и процессов: конспект лекций.	СамГУПС,2016.-56 с.	Эл. ресурс
Л1.3	Черезов Г. А., Волик В. Г.	Математическое моделирование систем и процессов : практикум.	СамГУПС,2016.-92 с	Эл. ресурс

#### 6.1.2 Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
Л2.1	Абрамов А.А.	Математическое моделирование транспортных процессов : Учебное пособие	М.: РГОТУПС, 2002. - 128 с.	144
Л2.2	А. И. Барботько, А. О. Гладышкин. -	<b>Барботько А.И.</b> Основы теории математического моделирования : Учебное пособие	Старый Оскол: ТНТ, 2013. -212 с.	5

#### 6.2 Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Кол-во
M1	С.Ю. Иванчин В.И. Александров. –	Математические модели в расчетах по совершенствованию эксплуатационной работы : методические указания и задания к выполнению контрольной работы для студентов специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог» очной и заочной форм обучения № 3620	Самара : СамГУПС, 2015. – 30 с.	в локальной сети вуза
M2	О. Е. Лаврусь, Л. В. Кайдалова. –	Математическое моделирование систем и процессов : практикум для обучающихся по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог, специализация № 1 «Магистральный транспорт» очной формы обучения / Часть 1 Задачи линейного программирования. Задачи теории игр. № 4403 Э	Самара : СамГУПС, 2017, 64 с	Эл. ресурс
M3	О. Е. Лаврусь, Л. В. Кайдалова. –	Математическое моделирование систем и процессов : практикум для обучающихся по специальности 23.05.04 Эксплуатация железных дорог, специализация № 1 «Магистральный транспорт» очной формы обучения / Часть 2. Задачи теории игр. № 4410	Самара : СамГУПС, 2017, 30 с	Эл. ресурс

### 6.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

	Наименование ресурса	Эл.адрес
Э1	Электронная информационно-образовательная среда СамГУПС	<a href="http://do.samgups.ru/moodle">http://do.samgups.ru/moodle</a>
Э2	Math.ru	<a href="http://www.math.ru/">http://www.math.ru/</a>
Э3	Мир математических уравнений.	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm">http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics.htm</a>
Э4	MathTest.ru	<a href="http://www.mathtest.ru">http://www.mathtest.ru</a>
Э5	Exponenta.ru	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>
Э6	Nashol.com	<a href="http://nashol.com/2012041064425/visshaya-matematika-100-ekzamenacionnih-otvetov-1-kurs-picmennii-d-t-1999.html">http://nashol.com/2012041064425/visshaya-matematika-100-ekzamenacionnih-otvetov-1-kurs-picmennii-d-t-1999.html</a>

## 7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для освоения дисциплины обучающемуся необходимо: систематически посещать лекционные занятия; активно участвовать в обсуждении предложенных вопросов и выполнять практические задания; успешно пройти все формы текущего контроля; успешно пройти промежуточную аттестацию (вопросы прилагаются п.6.4).

Для подготовки к промежуточной аттестации по дисциплине необходимо использовать: материалы лекций, рекомендуемую основную и дополнительную литературу; ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"; методические материалы; информационно-образовательную среду университета.

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, которая может осуществляться как индивидуально, так и под руководством обучающего. Данная работа предполагает самостоятельное изучение обучающимся отдельных тем (см. п.4), дополнительную подготовку к каждому лекционному и практическому занятию.

Самостоятельная работа обучающихся является важной формой образовательного процесса. Она реализуется вне рамок расписания, а также в библиотеке, дома, при выполнении учебных задач.

Цель самостоятельной работы - научить обучающегося осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы повысить уровень освоения компетенций, а также привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

## 8. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Размещение учебных материалов в разделе «Математический анализ» системы обучения Moodle: <http://do.samgups.ru/moodle/>

### 8.1 Перечень программного обеспечения

8.1.1	АИС ДО MOODLE
8.1.2	Сайт СамГУПС ( <a href="http://www.samgups.ru">www.samgups.ru</a> )
8.1.3	«Лань» - электронная библиотечная система (ЭБС)

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Лекционная аудитория (50 и более посадочных мест) и аудитория для проведения практических занятий (25 и более посадочных мест) оборудованные учебной мебелью; неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам (через ресурсы библиотеки СамГУПС), к электронной информационно-образовательной среде moodle и к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» в рамках самостоятельной работы обучающегося.