

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.02
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Расчетные методы моделирования объектов технологического оборудования
(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность

направленность (профиль)
Системы управления производственной, промышленной и экологической безопасностью

Форма обучения: очная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	1	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции		
Лабораторные		
Практические	32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация		
Контактная работа	32	32
Самостоятельная работа	76	76
Контроль	36	36
Итого	144	144

Рабочую программу составил(и):
Доцент Института инженерной и экологической безопасности, к.т.н., Рашоян И.И.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2022 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании Института инженерной и экологической безопасности

(протокол заседания № 2 от «09» сентября 2019 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель – формирование у студентов знаний и умений в области теории и практики расчетных методов математического моделирования применительно к объектам технологического оборудования.

Задачи:

1. Выработать навыки у студентов самостоятельно формулировать задачи расчета и оптимизации объектов технологического оборудования;
2. Научить применять численные методы для решения поставленных задач повышения надежности и устойчивости объектов технологического оборудования, поддержания их функционального назначения.
3. Познакомить студентов с принципами построения численных моделей, создания системы балансовых уравнений и уравнений процессов, с основами численного решения системы уравнений;
4. Научить анализировать существующие элементы технологического оборудования, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения;
5. Дать информацию о различных методах и средствах математического моделирования
6. Научить анализировать результаты моделирования, производить поиск оптимизационного решения с помощью изученных методов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Информационные технологии в сфере безопасности», «Организация проектной работы в системе техносферной безопасности 1».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 2,3,4», «Государственная итоговая аттестация».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
способность к реализации новых методов повышения надежности и устойчивости технических объектов, поддержания их функционального назначения (ПК-7)	-	Знать: – теорию и алгоритмы решения задач оптимизации для математических моделей технологических процессов и технических объектов
		Уметь: – применять численные методы для решения поставленных задач повышения надежности и устойчивости объектов технологического оборудования, поддержания их функционального назначения
		Владеть:

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> – новыми методами повышения надежности и устойчивости технических объектов, поддержания их функционального назначения с использованием принципов математического моделирования
<p>способность к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах (ПК-17)</p>	-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы оптимизации элементов технических систем и объектов; – оптимальную стратегию замены оборудования <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать существующие элементы технологического оборудования, разрабатывать и внедрять необходимые изменения в их структуре с позиций повышения эффективности и энергосбережения <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками самостоятельно формулировать задачи расчета и оптимизации объектов технологического оборудования
<p>способность проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов (ПК-20)</p>	-	<p>Знать</p> <ul style="list-style-type: none"> – различные методы и средства математического моделирования в технике <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – использовать методы моделирования для оптимизации параметров объектов технологического оборудования <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – принципами построения математических моделей объектов технологического оборудования

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
МОДУЛЬ 1	Ср	1. Основы математического моделирования	1	4	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 1, не вошедшего в курс лекций	1	15	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
МОДУЛЬ 2	Ср	2. Модели линейного программирования в технических системах	1	4	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
	Пр	Практическое занятие 1 «Графический метод решения задач по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий»	1	4	-	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие 2 «Графический метод решения задачи по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий с применением Excel»	1	2	-	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие 3 «Симплекс-метод решения задачи по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий»	1	4	-	-	Отчет по практическому занятию

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Практическое занятие 4 «Симплекс-метод решения задачи по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий в Excel»	1	4	-	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие 5 «Графический метод решения задачи по выбору оптимального состава технологической смеси»	1	4	-	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие №6 «Симплекс-метод решения задачи по выбору оптимального состава технологической смеси в Excel»	1	4	-	-	Отчет по практическому занятию
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 2, не вошедшего в курс лекций	1	15	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
МОДУЛЬ 3	Ср	3. Модели динамического программирования в технических системах	1	4	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим
	Пр	Практическое занятие №7 «Оптимизация элементов технологических процессов методами динамического программирования»	1	4	-	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие №8 «Оптимальная стратегия замены оборудования»	1	4	-	-	Отчет по практическому занятию

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 3, не вошедшего в курс лекций	1	15	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
МОДУЛЬ 4	Ср	4. Теория расписаний	1	4	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
	Пр	Практическое занятие №9 «Составление расписаний при краткосрочном планировании работы гибких производственных систем (ГПС)»	1	2	-	-	Отчет по практическому занятию
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 4, не вошедшего в курс лекций	1	15	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
		Контроль	1	36	-	-	Экзамен База тестовых заданий. Вопросы к экзамену
Итого:				144	-		

5. Образовательные технологии

Технология	Формы обучения	Методы обучения
Технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения	Лекция. Практическое занятие. Самостоятельная работа. Индивидуальное домашнее задание.	Наглядные, словесные, практические.
Технология модульного обучения – организация учебного процесса для полного овладения содержанием образовательных программ на основе независимых учебных модулей с учетом индивидуальных интересов и возможностей субъектов образовательного процесса.	Лекция-консультация. Семинар с использованием метода анализа конкретных ситуаций.	Решение ситуационных задач. Презентационный метод. Самостоятельная работа. Консультация. Индивидуальная работа.
Информационные технологии – специальные способы, программные и технические средства (кино, аудио – и видеосредства, компьютеры) для работы с информацией	Лекция-пресс-конференция. Визуальная лекция.	Презентационный метод.
Формы и методы обучения		
Дистанционное обучение	Сетевая технология – изучение курса (учебной дисциплины) посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет. CD-технология – изучение курса (учебной дисциплины), представленного студенту в виде автономной электронной обучающей системы и электронной версии учебно-методических материалов на CD-диске.	

6. Методические указания по освоению дисциплины

Модуль 1. Основы математического моделирования

Цель – формирование у студентов знаний и умений в области теории математического моделирования

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление о порядке и методах моделирования объектов технологического оборудования.

знать теоретические основы математического моделирования

уметь применять знания при решении технических задач

владеть: навыками выбора методов моделирования при решении технических задач

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю и итоговое тестирование.

Модуль 2. Модели линейного программирования в технических системах

Цель – формирование у студентов знаний и умений в области теории и практики применения методов линейного программирования в технических системах.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление о порядке и методах применения линейного программирования при моделировании объектов технологического оборудования.

знать теорию линейного программирования.

уметь применять знания при решении технических задач.

владеть: методами решения задач линейного программирования.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал;
- выполнить практические задания №1-6;
- оформить отчет по практическим заданиям
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю и итоговое тестирование.

Модуль 3. Модели динамического программирования в технических системах

Цель – формирование у студентов знаний и умений в области теории и практики применения методов динамического программирования в технических системах.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление о порядке и методах применения динамического программирования при моделировании объектов технологического оборудования.

знать теорию динамического программирования.

уметь применять знания при решении технических задач.

владеть: методами решения задач динамического программирования

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал;
- выполнить практические задания №7-8;
- оформить отчет по практическим заданиям.
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю и итоговое тестирование.

Модуль 4. Теория расписаний

Цель – формирование у студентов знаний и умений в области теории и практики применения методов теории расписаний в технических системах.

Изучив данный модуль, студент должен:

иметь представление о порядке и методах применения теории расписаний при моделировании объектов технологического оборудования.

знать основы теории расписаний.

уметь применять знания при решении технических задач.

владеть: методами решения задач теории расписаний.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал;
- выполнить практическое задание №9;
- оформить отчет по практическому заданию.
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю и итоговое тестирование.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код и наименование контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	способность к реализации новых методов повышения надежности и устойчивости технических объектов, поддержания их функционального назначения (ПК-7)	Протоколы выполнения практических заданий № 1 -6
		Вопросы к экзамену №№ 1-28,35-39, 47-55
		1. Основы математического моделирования. Тестовые задания №№ 23,24,37,38,43,44,59, 77,83,85,94-97,103- 2. Модели линейного программирования в технических системах. Тестовые задания №№ 11-15,
1	способность к рациональному решению вопросов безопасного размещения и применения технических средств в регионах (ПК-17)	Протокол выполнения практического занятия №9 Составление расписаний при краткосрочном планировании работы гибких производственных систем (ГПС)
		Вопросы к экзамену №№56-60
		1. Основы математического моделирования Тестовые задания №№ 7,10,12,19,84 4. Теория расписаний. Тестовые задания №№ 1-17, 21-
1	способность проводить экспертизу безопасности экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий и территориально-производственных комплексов (ПК-20)	Протоколы выполнения практических заданий № 7-8
		В
		1. Основы математического моделирования Тестовые задания №№ 144- 177, 186-191 3. Модели динамического программирования в технических системах. Тестовые задания №№

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Практическое занятие № 1 «Графический метод решения задач по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий»

Типовые примеры заданий

Процесс изготовления изделий двух видов состоит в последовательной обработке каждого из них в трех цехах, где – a_{ij} – время обработки каждого изделия вида j в цехе i , час/сут; $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2$;

b_i – время работы цеха i , час/сут;

c_j – прибыль от реализации одного изделия вида j , руб.;

x_j – количество изделий вида j , шт.

Составить план суточного выпуска изделий так, чтобы прибыль от их производства была максимальной.

Варианты исходных данных

№ вар.	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}	a_{31}	a_{32}	b_1	b_2	b_3	c_1	c_2
1	0,1	1,0	0,6	0,1	0,5	0,4	12	10	21	65	80
2	0,2	0,9	0,5	0,6	0,6	0,5	13	11	20	70	85
3	0,3	0,8	0,7	0,2	0,7	0,6	14	12	19	75	90
4	0,4	0,7	0,4	0,7	0,8	0,7	15	13	18	80	95
5	0,5	0,6	0,8	0,3	0,9	0,8	16	14	17	85	100
6	0,6	0,5	0,3	0,8	1,0	0,9	17	15	16	90	75
7	0,7	0,4	0,9	0,4	0,1	1,0	18	16	15	60	70
8	0,8	0,3	0,2	0,9	0,2	0,3	19	17	14	55	65
9	0,9	0,2	1,0	0,5	0,3	0,2	20	18	13	50	60
10	1,0	0,1	0,1	1,0	0,4	0,1	21	19	12	45	55
11	0,1	0,2	0,8	0,4	0,3	1,0	12	10	21	65	80
12	0,2	0,3	0,7	0,8	0,8	0,1	13	11	20	70	85
13	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,2	14	12	19	75	90
14	0,4	0,5	0,5	0,9	0,9	0,3	15	13	18	80	95
15	0,5	0,6	0,4	0,2	0,5	0,4	16	14	17	85	100
16	0,6	0,7	0,3	1,0	1,0	0,3	17	15	16	90	75
17	0,7	0,8	0,2	0,1	0,4	0,8	18	16	15	60	70

№ вар.	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}	a_{31}	a_{32}	b_1	b_2	b_3	c_1	c_2
18	0,8	0,9	0,1	0,8	0,8	0,4	19	17	14	55	65
19	0,9	1,0	0,2	0,7	0,3	0,9	20	18	13	50	60
20	1,0	0,1	0,3	0,6	0,9	0,5	21	19	12	45	55
21	0,2	0,4	0,5	0,2	1,0	0,8	22	18	15	80	90
22	0,3	0,5	0,4	1,0	0,4	0,4	23	16	16	85	95
23	0,4	0,6	0,3	0,1	0,8	0,9	24	17	15	90	100
24	0,5	0,7	0,2	0,8	0,3	0,5	25	18	14	60	75
25	0,6	0,8	0,1	0,7	0,9	0,8	26	20	14	80	60
26	0,7	0,9	0,2	0,6	1,0	0,4	27	21	19	70	85
27	0,8	1,0	0,3	0,2	0,4	0,9	28	22	16	55	65
28	0,9	0,1	0,5	1,0	0,8	0,5	29	15	13	45	60
29	1,0	0,4	0,4	0,1	0,3	0,8	30	17	15	50	70
30	0,2	0,5	0,3	0,8	0,9	0,4	31	22	20	70	85
31	0,3	0,6	0,2	0,7	1,0	0,9	32	25	21	85	100
32	0,4	0,7	0,1	0,6	0,4	0,5	33	26	22	60	75
33	0,5	0,8	0,2	0,2	0,8	0,8	34	27	23	55	65
34	0,6	0,9	0,3	1,0	0,3	0,4	35	28	24	60	70
35	0,7	1,0	0,5	0,1	0,9	0,9	36	29	25	80	90
36	0,8	0,1	0,4	0,8	1,0	0,5	37	30	24	85	95
37	0,9	0,4	0,3	0,7	0,4	0,8	38	29	21	55	70
38	1,0	0,5	0,2	0,6	0,8	0,4	39	31	22	75	95
39	0,1	0,6	0,1	0,7	0,2	0,3	40	27	20	90	100
40	0,2	0,4	0,5	0,2	1,0	0,8	41	33	27	65	85
41	0,3	0,7	0,2	1,0	0,9	0,5	42	30	26	70	90
42	0,4	0,8	0,3	0,1	1,0	0,8	43	35	30	55	60
43	0,5	0,9	0,5	0,8	0,4	0,4	44	36	31	50	65
44	0,6	1,0	0,4	0,7	0,8	0,3	45	33	26	80	100
45	0,7	0,1	0,3	0,6	0,2	0,8	46	38	35	85	95

№ вар.	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}	a_{31}	a_{32}	b_1	b_2	b_3	c_1	c_2
46	0,8	0,4	0,2	0,7	1,0	0,5	47	39	36	75	85
47	0,9	0,5	0,1	0,2	0,9	0,8	48	40	37	65	80
48	1,0	0,6	0,5	1,0	1,0	0,4	49	41	38	55	75
49	0,1	0,4	0,2	0,1	0,4	0,3	50	42	39	90	100
50	0,2	0,7	0,3	0,8	0,8	0,9	17	15	13	70	80

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Классификация размерных величин (параметров) модели
2.	Общая методика получения критериальных уравнений
3.	Порядок проведения вычислительного эксперимента
4.	Системный подход к моделированию

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику применения графического метода решения задач линейного программирования для выбора оптимального плана суточного выпуска изделий.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить методику и пример по графическому методу решения задач линейного программирования
2. Выбрать вариант исходных данных для задачи поиска оптимального выпуска изделий.
3. Решить поставленную задачу в соответствии с методикой.
4. Составить отчет по практическому занятию.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): определение количества деталей двух видов, которые необходимо изготовить с помощью последовательной обработки каждой из них в трех цехах при достижении максимальной прибыли, на основе разработанных параметров моделирования:

- ограничений на суточное время работы в цехах;
- целевой функции;
- построенных графиков функций ограничений и целевой функции.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.2. Практическое занятие №2 «Графический метод решения задачи по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий с применением Excel»

Типовые примеры заданий

Процесс изготовления изделий двух видов состоит в последовательной обработке каждого из них в трех цехах, где – $a_{i,j}$ – время обработки каждого изделия вида j в цехе i , час/сут; $i = 1, 2, 3; j = 1, 2$;

b_i – время работы цеха i , час/сут;

c_j – прибыль от реализации одного изделия вида j , руб.;

x_j – количество изделий вида j , шт.

Составить план суточного выпуска изделий с применением Excel так, чтобы прибыль от их производства была максимальной.

Использовать варианты исходных данных из задания 1.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Имитационное моделирование
2.	Вероятностные модели
3.	Методы статистического моделирования
4.	Алгоритм построения моделей

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику применения графического метода решения задач линейного программирования для выбора оптимального плана суточного выпуска изделий с применением Excel.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить методику и пример по графическому методу решения задач линейного программирования в Excel.
2. Для варианта исходных данных из практического задания № 1 решить поставленную задачу в соответствии с методикой.
3. Сравнить полученные результаты из практических заданий 1 и 2.
4. Составить отчет по практическому занятию.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): определение количества деталей двух видов, которые необходимо изготовить с помощью последовательной обработки каждой из них в трех цехах при достижении максимальной прибыли, на основе разработанных параметров моделирования:

- ограничений на суточное время работы в цехах;
- целевой функции;
- введенных формул ограничений и целевой функции в таблицу Excel;
- построенных графиков функций ограничений и целевой функции в таблице Excel.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.3. Практическое занятие №3 «Симплекс-метод решения задачи по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий»

Типовые примеры заданий

Процесс изготовления изделий двух видов состоит в последовательной обработке каждого из них в трех цехах, где $a_{i,j}$ – время обработки каждого изделия вида j в цехе i , час/сут; $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2$;

b_i – время работы цеха i , час/сут;

c_j – прибыль от реализации одного изделия вида j , руб.;

x_j – количество изделий вида j , шт.

Составить план суточного выпуска изделий с применением симплекс-метода так, чтобы прибыль от их производства была максимальной.

Использовать варианты исходных данных из задания 1.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Алгоритм математического подобного моделирования
2.	Методы проведения эксперимента
3.	Планирование эксперимента

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику применения симплекс-метода решения задач линейного программирования для выбора оптимального плана суточного выпуска изделий.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить методику и пример симплекс-метода решения задач линейного программирования.
2. Для варианта исходных данных из практического задания 1 решить поставленную задачу в соответствии с методикой.
3. Сравнить полученные результаты из практических заданий 1, 2 и 3
4. Составить отчет по практическому занятию.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): определение количества деталей двух видов, которые необходимо изготовить с помощью последовательной обработки каждой из них в трех цехах при достижении максимальной прибыли, на основе разработанных параметров моделирования:

- ограничений на суточное время работы в цехах;
- целевой функции;
- построенных симплекс-таблиц в Excel.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.4. Практическое занятие №4 «Симплекс-метод решения задачи по выбору оптимального плана суточного выпуска изделий в Excel»

Типовые примеры заданий

Процесс изготовления изделий двух видов состоит в последовательной обработке каждого из них в трех цехах, где – a_{ij} – время обработки каждого изделия вида j в цехе i , час/сут; $i = 1, 2, 3$; $j = 1, 2$;

b_i – время работы цеха i , час/сут;

c_j – прибыль от реализации одного изделия вида j , руб.;

x_j – количество изделий вида j , шт.

Составить с помощью встроенных функций Excel такой план суточного выпуска изделий, чтобы прибыль от их производства была максимальной

Использовать варианты исходных данных из задания 1.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Характеристики методов оптимизационных исследований математических моделей технических объектов и систем
2.	Методы математического программирования
3.	Теоретические положения оптимизационного моделирования
4.	Примеры реализации метода решения систем линейных алгебраических уравнений для объектов технического оборудования

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику применения симплекс-метода решения задач линейного программирования для выбора оптимального плана суточного выпуска изделий с помощью встроенных функций Excel.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить методику и пример симплекс-метода решения задач линейного программирования с помощью встроенных функций Excel.
2. Для варианта исходных данных из практического задания 1 решить поставленную задачу в соответствии с методикой.
3. Сравнить полученные результаты из практических заданий №1–4
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): определение количества деталей двух видов, которые необходимо изготовить с помощью последовательной обработки каждой из них в трех цехах при достижении максимальной прибыли, на основе разработанных параметров моделирования:

- ограничений на суточное время работы в цехах;
- целевой функции;
- построенной таблицы исходных данных в Excel;
- использования функции «Поиск решения» (Solver) в табличном процессоре Excel.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.5. Практическое занятие №5 «Графический метод решения задачи по выбору оптимального состава технологической смеси»

Типовые примеры заданий

Для приготовления b_0 кг бетонной смеси (таблица 5.1) с заданными свойствами используются два вещества A_j ($j = 1, 2$). В x_j кг каждого вещества A_j содержится $a_{ij}x_j$ кг химического элемента B_i ($i = 1, 2, 3$). Содержание элемента B_i в смеси должно находиться в пределах от b_{i1} до b_{i2} кг. Стоимость 1 кг каждого вещества A_j составляет c_j руб. Требуется определить графическим методом такой состав для приготовления бетонной смеси, при котором общая стоимость израсходованных веществ была бы минимальной.

Варианты исходных данных

№ вар.	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}	a_{31}	a_{32}	b_1^1	b_1^2	b_2^1	b_2^2	b_3^1	b_3^2	b_0	c_1	c_2
1	0,1	0,5	0,6	0,1	0,3	0,4	3,2	5,0	4,0	5,2	6,4	8,6	15	5	14
2	0,2	0,1	0,2	0,6	0,6	0,3	3,4	4,8	6,8	5,4	5,2	9,4	16	6	13
3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	3,6	7,6	6,6	9,6	5,4	8,2	17	7	12
4	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,8	3,8	9,4	6,4	7,8	3,2	9,8	18	8	11
5	0,5	0,6	0,4	0,3	0,1	0,1	4,0	4,5	6,2	6,6	4,5	9,6	19	9	10
6	0,1	0,5	0,5	0,2	0,4	0,3	4,2	6,0	6,0	9,2	5,8	7,2	20	10	9
7	0,2	0,4	0,1	0,4	0,7	0,2	4,4	7,8	5,8	6,4	3,6	8,4	21	11	8
8	0,3	0,3	0,2	0,6	0,5	0,1	4,6	8,6	5,6	6,6	5,2	8,8	22	12	7
9	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	4,8	7,4	5,4	6,8	6,4	9,2	23	13	6
10	0,5	0,1	0,4	0,7	0,1	0,2	5,0	9,2	5,2	7,0	3,8	9,0	24	14	5
11	0,1	0,8	0,5	0,1	0,4	0,1	3,2	7,8	6,6	8,8	4,0	9,8	25	10	8
12	0,2	0,7	0,1	0,2	0,7	0,1	3,4	9,6	6,4	7,1	4,2	9,7	26	11	7
13	0,3	0,5	0,2	0,1	0,5	0,4	3,6	9,4	6,2	9,2	6,6	8,6	27	12	6
14	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	0,2	3,8	9,5	6,0	9,4	6,8	9,9	28	13	5
15	0,5	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	4,0	9,6	5,8	9,7	7,0	10,6	29	14	8
16	0,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,1	4,2	10,8	5,6	9,8	3,5	10,4	30	10	7
17	0,2	0,3	0,1	0,2	0,7	0,5	3,2	5,0	4,0	5,2	6,4	8,6	15	11	6
18	0,3	0,2	0,2	0,5	0,5	0,3	3,4	4,8	6,8	5,4	5,2	9,4	16	12	5
19	0,4	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6	3,6	7,6	6,6	9,6	5,4	8,2	17	13	8
20	0,5	0,1	0,4	0,8	0,1	0,1	3,8	9,4	6,4	7,8	3,2	9,8	18	14	7
21	0,1	0,5	0,6	0,1	0,3	0,4	4,0	4,5	6,2	6,6	4,5	9,6	19	10	6
22	0,2	0,1	0,2	0,6	0,6	0,3	4,2	6,0	6,0	9,2	5,8	7,2	20	11	5
23	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	4,4	7,8	5,8	6,4	3,6	8,4	21	12	8
24	0,4	0,1	0,3	0,1	0,3	0,8	4,6	8,6	5,6	6,6	5,2	8,8	22	13	7
25	0,5	0,6	0,4	0,3	0,1	0,1	4,8	7,4	5,4	6,8	6,4	9,2	23	14	6
26	0,1	0,5	0,5	0,2	0,4	0,3	5,0	9,2	5,2	7,0	3,8	9,0	24	10	5
27	0,2	0,4	0,1	0,4	0,7	0,2	3,2	7,8	6,6	8,8	4,0	9,8	25	11	8
28	0,3	0,3	0,2	0,6	0,5	0,1	3,4	9,6	6,4	7,1	4,2	9,7	26	12	7
29	0,4	0,2	0,3	0,5	0,3	0,3	3,6	9,4	6,2	9,2	6,6	8,6	27	13	6
30	0,5	0,1	0,4	0,7	0,1	0,2	3,8	9,5	6,0	9,4	6,8	9,9	28	14	5
31	0,1	0,8	0,5	0,1	0,4	0,1	4,0	9,6	5,8	9,7	7,0	10,6	29	10	8
32	0,2	0,7	0,1	0,2	0,7	0,1	4,2	10,8	5,6	9,8	3,5	10,4	30	11	7
33	0,3	0,5	0,2	0,1	0,5	0,4	3,2	5,0	4,0	5,2	6,4	8,6	15	12	6
34	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	0,2	3,4	4,8	6,8	5,4	5,2	9,4	16	13	5
35	0,5	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	3,6	7,6	6,6	9,6	5,4	8,2	17	14	8

№ вар.	a_{11}	a_{12}	a_{21}	a_{22}	a_{31}	a_{32}	b_1^1	b_1^2	b_2^1	b_2^2	b_3^1	b_3^2	b_0	c_1	c_2
36	0,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,1	3,8	9,4	6,4	7,8	3,2	9,8	18	10	7
37	0,2	0,3	0,1	0,2	0,7	0,5	4,0	4,5	6,2	6,6	4,5	9,6	19	11	6
38	0,3	0,2	0,2	0,5	0,5	0,3	4,2	6,0	6,0	9,2	5,8	7,2	20	12	5
39	0,4	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6	4,4	7,8	5,8	6,4	3,6	8,4	21	13	8
40	0,5	0,1	0,4	0,8	0,1	0,1	4,6	8,6	5,6	6,6	5,2	8,8	22	14	7
41	0,1	0,8	0,5	0,1	0,4	0,1	4,8	7,4	5,4	6,8	6,4	9,2	23	10	6
42	0,2	0,7	0,1	0,2	0,7	0,1	5,0	9,2	5,2	7,0	3,8	9,0	24	11	5
43	0,3	0,5	0,2	0,1	0,5	0,4	3,2	7,8	6,6	8,8	4,0	9,8	25	12	8
44	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	0,2	3,4	9,6	6,4	7,1	4,2	9,7	26	13	7
45	0,5	0,5	0,4	0,4	0,1	0,1	3,6	9,4	6,2	9,2	6,6	8,6	27	14	6
46	0,1	0,4	0,5	0,5	0,4	0,1	3,8	9,5	6,0	9,4	6,8	9,9	28	10	5
47	0,2	0,3	0,1	0,2	0,7	0,5	4,0	9,6	5,8	9,7	7,0	10,6	29	11	8
48	0,3	0,2	0,2	0,5	0,5	0,3	4,2	10,8	5,6	9,8	3,5	10,4	30	12	7
49	0,4	0,1	0,3	0,3	0,3	0,6	3,2	5,0	4,0	5,2	6,4	8,6	14	13	6
50	0,5	0,1	0,4	0,8	0,1	0,1	3,4	4,8	3,8	5,4	5,2	9,4	13	14	5

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Адекватность регрессионных моделей
2.	Метод исключения переменных при выборе оптимальной модели
3.	Интерполяционный многочлен. Понятие и методы построения
4.	Аппроксимация опытных данных
5.	Интерпретация модели

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику применения графического метода решения задач линейного программирования для выбора оптимального состава технологической смеси.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить методику и пример по графическому методу решения задач линейного программирования.
2. Выбрать вариант исходных данных для задачи поиска оптимального состава технологической смеси.
3. Решить задачу в соответствии с изученной методикой
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): определение состава для приготовления бетонной смеси, при котором общая стоимость израсходованных веществ была бы минимальной, на основе разработанных параметров моделирования:

- ограничений на содержание элементов в смеси;
- целевой функции;
- построенных графиков функций ограничений и целевой функции.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.6. Практическое занятие №6 «Симплекс-метод решения задачи по выбору оптимального состава технологической смеси в Excel»

Типовые примеры заданий

Для приготовления b_0 кг бетонной смеси (таблица 5.1) с заданными свойствами используются два вещества A_j ($j = 1, 2$). В x_j кг каждого вещества A_j содержится $a_{ij}x_j$ кг химического элемента B_i ($i = 1, 2, 3$). Содержание элемента B_i в смеси должно находиться в пределах от b_{i1} до b_{i2} кг. Стоимость 1 кг каждого вещества A_j составляет c_j руб.

Требуется с помощью встроенных функций Excel определить такой состав для приготовления бетонной смеси, при котором общая стоимость израсходованных веществ была бы минимальной.

Использовать исходные данные из задания 5.

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Оптимизация математической модели
2.	Моделирование технических объектов и систем
3.	Теория линейного программирования. Методы решения задач

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику применения симплекс-метода решения задач линейного программирования для выбора оптимального состава технологической смеси с помощью встроенных функций Excel.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить методику и пример симплекс-метода решения задач линейного программирования с помощью встроенных функций Excel.
2. Для варианта исходных данных из практического задания 5 решить поставленную задачу в соответствии с методикой.
3. Сравнить полученные результаты из практических заданий №5-6
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): определение состава для приготовления бетонной смеси, при котором общая стоимость израсходованных веществ была бы минимальной, на основе разработанных параметров моделирования:

- ограничений на содержание элементов в смеси;
- целевой функции;
- построенной таблицы исходных данных в Excel;
- использования функции «Поиск решения» (Solver) в табличном процессоре Excel.

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

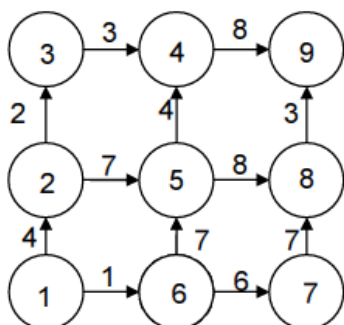
7.2.2. Практическое занятие №7 «Оптимизация элементов технологических процессов методами динамического программирования»

Типовые примеры заданий

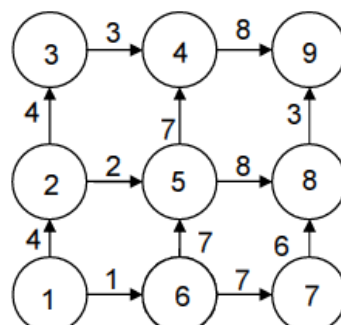
Задание 7.1 «О нахождении кратчайшего пути»

Задана цеховая транспортная сеть в виде графа (варианты заданий 7.1), численные значения на ребрах которого обозначают расстояния u_{ij} (м) между разными видами оборудования. Требуется найти кратчайший путь от первого оборудования (узел графа 1) до последнего (узел 9).

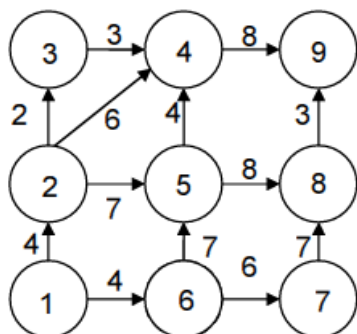
Варианты заданий 7.1



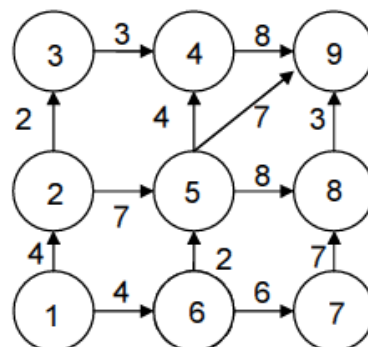
Варианты 1 – 10



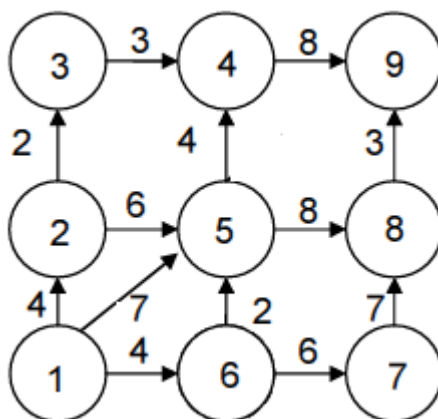
Варианты 11 – 20



Варианты 21–30



Варианты 31–40



Варианты 41–50

Задание 7.2 «О загрузке оборудования»

На станок для обработки в течение цикла V могут загружаться заготовки трех типов. Известна продолжительность v_i обработки заготовок i -го типа и их стоимость p_i ($i = 1, 2, 3$). Какими типами заготовок необходимо загрузить станок, чтобы суммарная стоимость обработанных деталей была максимальна?

Исходные данные для задания 7.2

Вариант	v_i	p_i , руб.	V , мин.
1	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	6
2	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 60$ $p_2 = 40$ $p_3 = 50$	7
3	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 50$ $p_2 = 40$ $p_3 = 20$	5
4	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 50$ $p_2 = 30$ $p_3 = 15$	6
5	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 60$ $p_2 = 40$ $p_3 = 30$	4
6	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 80$ $p_2 = 70$ $p_3 = 60$	3
7	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 95$ $p_2 = 85$ $p_3 = 75$	2
8	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 90$ $p_2 = 80$ $p_3 = 70$	1
9	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 65$ $p_2 = 55$ $p_3 = 45$	8
10	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 75$ $p_2 = 55$ $p_3 = 35$	9
11	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 80$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	10
12	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 90$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	7
13	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 85$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	8
14	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 65$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	6
15	$v_1 = 5$	$p_1 = 50$	5

Вариант	v_i	p_i , руб.	V , мин.
	$v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_2 = 20$ $p_3 = 15$	
16	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 60$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	7
17	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 70$ $p_2 = 25$ $p_3 = 40$	8
18	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 30$ $p_3 = 40$	6
19	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 45$	5
20	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 50$	4
21	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 55$	3
22	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 70$ $p_2 = 35$ $p_3 = 45$	4
23	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 25$ $p_3 = 50$	5
24	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 15$ $p_3 = 40$	6
25	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 75$ $p_2 = 20$ $p_3 = 30$	7
26	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 60$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	6
27	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 25$ $p_3 = 40$	7
28	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 30$ $p_3 = 40$	5
29	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 45$	6
30	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 50$	4
31	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 55$	3

Вариант	v_i	p_i , руб.	V , мин.
32	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 70$ $p_2 = 35$ $p_3 = 45$	2
33	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 70$ $p_2 = 25$ $p_3 = 50$	1
34	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 70$ $p_2 = 15$ $p_3 = 40$	8
35	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 75$ $p_2 = 20$ $p_3 = 30$	9
36	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 70$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	10
37	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 60$ $p_2 = 40$ $p_3 = 50$	7
38	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 50$ $p_2 = 40$ $p_3 = 20$	8
39	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 50$ $p_2 = 30$ $p_3 = 15$	6
40	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 60$ $p_2 = 40$ $p_3 = 30$	5
41	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 80$ $p_2 = 70$ $p_3 = 60$	7
42	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 95$ $p_2 = 85$ $p_3 = 75$	8
43	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 90$ $p_2 = 80$ $p_3 = 70$	6
44	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 65$ $p_2 = 55$ $p_3 = 45$	5
45	$v_1 = 4$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 75$ $p_2 = 55$ $p_3 = 35$	4
46	$v_1 = 2$ $v_2 = 3$ $v_3 = 1$	$p_1 = 80$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	3
47	$v_1 = 5$ $v_2 = 4$ $v_3 = 3$	$p_1 = 90$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	4
48	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$	$p_1 = 85$ $p_2 = 20$	5

Вариант	v_i	p_i , руб.	V , мин.
	$v_3 = 2$	$p_3 = 40$	
49	$v_1 = 3$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 65$ $p_2 = 20$ $p_3 = 40$	6
50	$v_1 = 4$ $v_2 = 1$ $v_3 = 2$	$p_1 = 50$ $p_2 = 20$ $p_3 = 15$	7

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Теория динамического программирования. Методы решения задач
2.	Оптимизация элементов технологических процессов методами динамического программирования
3.	История применения методов динамического программирования

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: решение прикладных задач оптимизации технологических процессов методом динамического программирования.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить теоретические сведения и примеры решения задач о нахождении кратчайшего пути и о загрузке оборудования.
2. Выбрать вариант исходных данных для решения задач о нахождении кратчайшего пути и о загрузке оборудования.
3. Решить поставленные задачи.
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы):

- расчет кратчайшего расстояния от первого оборудования в технологическом процессе до последнего
- расчет оптимального количества заготовок, которыми необходимо загрузить станок, чтобы суммарная стоимость обработанных деталей была максимальна

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.8. Практическое занятие №8 «Оптимальная стратегия замены оборудования»

Типовые примеры заданий

Определить оптимальные сроки замены оборудования в течение n лет, при которых прибыль от эксплуатации оборудования максимальна, если известны:

P – начальная стоимость оборудования;

$R(t)$ – стоимость производимой продукции на оборудовании возраста t лет;

$r(t)$ – ежегодные затраты на эксплуатацию оборудования возраста t лет;

$\varphi(t)$ – ликвидная стоимость оборудования возраста t лет.

Вариант 1

$P = 10$ тыс. руб., $n = 8$

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$R(t)$	25	24	24	23	23	23	22	22	21
$r(t)$	15	15	16	16	17	17	18	18	19

Вариант 2

$P = 40$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
$R(t)$	90	85	70	65	65	60
$r(t)$	30	40	45	50	55	60

Вариант 3

$P = 50$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
$R(t)$	90	85	70	65	60	55
$r(t)$	30	35	45	50	55	60

Вариант 4

$P = 20$ тыс. руб., $n = 6$

t	0	1	2	3	4	5	6
$R(t)$	35	30	30	25	23	20	20
$r(t)$	15	15	18	19	21	21	22

Вариант 5

$P = 20$ тыс. руб., $n = 7$

t	0	1	2	3	4	5	6	7
-----	---	---	---	---	---	---	---	---

R(t)	25	24	24	23	23	23	22	22
r(t)	15	15	15	16	16	17	17	18

Вариант 6

P = 45 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	80	70	65	65	60
r(t)	30	35	45	50	55	60

Вариант 7

P = 30 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	95	85	75	70	65	60
r(t)	35	40	45	50	55	60

Вариант 8

P = 45 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	95	80	75	65	65	60
r(t)	35	40	45	50	55	60

Вариант 9

P=40 тыс. руб., n=5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	95	80	80	65	60	55
r(t)	35	40	45	50	55	60

Вариант 10

P = 30 тыс. руб., n = 8

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8
R(t)	25	24	24	23	23	23	22	21	21
r(t)	15	15	16	16	17	17	18	18	19

Вариант 11

$P = 30$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	80	80	65	65	60
r(t)	35	40	40	50	50	60

Вариант 12

$P = 35$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	95	80	80	65	65	60
r(t)	30	40	45	50	55	60

Вариант 13

$P = 20$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	95	90	85	80	75	70
r(t)	20	30	40	50	60	70

Вариант 14

$P = 10$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	90	85	80	75	70
r(t)	25	30	40	50	60	65

Вариант 15

$P = 10$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	85	85	80	75	70
r(t)	25	35	40	45	60	70

Вариант 16

$P = 15$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	85	80	80	75	70
r(t)	25	35	45	50	60	70

Вариант 17

P = 20 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	85	80	75	75	70
r(t)	25	35	45	55	65	70

Вариант 18

P = 10 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	85	80	75	70	70
r(t)	25	35	40	55	65	70

Вариант 19

P = 15 тыс. руб., n = 6

t	0	1	2	3	4	5	6
R(t)	25	24	24	23	22	21	21
r(t)	15	15	16	16	17	17	18

Вариант 20

P = 25 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	75	70	65	60	55	50
r(t)	25	30	35	40	45	50

Вариант 21

P = 25 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	70	65	65	60	55	50
r(t)	20	30	35	40	45	50

Вариант 22

P = 25 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---

R(t)	70	65	65	60	55	50
r(t)	20	35	35	40	45	50

Вариант 23

P = 25 тыс. руб., n = 6

t	0	1	2	3	4	5	6
R(t)	75	70	70	60	55	50	45
r(t)	25	30	30	40	45	50	55

Вариант 24

P = 30 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	75	75	70	65	55	50
r(t)	25	30	30	45	45	50

Вариант 25

P = 25 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	75	70	70	65	50	50
r(t)	25	30	30	40	40	50

Вариант 26

P = 35 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	85	80	75	70	65	60
r(t)	35	40	45	50	55	60

Вариант 27

P = 35 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	90	80	75	70	65	60
r(t)	40	40	45	50	55	60

Вариант 28

$P = 35$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	85	85	75	70	65	60
r(t)	35	45	45	50	55	60

Вариант 29

$P = 35$ тыс. руб., $n = 6$

t	0	1	2	3	4	5	6
R(t)	85	80	80	70	65	60	55
r(t)	35	40	50	50	55	60	65

Вариант 30

$P = 35$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	85	80	75	75	65	60
r(t)	35	40	45	55	55	60

Вариант 31

$P = 35$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	85	80	75	75	70	60
r(t)	35	40	45	55	60	60

Вариант 32

$P = 15$ тыс. руб., $n = 7$

t	0	1	2	3	4	5	6	7
R(t)	25	24	24	23	23	22	21	21
r(t)	15	15	16	16	17	18	18	19

Вариант 33

$P = 15$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	70	60	55	50	45	40
r(t)	20	20	25	30	35	40

Вариант 34

P = 15 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	70	65	55	50	45	40
r(t)	20	25	25	30	35	40

Вариант 35

P = 15 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	70	60	50	50	45	40
r(t)	20	20	30	30	35	40

Вариант 36

P = 20 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	65	60	55	55	45	40
r(t)	15	20	25	35	35	40

Вариант 37

P = 15 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	65	60	55	50	50	45
r(t)	15	20	25	30	40	45

Вариант 38

P = 20 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	70	60	55	50	50	45
r(t)	20	20	25	30	40	45

Вариант 39

P = 15 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---

R(t)	65	65	55	50	50	45
r(t)	15	25	25	30	40	45

Вариант 40

P = 30 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	70	65	65	50	50	45
r(t)	20	25	30	30	40	45

Вариант 41

P = 15 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	80	65	65	55	50	45
r(t)	20	25	30	35	40	45

Вариант 42

P = 45 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	80	70	65	55	50	45
r(t)	25	25	30	35	40	45

Вариант 43

P = 50 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	100	95	90	85	80	75
r(t)	50	55	60	65	70	75

Вариант 44

P = 40 тыс. руб., n = 5

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	105	95	90	85	80	75
r(t)	55	55	60	65	70	75

Вариант 45

$P = 10$ тыс. руб., $n = 7$

t	0	1	2	3	4	5	6	7
R(t)	25	24	24	24	23	23	22	22
r(t)	14	15	16	16	17	17	18	18

Вариант 46

$P = 50$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	100	95	95	85	80	75
r(t)	50	55	65	65	70	75

Вариант 47

$P = 45$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	100	95	90	80	80	75
r(t)	50	55	60	70	70	75

Вариант 48

$P = 50$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	100	95	90	85	85	75
r(t)	50	55	60	65	65	75

Вариант 49

$P = 30$ тыс. руб., $n = 5$

t	0	1	2	3	4	5
R(t)	95	95	90	85	80	75
r(t)	45	55	60	65	70	75

Вариант 50

$P = 50$ тыс. руб., $n = 7$

t	0	1	2	3	4	5	6	7
R(t)	100	95	90	85	80	75	70	65
r(t)	45	50	55	60	65	70	75	80

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Применение динамического программирования в различных технических задачах
2.	Особенности составления уравнений динамического программирования
3.	Симплекс-метод. Особенности и область его применения

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: решение прикладных производственных задач по выбору оптимальной стратегии в замене старого оборудования.

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить теоретические сведения и пример решения задачи о стратегии замены оборудования.
2. Выбрать необходимые исходные данные.
3. Решить поставленную задачу
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): определение оптимального срока замены оборудования в течение n лет, при которых прибыль от эксплуатации оборудования максимальна, если известны начальная стоимость оборудования, стоимость производимой продукции на оборудовании возраста t лет, ежегодные затраты на эксплуатацию оборудования возраста t лет

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.9. Практическое занятие №9 «Составление расписаний при краткосрочном планировании работы гибких производственных систем (ГПС)»

Типовые примеры заданий

Пусть имеется группа из n различных деталей, заготовки которых последовательно обрабатывают на первом станке, а затем на втором станке. Трудоемкость обработки заготовки j -й составляет p_j , а на втором – q_j (предполагается, что объемы подготовительно-заключительных работ не зависят от последовательности обработки заготовок на каждом станке).

Требуется составить расписание обработки, минимизирующее общее время изготовления всей группы деталей.

Таблица 9.1

Варианты исходных данных

Номер варианта	Номера станков	Номер варианта	Номера станков	Номер варианта	Номера станков	Номер варианта	Номера станков
1	1,2	16	4,8	31	7,1	46	4,6
2	3,4	17	1,5	32	8,4	47	8,2

Номер варианта	Номера станков	Номер варианта	Номера станков	Номер варианта	Номера станков	Номер варианта	Номера станков
3	5,6	18	2,6	33	7,3	48	7,2
4	7,8	19	3,7	34	2,5	49	6,3
5	2,3	20	4,8	35	2,6	50	5,4
6	4,5	21	1,8	36	7,8		
7	6,7	22	2,7	37	2,3		
8	8,1	23	3,5	38	4,5		
9	1,3	24	4,6	39	6,7		
10	2,4	25	8,2	40	8,1		
11	5,7	26	7,2	41	1,2		
12	6,8	27	6,3	42	3,4		
13	1,4	28	5,4	43	5,6		
14	2,5	29	5,3	44	7,8		
15	3,6	30	6,2	45	2,3		

Таблица 9.2

Трудоемкость изготовления деталей

Номер станка	Номер детали							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Трудоемкость операции Т, мин.							
1.	7	3	4	8	7	2	3	9
2.	4	4	3	7	8	7	7	8
3.	5	2	6	5	5	6	5	7
4.	3	3	3	4	4	5	4	6
5.	6	8	5	6	3	4	6	5
6.	4	5	8	9	2	6	4	3
7.	2	3	5	3	4	5	9	6
8.	8	4	3	2	5	7	5	6

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
4.	История создания и развития теории расписаний
5.	Составление расписаний при краткосрочном планировании работы гибких производственных систем
6.	Сетевое планирование и теория массового обслуживания

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику применения теории расписаний на примере метода «ветвей и границ».

2. Алгоритм выполнения практического занятия

1. Изучить теоретические сведения и пример решения задачи составления оптимального расписания работы двух станков.
2. Выбрать номера станков согласно варианту.
3. Используя исходные данные, оформить трудоемкость изготовления восьми деталей на двух станках в виде таблицы.
4. Разбить комплект деталей на две группы: в первую группу включить детали с минимальным временем обработки на первом станке, во вторую – детали с максимальным временем обработки.
5. Включить в расписание работы первого станка заготовки деталей первой группы, предварительно упорядочив их по возрастанию времени обработки.
6. Включить в расписание работы первого станка заготовки деталей второй группы, предварительно упорядочив их по убыванию времени обработки.
7. При условии сохранения той же последовательности обработки на втором станке, что и на первом, составить расписание работы двух станков в виде последовательности чисел, первая цифра в которых – номер детали, а вторая – номер станка.
8. Оформить диаграмму Ганта.
9. Сделать выводы об оптимальности полученного расписания и его возможных альтернативных вариантах.
10. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): составленное расписание обработки, минимизирующее общее время изготовления всей группы деталей из таблицы 1, представленное в виде диаграммы Ганта

Таблица 9.3

Номер станка	Трудоемкость изготовления деталей							
	Номер детали							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Трудоемкость операции, мин.								
1								
2								

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 1

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Основные понятия теории моделирования
2.	Классификация методов моделирования
3.	Понятие модели

4.	Содержание этапов моделирования
5.	Признаки классификации моделей
6.	Подобие, как основное свойство модели и оригинала
7.	Геометрическое моделирование (подобие)
8.	Физическое подобие
9.	Масштабы динамического подобия
10.	Установление критериев подобия для физических систем, подверженных силовому воздействию
11.	Классификация размерных величин (параметров) модели
12.	Общая методика получения критериальных уравнений
13.	Порядок проведения вычислительного эксперимента
14.	Системный подход к моделированию
15.	Методы решения математических задач
16.	Имитационное моделирование
17.	Вероятностные модели
18.	Методы статистического моделирования
19.	Алгоритм построения моделей
20.	Принципы математического описания оригинала (системы, машины, процесса)
21.	Принципы математической аналогии
22.	Сравнение подобия и аналогии
23.	Выбор факторов модели
24.	Задачи математического описания — получения математических моделей технических систем
25.	Математические модели производственных систем
26.	Решение систем линейных уравнений
27.	Решение систем нелинейных уравнений
28.	Алгоритм математического подобного моделирования
29.	Методы проведения эксперимента
30.	Планирование эксперимента
31.	Выбор уровней факторов эксперимента
32.	Выбор уровней факторов
33.	Полный факторный эксперимент
34.	Дробный факторный эксперимент
35.	Методы оптимизационного исследования технических объектов и систем
36.	Характеристики методов оптимизационных исследований математических моделей технических объектов и систем
37.	Методы математического программирования
38.	Теоретические положения оптимизационного моделирования
39.	Примеры реализации метода решения систем линейных алгебраических уравнений для объектов технического оборудования
40.	Проведение эксперимента
41.	Дисперсия эксперимента
42.	Анализ результатов экспериментов
43.	Адекватность регрессионных моделей
44.	Метод исключения переменных при выборе оптимальной модели
45.	Интерполяционный многочлен. Понятие и методы построения
46.	Аппроксимация опытных данных
47.	Интерпретация модели

48.	Оптимизация математической модели
49.	Моделирование технических объектов и систем
50.	Теория линейного программирования. Методы решения задач
51.	Графический метод решения задач линейного программирования
52.	Графический метод решения задач линейного программирования с применением Excel
53.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования
54.	Симплекс-метод решения задач линейного программирования с помощью встроенных функций Excel
55.	Теория динамического программирования. Методы решения задач
56.	Оптимизация элементов технологических процессов методами динамического программирования
57.	Оптимальная стратегия замены оборудования
58.	Введение в теорию расписаний
59.	Составление расписаний при краткосрочном планировании работы гибких производственных систем
60.	Сетевое планирование и теория массового обслуживания

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
1	Экзамен (устно)	«отлично»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 80-100
		«хорошо»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 60-79
		«удовлетворительно»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 40-59
		«неудовлетворительно»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 0-39.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Горлач Б. А.	Математическое моделирование [Электронный ресурс] : построение моделей и численная реализация	учеб. пособие	2018	ЭБС Лань
2	Рыжиков Ю. И.	Численные методы теории очередей [Электронный ресурс]	учеб. пособие	2019	ЭБС Лань
3	Сдвижков О. А.	Практикум по методам оптимизации [Электронный ресурс]	учеб. пособие	2020	ЭБС «ZNANIUM.COM»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Голубева Н. В.	Математическое моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] :	учеб. пособие	2016	ЭБС "Лань"
2	Белов П. С.	Математическое моделирование технологических процессов [Электронный ресурс]	учеб. пособие (конспект лекций)	2016	ЭБС "IPRbooks"
3	Петров А. В.	Моделирование процессов и систем [Электронный ресурс]	учеб. пособие	2015	ЭБС "Лань"
4	Рашоян И. И.	Расчетные методы моделирования объектов технологического оборудования [Электронный ресурс]	учеб. пособие	2017	ЭБС "Лань" ЭБС "IPRbooks"

№ п/ п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
5	Б. А. Карташов [и др.]	Системы автоматического регулирования : практикум по мат. моделированию	учеб. пособие	2015	9

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
- Гарант [Электронный ресурс]: информационно-правовое обеспечение — Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/>
- Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://academygps.ru/1280/>
- Журнал «Безопасность жизнедеятельности» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.novtex.ru/bjd/>
- WebofScience [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа: scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа: elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа: link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа: sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа: cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON [Электронный ресурс]: электронная информация: архив научных журналов. – Москва: НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа: neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Windows (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно);
2	Office Standart	- Office Standart (Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно)
3.	Консультант+	- Консультант+ (Договор №1522 от 25.12.2015, срок действия - бессрочно)

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации УЛК -807	Экран телевизионный, ширмы, прожектор на штативе. стол преподавательский, стулья преподавательские., Транспарант-перетяжка, системный блок
2	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации УЛК-810	Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе. стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок
3	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет