

МПС РОССИИ
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

14/30/1

Одобрено кафедрой
«Вагоны и вагонное
хозяйство»

Утверждено
деканом факультета
«Транспортные средства»

САПР ВАГОНОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рабочая программа
и задание на контрольные работы № 1 и № 2
с методическими указаниями
для студентов V курса
специальности
150800 ВАГОНЫ (В)



Москва - 2003

Разработано в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки инженера по специальности 150800 ВАГОНЫ.

Составители — канд. техн. наук, доц. К.А. СЕРГЕЕВ,
преподаватель О.Ю. КРИВИЧ

Рецензент — д-р техн. наук, проф. А.И. БЫКОВ

Курс — V.

Всего часов — 120.

Лекционные занятия — 8 ч.

Лабораторные занятия — 8 ч.

Контрольные работы (количество) — 2.

Самостоятельная работа — 74 ч.

Экзамен — 1.

Зачет — 1.

1. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

1.1. Цели и задачи дисциплины

1.1.1. Цель преподавания дисциплины

Основной целью преподавания дисциплины является формирование у студентов единого представления об автоматизированном проектировании производственных процессов вагоноремонтных предприятий (вагонных депо или вагоноремонтных заводов) как специализированных промышленных предприятий в системе железнодорожного транспорта.

1.1.2. Задачи изучения дисциплины

Изучив дисциплину “САПР вагоноремонтного производства”, студент должен:

Знать научные основы автоматизированного проектирования производственных процессов машиностроительных и машиноремонтных предприятий, особенности проектирования вагонных депо и вагоноремонтных заводов (ВРЗ) железнодорожного транспорта.

Владеть методами разработки на ЭВМ технологических процессов ремонта и технического обслуживания вагонов и их узлов.

1.2. Содержание дисциплины

1.2.1. Введение в автоматизированное проектирование. [1]

1.2.1.1. Системный подход к проектированию

Понятие инженерного проектирования. Принципы системного подхода. Основные понятия системотехники. [1].

1.2.1.2 Структура процесса проектирования

Иерархическая структура проектных спецификаций и иерархические уровни проектирования. Стадии проектирования. Содержание технических заданий на проектирование. Классификация моделей и параметров, используемых при

автоматизированном проектировании. Типовые проектные процедуры. [1; 2].

1.2.1.3. Системы автоматизированного проектирования и их место среди других автоматизированных систем

Этапы жизненного цикла промышленных изделий. Структура САПР. Разновидности САПР. [1; 2].

1.2.1.4. Особенности проектирования автоматизированных систем

Этапы проектирования. Открытые системы.

1.2.2. Техническое обеспечение систем автоматизированного проектирования

1.2.2.1. Структура технического обеспечения

Требования, предъявляемые к техническому обеспечению. Типы сетей. Эталонная модель взаимосвязи открытых систем. [1; 2].

1.2.2.2. Аппаратура рабочих мест в автоматизированных системах

Вычислительные системы в САПР. Периферийные устройства. Особенности технических средств в АСУТП. [1; 2].

1.2.3. Математическое обеспечение анализа проектных решений

Математический аппарат в моделях разных иерархических уровней. Требования к математическим моделям и численным методам в САПР. Место формирования процедур формирования моделей в маршрутах проектирования. Математические модели в процедурах анализа на макроуровне. Математические модели в процедурах анализа на микроуровне. Математические модели в процедурах анализа на функционально-логическом уровне. Математические модели в процедурах анализа на системном уровне. [1].

1.2.4. Математическое обеспечение синтеза проектных решений

Постановка задач параметрического синтеза. Место процедур синтеза в проектировании. Критерии оптимальности. Задачи оптимизации с учетом допусков. Обзор методов оптимизации. Постановка задач структурного синтеза.

Процедуры синтеза проектных решений. Задача принятия решений. Методы структурного синтеза. [1].

1.2.5. Информационное обеспечение автоматизированных систем [1, 2]

1.2.6. Методическое и программное обеспечение автоматизированных систем [1; 2]

1.2.7. Общие вопросы создания и применения автоматизированных рабочих мест и экспертных систем

Автоматизированное рабочее место: термины, понятия, классификация. Автоматизированная экспертная система: термины, понятия, классификация. Технические и программные средства АРМ и экспертных систем. Эффективность применения АРМ. [1].

1.2.8. Теоретические основы принятия решений

Основные понятия о принятии решений: стратегии поиска и критерии принятия решений. Прогнозирование информации, необходимой для принятия решений. Общие понятия о моделировании процессов. Обобщенный алгоритм получения и выбора оптимальных однофакторных математических моделей машин и процессов вагоноремонтного производства. Основные виды математических моделей для обоснования решений в вагоноремонтном производстве. [1].

1.2.9. Теоретические основы экспертизы вагоноремонтного производства

Общие положения по экспертизе вагоноремонтного производства. Теоретические основы экспертизы технического уровня депо. Теоретические основы экспертизы технической возможности депо производить капитальный ремонт вагонов. Теоретические основы экспертизы уровня восстановления вагонов при деповском ремонте. Теоретические основы сопряженности пропускных способностей производственных участков депо. [2].

1.2.10. Современные программные комплексы «САПР-ТПП» и САПР ТП». [2]

«ТехноПро», «Т-Flex», «Спрут», «АРМ-технолог» и др.

1.3. Виды работ с распределением времени

Всего часов — 120.

Лекционные занятия — 8 ч.

Лабораторные занятия — 8 ч.

Контрольные работы (количество) — 2.

Самостоятельная работа — 74 ч.

Экзамен — 1.

Зачет — 1.

1.4. Темы лекционных занятий

1.4.1. Общая характеристика дисциплины. Термины и определения основных понятий. Рабочие формулы — 2 ч.

1.4.2. Основы автоматизированного проектирования. Структура процесса проектирования. Обеспечение автоматизированных систем — 4 ч.

1.4.3. Применение автоматизированных рабочих мест и экспертных систем. Современные программные комплексы «САПР-ТПП» и «САПР ТП» — 2 ч.

1.5. Примерный перечень лабораторных занятий

1.5.1. Освоение навыков работы с автоматизированной системой «АРМ-технолог» — 4 ч.

1.5.2. Автоматизированное проектирование на ЭВМ технологических процессов (операций) вагоноремонтного производства — 4 ч.

1.6. Контрольные работы

1.6.1. Тема контрольной работы № 1: «Теоретические основы САПР в вопросах и ответах». Контрольная работа состоит из ответов на вопросы и решения задачи.

1.6.2. Тема контрольной работы № 2: «Автоматизированное проектирование на ЭВМ технологических процессов вагоноремонтного производства и схем расстановки оборудования». Контрольная работа является продолжением лабораторных занятий по дисциплине «САПР вагоноремонт-

ного производства» и посвящена изучению элементов САПР ТП, на базе системы «АРМ-технолог».

1.7. Перечень литературы

Обязательная литература

1. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. 334 с.

2. Капустин Н.М., Дьяконова Н.П., Кузнецов П.М. Автоматизация машиностроения: Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2002. — 223 с.

Рекомендуемая литература

3. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов. Под общ. ред. С.Н. Корчака. — М.: УМК МПС России, 2000. — 350с.

4. Автоматизированные рабочие места и экспертные системы вагоноремонтного производства (в двух книгах): Учебное пособие для студентов спец. «Вагоны». — М.: МИИТ, 1996. — 109с.

5. Шестаков А.А., Голечков Ю.И. Математическое моделирование (в двух частях): Учеб. пособ. — М.: ВЗИИТ, 1993.

2. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1

Тема контрольной работы: «Теоретические основы САПР в вопросах и ответах».

Контрольная работа № 1 состоит из ответов на вопросы и решения задачи. Студент выбирает номер варианта своей работы в соответствии с последней цифрой учебного шифра по табл. 1.

Таблица 1

Последняя цифра шифра студента	Номера вопросов и задач к контрольной работе			
1	01	11	21	31
2	02	12	22	32
3	03	13	23	33
4	04	14	24	34
5	05	15	25	35
6	06	16	26	36
7	07	17	27	37
8	08	18	28	38
9	09	19	29	29
10	10	20	30	40

Вопрос № 1. Дать определение понятию «Инженерное проектирование». Изложить принципы системного подхода на примере проектирования технологического процесса.

Вопрос № 2. Дать определения основным понятиям системотехники. Проиллюстрировать их на примере.

Вопрос № 3. Описать иерархические уровни проектирования. Изобразить их схематически. Проиллюстрировать на примере.

Вопрос № 4. Описать стадии проектирования. Проиллюстрировать на примере. Показать основное содержание технических заданий на проектирование.

Вопрос № 5. Дать определение понятиям «Модель» и «Математическая модель». Привести классификацию математических моделей.

Вопрос № 6. Дать описание типовых проектных процедур. Привести примеры и схемы.

Вопрос № 7. Дать описание этапов жизненного цикла промышленных изделий. Привести схему.

Вопрос № 8. Дать описание структуры САПР. Привести структурную схему САПР.

Вопрос № 9. Дать классификацию САПР. Какие системы имеются для проектирования технологических процессов. Их особенности.

Вопрос № 10. Описать этапы проектирования автоматизированных систем. Что такое «Открытые системы»?

Вопрос № 11. Описать техническое обеспечение САПР. Показать структуру технического обеспечения, а также требования, предъявляемые к нему.

Вопрос № 12. Проанализировать аппаратуру рабочих мест в автоматизированных системах проектирования и управления. Привести схемы АРМов.

Вопрос № 13. Компоненты математического обеспечения САПР. Требования к математическим моделям и численным методам в САПР. Формирование моделей в маршрутах проектирования — дать схему.

Вопрос № 14. Математические модели на макроуровне. Исходные уравнения моделей. Привести примеры компонентных и топологических уравнений.

Вопрос № 15. Математические модели на микроуровне. Методы анализа на микроуровне.

Вопрос № 16. Математические модели на функционально-логическом уровне. Моделирование и анализ аналоговых устройств. Математические модели дискретных устройств.

Вопрос № 17. Математическое обеспечение анализа на системном уровне. Основные сведения из теории массового обслуживания. Аналитические модели СМО. Имитационные модели СМО. Событийный метод моделирования. Сети Петри.

Вопрос № 18. Постановка задач параметрического синтеза. Место процедур синтеза в проектировании. Критерии оптимальности. Задачи оптимизации с учетом допусков.

Вопрос № 19. Обзор методов оптимизации. Приведите классификацию методов математического программирования. Методы одномерной оптимизации. Методы безусловной оптимизации. Методы поиска условных экстремумов.

Вопрос № 20. Постановка задач структурного синтеза. Процедуры синтеза проектных решений. Задача принятия решений. Представление множества альтернатив. Морфологические таблицы. Альтернативные графы. Планирование процессов и распределение ресурсов.

Вопрос № 21. Структура САПР. Комплекс средств автоматизации проектирования. Техническое обеспечение. Математическое обеспечение. Программное обеспечение.

Вопрос № 22. Структура САПР. Информационное обеспечение. Лингвистическое обеспечение. Методическое обеспечение. Организационное обеспечение. Подсистемы САПР.

Вопрос № 23. Принципы построения банков данных. Схема взаимосвязи СУБД с прикладными программами. Реляционный подход. Иерархический и сетевой подходы.

Вопрос № 24. Организация информационного фонда. Состав информационного фонда САПР. Способы ведения информационного фонда САПР.

Вопрос № 25. Методы получения математических моделей технических систем. Элементы теории графов. Метод получения топологических уравнений. Обобщенный метод получения математических моделей систем.

Вопрос № 26. Математические модели технических объектов при моделировании на метауровне. Моделирование систем массового обслуживания.

Вопрос № 27. Функциональная модель системы автоматизированного проектирования технологических процессов — привести схему. Формы представления технологической документации.

Вопрос № 28. Иерархия элементов технологических процессов. Модели данных технологических процессов. Системный анализ действий проектирования технологических процессов.

Вопрос № 29. Системологические модели технологических процессов. Моделирование машиностроительных и машиноремонтных производств. Описание сложной системы.

Вопрос № 30. Процессы в производственной системе. Ресурсы производственной системы. События в модели производственной системы. Пример производственной системы.

Вопросы № 31–40:

Задача

Используя данные таблицы 2, каждый для своего варианта (таблица 1), построить математическую модель (корреляционное уравнение) зависимости себестоимости ремонта вагонов от производительности труда и уровня механизации производства. Вычислить коэффициент множественной корреляции и проверить гипотезу о линейной зависимости между исследуемыми технико-экономическими показателями ТЭП.

Таблица 2

№ вопроса	ТЭП	Размерность	Дело														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
31	Птр	ваг/чел.	345	340	346	348	347	350	339	338	342	336	345	340	341	338	337
	Ср	руб/ваг.	194	190	191	196	198	193	200	204	196	208	204	199	189	208	201
	Ум	%	63	60	61	62	60	64	66	67	62	64	55	66	62	64	61
32	Птр	ваг/чел.	301	300	304	309	298	296	301	320	318	330	321	318	317	304	315
	Ср	руб/ваг.	170	169	168	170	166	164	170	177	175	185	176	175	174	168	174
	Ум	%	50	51	52	53	50	49	50	60	58	64	56	54	53	52	55
33	Птр	ваг/чел.	250	253	256	245	246	250	255	260	264	241	238	250	254	246	248
	Ср	руб/ваг.	200	201	203	201	202	200	198	190	187	204	206	200	203	201	202
	Ум	%	55	56	57	52	53	55	56	60	64	47	47	55	56	48	49

Продолжение табл. 2

34	Пгр	ваг/чел.	350	345	330	340	342	351	354	347	350	352	353	247	348	354	356
	Ср	руб/ваг.	185	190	200	195	191	182	180	188	185	181	180	188	189	183	182
	Ум	%	64	60	54	56	58	66	67	61	64	66	67	61	62	65	67
35	Пгр	ваг/чел.	340	330	320	325	334	338	331	330	342	341	339	345	348	338	343
	Ср	руб/ваг.	170	165	175	174	170	168	164	165	158	159	161	156	154	162	157
	Ум	%	64	56	55	58	57	62	57	56	66	65	64	68	69	56	67
36	Пгр	ваг/чел.	450	454	449	453	451	448	447	451	450	457	458	444	449	450	451
	Ср	руб/ваг.	110	108	115	109	109	116	120	108	HO	106	104	118	115	110	109
	Ум	%	70	74	69	73	72	67	66	71	71	76	78	63	68	71	72
37	Пгр	ваг/чел.	510	515	506	503	502	507	508	501	500	507	509	501	495	499	503
	Ср	руб/ваг.	98	96	101	105	106	98	97	103	106	99	97	100	110	108	105
	Ум	%	70	75	76	73	31	76	77	70	69	76	78	70	65	68	72

Окончание табл. 2

38	Птр	ваг/чел.	301	302	306	300	301	304	303	301	307	302	303	301	300	301	306
	Ср	руб/ваг.	141	140	138	142	140	139	140	141	135	140	140	140	143	141	134
	Ум	%	62	63	66	60	61	64	63	61	67	62	63 ^Г	61	60	61	65
39	Птр	ваг/чел.	490	492	495	497	491	490	493	494	491	492	496	494	491	490	493
	Ср	руб/ваг.	123	120	115	НО	120	123	121	120	121	121	115	120	121	122	121
	Ум	%	65	67	70	72	66	65	68	69	66	67	72	69	66	65	68
40	Птр	ваг/чел.	501	502	504	500	507	506	504	501	503	506	505	503	506	501	503
	Ср	руб/ваг.	95	94	93	96	91	92	93	95	94	92	92	94	92	95	93
	Ум	%	71	72	74	70	76	75	73	70	72	75	74	72	75	71	72

3. ЗАДАНИЕ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 2

Тема контрольной работы: «Автоматизированное проектирование на ЭВМ технологических процессов вагоноремонтного производства и схем расстановки оборудования».

Контрольная работа № 2 является продолжением лабораторных занятий по дисциплине «САПР вагоноремонтного производства» и посвящена изучению элементов САПР ТП на базе системы «АРМ-технолог».

Цель контрольной работы — оформить на бумаге формата А4 комплект технологических документов на ремонт сборочной единицы или детали вагона, разработанный на лабораторных занятиях с помощью системы «АРМ-технолог». Наименование технологического процесса студент выбирает в соответствии с последней цифрой учебного шифра по табл. 3.

Контрольная работа должна содержать:

- Введение.
- Описание и принципиальную схему технического обеспечения системы «АРМ-технолог».
- Описание программного обеспечения системы «АРМ-технолог».
- Описание информационного обеспечения системы «АРМ-технолог».

Таблица 3

Последняя цифра шифра	Наименование технологического процесса
1	Входной контроль колесных пар
2	Магнитопорошковый контроль шейки и предподступичной части оси
3	Полное освидетельствование колесной пары
4	Демонтаж букс колесных пар РУ1-950
5	Ультразвуковой контроль оси колесной пары
6	Ремонт поглощающего аппарата
7	Ремонт корпуса автосцепки сваркой
8	Механическая обработка корпуса автосцепки
9	Ремонт тормозного оборудования на вагоне
10	Выходной контроль тормозного оборудования на вагоне

- Перечень работ, выполняемых технологом в ручном, автоматизированном и автоматическом режимах
- Обоснование преимуществ АРМа по сравнению с ручным проектированием технологических процессов.
- Бланки-шаблоны технологических документов: «ТЛ», «ВТД», «ТИ», «МК», «МК/ОК», «КЭ», «МК/КТПД», полученные с помощью АРМа (бланки помещаются в приложение к ТИ и в дальнейшем используются, как образцы для написания технологических процессов по другим дисциплинам и для дипломного проекта).
- Комплект технологических документов на технологический процесс, выполненный по своему варианту.
- Перечень и схему расстановки оборудования на производственном участке (помещаются в «ТИ»).

Методические указания к выполнению контрольных работ № 1 и № 2

3.1. Термины и определения

Алгоритм — точное предписание последовательности действий, необходимых для получения искомого результата.

Атрибут — абстракция одной характеристики, которой обладают все абстрагированные объекты.

Виртуальное бюро — организационно-техническая структура, способная обеспечить совместную работу бригады специалистов, разделенных в пространстве и времени, чье объединение носит временный характер.

Входная переменная — переменная, характеризующая связь системы с окружающей средой и выражающая воздействие среды на систему.

Выходная переменная — переменная, характеризующая связь системы с окружающей средой и выражающая воздействие системы на среду.

Гиперграф — объект, имеющий множество вершин и множество ребер; основное отличие гиперграфа от графа состоит в том, что число вершин, инцидентных ребру, не ограничено двумя.

Действие — целенаправленный процесс, с которым связано два события — его начало и конец.

Деталь — изделие, изготовленное из одного по марке и наименованию материала без применения сборочных операций.

Маршрут обработки — совокупность операций, необходимых для изготовления (ремонта) изделия и выполняемых непосредственно друг за другом в технологической последовательности.

Множество — объединение в единое целое определенных элементов; задается либо перечислением этих элементов, либо указанием их характеристического свойства.

Модель — система, создаваемая для изучения другой системы.

Модель математическая — система математических объектов (чисел, переменных, матриц, множеств и т. п.) и отношений между ними, отражающая некоторые свойства объекта.

Объект — абстракция множества предметов реального мира (экземпляров), имеющих одни и те же свойства и правила поведения.

Операция — законченная часть технологического процесса, выполняемая на одном рабочем месте.

Параметр — свойство объекта, входящее в параметрическое множество, на котором наблюдаются изменения отдельных основных переменных. Обычно в моделях систем в качестве параметров рассматриваются величины, не изменяющиеся в процессе исследования (анализа) системы.

Переменная — образ свойства, определяемый конкретной процедурой назначения.

Переход — законченная часть технологической операции, выполняемая одними и теми же средствами технологического оснащения при постоянных технологических режимах и установке.

Система — совокупность взаимосвязанных элементов, выделенная из окружающей среды и обладающая связями с

ней, имеющая наименование, общесистемные характеристики и целевое назначение.

Системология — наука о системах, изучающая отношения, связывающие элементы в систему и свойства таких отношений, существенные как для всех систем, так и для их отдельных классов.

Структура — отображение совокупности элементов системы и их связей; понятие структуры отличается от понятия самой системы также тем, что при описании структуры принимают во внимание лишь типы элементов и связей без конкретизации значений их параметров.

Элемент — такая часть системы, представление о которой не целесообразно подвергать дальнейшему членению при проектировании.

3.2. Методические указания к вопросам работы № 1

- Вопрос №1 — См. Норенков (стр. 12-14).
- Вопрос №2 — См. Норенков (стр. 15-17).
- Вопрос №3 — См. Норенков (стр. 17-19) и №1.
- Вопрос №4 — См. Норенков (стр. 19-20).
- Вопрос №5 — См. Норенков (стр. 20-22) и №1.
- Вопрос №6 — См. Норенков (стр. 22-24) и №1.
- Вопрос №7 — См. Норенков (стр. 25-27).
- Вопрос №8 — См. Норенков (стр. 27-28).
- Вопрос №9 — См. Норенков (стр. 28-31).
- Вопрос №10 — См. Норенков (стр. 31-36).
- Вопрос №11 — См. Норенков (стр. 37-42).
- Вопрос №12 — См. Норенков (стр. 43-47) и Болотин стр. 7-13).
- Вопрос №13 — См. Норенков (стр. 85-88) и №4.
- Вопрос №14 — См. Норенков (стр. 88-100) и №4 стр.66-89).
- Вопрос №15 — См. Норенков (стр. 114-118) и №4.
- Вопрос №16 — См. Норенков (стр. 118-125) и №4.
- Вопрос №17 — См. Норенков (стр. 125-144) и №4.
- Вопрос №18 — См. Норенков (стр. 153-157) и №5.
- Вопрос №19 — См. Норенков (стр. 157-171) и №5.
- Вопрос №20 — См. Норенков (стр. 171-178) и №5.

- Вопрос №21 — См. Норенков №1 (стр. 85-86).
Вопрос №22 — См. Норенков №1 (стр. 86-89, 95-104).
Вопрос №23 — См. Норенков №2 (стр. 52-80).
Вопрос №24 — См. Норенков №2 (стр. 81-84).
Вопрос №25 — См. Норенков №4 (стр. 109-120).
Вопрос №26 — См. Норенков №4 (стр. 145-157).
Вопрос №27 — См. Евгеньев (стр. 205-208).
Вопрос №28 — См. Евгеньев (стр. 208-216).
Вопрос №29 — См. Евгеньев (стр. 239-241).
Вопрос №30 — См. Евгеньев (стр. 241-250).

3.3. Методические указания к решению задачи работы №1

В работе необходимо построить математическую модель взаимозависимости основных технико-экономических показателей вагонного депо, используя метод регрессионно-корреляционного анализа.

Основными технико-экономическими показателями деятельности вагонного депо являются:

- производительность труда ($P_{тр}$);
- себестоимость ремонта одного вагона (C_p);
- уровень механизации производства (U_m).

Данные показатели являются случайными величинами и связаны между собой стохастической (вероятностной) связью, которая проявляется в том, что одна из случайных величин реагирует на изменение другой изменениями своего закона распределения. Наиболее простым и имеющим важное практическое значение видом стохастической связи является корреляционная связь. Понятие корреляционной связи является более узким, чем понятие стохастической связи, так как математическое ожидание является лишь одним из параметров распределения и не определяет закона распределения в целом.

Стохастическая связь между двумя случайными величинами обычно появляется тогда, когда имеются общие случайные факторы, влияющие как на одну, так и на другую величину, наряду с другими, неодинаковыми для обеих величин случайными факторами.

Если имеются две статистически случайные величины x , y и если различным значениям x соответствуют определенные средние y , то связь между y и x называют корреляционной, вязью y с x .

При изучении корреляционных связей возникает три основных вопроса: наличие связи, форма связи и сила связи. Для получения ответа на эти вопросы необходимо сначала вычислить коэффициент корреляции.

Корреляционные связи могут существовать не только между двумя, но и между несколькими признаками, как в данной задаче: $\Pi_{\text{тр}}$, C_p , Y_m . Исследование статистических связей между многими величинами составляет предмет теории множественной корреляции. Предположим, что в нашей задаче имеется случай линейной корреляционной связи между тремя основными технико-экономическими показателями вагонного депо.

Предполагая наличие линейной зависимости между данными показателями, определим уравнение связи. Для упрощения расчетов и наглядности метода обозначим Y_m , $\Pi_{\text{тр}}$, C_p соответственно через x , y , z . Уравнение связи между этими показателями будет иметь вид:

$$Z_{xy} = A + Bx + Cy, \quad (1)$$

где A , B и C — постоянные коэффициенты, которые вычисляются с помощью коэффициентов корреляции между x и z (r_{xz}), x и y (r_{xy}), y и z (r_{yz}), а также средних квадратических отклонений y_x , y_y и y_z .

Коэффициенты A , B и C определяются по формулам:

$$A = z - B\bar{x} - C\bar{y}; \quad (2)$$

$$B = \frac{\sigma_z(r_{xz} - r_{yz}r_{xy})}{\sigma_x(1 - r_{xy}^2)}; \quad (3)$$

$$C = \frac{\sigma_z(r_{yz} - r_{xz}r_{xy})}{\sigma_y(1 - r_{xy}^2)} \quad (4)$$

Среднее квадратическое отклонение в статистике служит показателем размера вариации признака и определяется по формуле:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}, \quad (5)$$

где x_i — единичный член исследуемой выборки;
 n — количество вагонных депо, включенных в выборку.

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}}; \quad (6)$$

$$\sigma_z = \sqrt{\frac{\sum (z_i - \bar{z})^2}{n}}. \quad (7)$$

Коэффициенты корреляции вычисляются по формулам:

$$r_{xy} = \frac{\sum (x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (y - \bar{y})^2}}; \quad (8)$$

$$r_{xz} = \frac{\sum (x - \bar{x})(z - \bar{z})}{\sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 \sum (z - \bar{z})^2}}; \quad (9)$$

$$r_{yz} = \frac{\sum (y - \bar{y})(z - \bar{z})}{\sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \sum (z - \bar{z})^2}}. \quad (10)$$

Подставив значения коэффициентов корреляции в уравнения (3) и (4), а затем полученные результаты — в уравнение (2), найдем коэффициенты уравнения (1), которое является математической моделью взаимозависимости основных ТЭП депо.

Для проверки гипотезы о линейности корреляционной связи используют коэффициент множественной корреляции:

$$R_{xyz} = \sqrt{\frac{r_{xz}^2 + r_{yz}^2 - 2r_{xy}r_{xz}r_{yz}}{1 - r_{xy}^2}}. \quad (11)$$

Если коэффициент множественной корреляции равен 0, то x не имеет линейной связи с y и z . Если коэффициент множественной корреляции равен 1, то между x , y и z существует только линейная связь.

Последовательность решения задачи:

1. Определить средние значения x , y и z ;
2. Определить σ_x , σ_y и σ_z ;
3. Определить r_{xz} , r_{xy} , r_{yz} ;
4. Вычислить коэффициенты A , B и C ;
5. Построить уравнение связи;
6. Определить коэффициент множественной корреляции;
7. Дать заключение.

3.4. Методические указания к работе № 2

Работа № 2 выполняется студентом с использованием материала, изученного на лабораторных занятиях. При написании контрольной, пользуясь методическими указаниями к лабораторным работам, необходимо выполнить следующее:

- Описать техническое обеспечение системы «АРМ-технолог» и нарисовать ее принципиальную схему;
- Описать программное обеспечение системы «АРМ-технолог»;
- Описать информационное обеспечение системы «АРМ-технолог»;
- Дать перечень работ, выполняемых технологом в ручном, автоматизированном и автоматическом режимах;
- Обосновать преимущества АРМа по сравнению с ручным проектированием технологических процессов;
- Распечатать бланки-шаблоны технологических документов: «ТЛ», «ВТД», «ТИ», «МК», «МК/ОК», «КЭ», «МК/КТПД»,

полученные с помощью АРМа (бланки помещаются в приложение к ТИ и в дальнейшем используются как образцы для написания технологических процессов по другим дисциплинам и для дипломного проекта);

➤ Составить перечень и схему расстановки оборудования на производственном участке;

➤ Разработать и распечатать комплект технологических документов на технологический процесс выполненный по своему варианту (см. табл. 3).

САПР ВАГОРЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Рабочая программа
и задание на контрольные работы

Редактор *И.А. Четверикова*
Компьютерная верстка *Н.Ф. Цыганова*

Тип. зак. 834,	Изд. зак. 74	Тираж 700 экз.
Подписано в печать 03.07.03	Гарнитура Times	Офсет
Усл. печ. л. 1,5	Допечатка тиража	Формат 60×90 _{1/16}

Издательский центр РГОТУПСа,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПСа,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2