

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Образовательно-научный институт промышленных технологий
машиностроения (ИПТМ)

(Полное и сокращенное название института, реализующего данное направление)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Манцеров С.А.

подпись

ФИО

«18» _____ июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.20 Производственная логистика

(наименование дисциплины)

для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 27.03.03 Системный анализ и управление

Направленность: Управление в организационно-технических системах

Форма обучения: очная

Год начала подготовки 2024

Выпускающая кафедра ТиПМ

Кафедра-разработчик ТиПМ

Объем дисциплины 108/3
 часов/з.е

Промежуточная аттестация зачет

Разработчик: Хазова Вер.И., к.т.н., доцент

НИЖНИЙ НОВГОРОД, 2024 год

Рабочая программа дисциплины: разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного приказом МИНОБР-НАУКИ РОССИИ от 7 августа 2020 года № 902, на основании учебного плана принятого УМС НГТУ протокол №15 от 14.05.2024.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Теоретическая и прикладная механика» протокол от 31 мая 2024 № 5.

Зав. кафедрой к.т.н, Хазова Вик.И. _____
(подпись)

Программа рекомендована к утверждению ученым советом института ИПТМ, протокол № 6 от 18 июня 2024.

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ _____ № 27.03.03-У-38
Начальник МО _____ Булгакова Н.Р.

Заведующая отделом комплектования НТБ _____ Кабанина Н.И.
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	4
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	8
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам	9
5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	11
5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	11
5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания	13
6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	16
7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ	18
9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	19
10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	20
11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	22

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины – формирование у обучающихся системы теоретических и практических знаний, позволяющих использовать современные модели функционирования производственных процессов и систем, а также повышать его эффективность.

Задачи освоения дисциплины:

- подготовка обучающихся к использованию полученных при изучении дисциплины «Производственная логистика» знаний, умений, навыков и компетенций для решения профессиональных задач;
- изучение на основании математических моделей функционирования реальных производственных процессов и систем, разработка предложений по повышении его эффективности;
- изучение влияния изменчивости на поведение реальных производственных процессов и систем, разработка предложений по его снижению;
- развитие способности к самостоятельному обучению через изучение и анализ специальной литературы, нормативной документации, интернет-ресурсов.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина «Производственная логистика» включена в перечень дисциплин вариативной части (формируемой участниками образовательных отношений), определяющей направленность ОП. Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Управление материально-техническими запасами», «Организация и планирование производства» в объеме программы бакалавриата. Предшествующим курсом, на котором непосредственно базируется дисциплина «Производственная логистика», является «Организация и планирование производства».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

Рабочая программа дисциплины «Производственная логистика» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся, по их личному заявлению

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Управление материально-техническими запасами» направлен на формирование элементов **профессиональных компетенций**:

ПК-3 «Способен анализировать деятельность предприятия и разрабатывать мероприятия по повышению ее эффективности»;

ПК-5 «Способен выполнять технические расчеты, графические и вычислительные работы для решения задач профессиональной деятельности»

в соответствии с ОП ВО по направлению подготовки (специальности) 27.03.03 Системный анализ и управление (см. табл.3.1).

Таблица 3.1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенции дисциплинами						
ПК-3	2	3	4	5	6	7	8
<i>Бережливое производство (Б1.В.ОД.1)</i>							
<i>Технология системного моделирования (Б1.В.ОД.9)</i>							
<i>Технология и организация производства продук-</i>							

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования компетенции дисциплинами						
	2	3	4	5	6	7	8
ПК-3							
ции и услуг (Б1.В.ОД.10)							
Диагностика технических систем (Б1.В.ОД.11)							
Организация и планирование производства (Б1.В.ОД.12)							
Управление материально-техническими запасами (Б1.В.ОД.13)							
Управление проектами (Б1.В.ОД.15)							
Операционная стратегия предприятия (Б1.В.ОД.19)							
Производственная логистика (Б1.В.ОД.20)							
Ознакомительная практика (Б2.У.1)							
Эксплуатационная практика (Б2.П.1)							
Эксплуатационная практика (Б2.П.2)							
Преддипломная практика (Б2.П.3)							
Подготовка и защита ВКР(Б3.Д.1)							
ПК-5							
Теоретическая механика (Б1.В.ОД.4)							
Техническая механика (Б1.В.ОД.5)							
Технологические процессы в машиностроении (Б1.В.ОД.6)							
Метрология, стандартизация и сертификация (Б1.В.ОД.7)							
Производственная логистика (Б1.В.ОД.20)							
Ознакомительная практика (Б2.У.1)							
Эксплуатационная практика (Б2.П.1)							
Эксплуатационная практика (Б2.П.2)							
Преддипломная практика (Б2.П.3)							
Подготовка и защита ВКР(Б3.Д.1)							

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 3.2.

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОП

Таблица 3.2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства			
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
ПК-3 Освоение дисциплины причастно к ТФ А/01.6 (ПС 40.084 «Специалист по организации сетей поставок машиностроительных организаций»), решает задачи: «Системно-аналитическое качественное исследование объектов техники, техно-логии и сложных систем на основе методов фундаментальных наук» и «Системное математическое моделирование и системная оптимизации технических объектов на базе разработанных и имеющихся средств исследования и проектирования, включая стандартные и специализированные пакеты прикладных программ»						
ПК-5 Освоение дисциплины причастно к ТФ А/02.6 (ПС 40.084 «Специалист по организации сетей поставок машиностроительных организаций»), решает задачи: «Системно-аналитическое качественное исследование объектов техники, техно-логии и сложных систем на основе методов фундаментальных наук» и «Системное математическое моделирование и системная оптимизации технических объектов на базе разработанных и имеющихся средств исследования и проектирования, включая стандартные и специализированные пакеты прикладных программ»						
ПК-3. Способен анализировать деятельность предприятия и разрабатывать мероприятия по повышению ее эффективности	ИПК-3.1 Анализирует деятельность предприятия ИПК-3.2 Разрабатывает мероприятия по повышению эффективности деятельности предприятия	Знать: – основные понятия в области операционного менеджмента (ИПК-3.1, 3.2); – законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях, особенности работы вытягивающих производственных систем, в том числе с учетом ограничений (ИПК-3.1, 3.2, ИПК-5.1,5.2); – влияние изменчивости и пакетирования на поведение производственного процесса (ИПК-3.1, 3.2); – способы снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов (ИПК-3.1, 3.2).	Уметь: – пользоваться математическим инструментарием, законами и закономерностями в поведении производственных линий для анализа реальных производственных процессов, выявлять возможности для их улучшения (ИПК-3.1, 3.2, ИПК-5.1, 5.2).	Владеть: – навыками выявления возможностей для улучшения производственных процессов и повышения их эффективности (ИПК-3.1, 3.2); – навыками выполнения необходимых технических расчетов, вычислительных и графических работ для обоснования мероприятий по повышению эффективности деятельности (ИПК-5.1, 5.2).	Задания к практическим работам по темам. Тестирование по материалу разделов.	Тестирование по материалу курса.
ПК-5. Способен выполнять технические расчеты, графические и вычислительные работы для решения задач профессиональной деятельности	ИПК-5.1 Выполняет технические расчеты для решения задач профессиональной деятельности ИПК-5.2 Выполняет графические и вычислительные работы для решения задач профессиональной деятельности				Задания к практическим работам по темам. Тестирование по материалу разделов.	Тестирование по материалу курса.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е./108 часов, распределение часов по видам работ семестрам представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		№ сем 8
Формат изучения дисциплины		
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108 ч.	108 ч.
1. Контактная работа:	44	44
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	40	40
занятия лекционного типа (Л)	20	20
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др.)	20	20
лабораторные работы (ЛР)		
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
2. Самостоятельная работа (СРС)	64	64
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка:	34	34
проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий,	10	10
подготовка к практическим занятиям	20	20
Подготовка к зачету (контроль)		

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по темам для студентов очного обучения

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
8 семестр									
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ПК-5 ИПК-5.1 ИПК-5.2	Раздел 1. ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ РАБОЧИХ СТАНЦИЙ								Конспект лекций
	Тема 1.1. Основные понятия и определения, характеристики и принципы работы рабочих станций	1			1,5	Подготовка к лекциям 6.1.1 (стр. 115-122), 6.2.4 (стр. 102-108)	Тесты		
	Тема 1.2. Вариабельность, влияние изменчивости на характеристики рабочих станций	1			1,5	Подготовка к лекциям 6.1.1 (стр. 115-122)	Тесты		
	Практическое занятие 1.2.1. Расчет основных характеристик рабочей станции			2	6	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1 (стр. 115-122)	Индивидуальные задания		
	Тема 1.3. Пакетирование, виды пакетирования. Влияние пакетирования на характеристики рабочих станций	4			3	Подготовка к лекциям 6.1.1 (стр. 220-225), 6.1.2 (стр. 66-71), 6.2.1 (стр. 265-304)	Тесты		
	Практическое занятие 1.3.1. Определение размера продуктовой партии. Составление расписания запуска партий в производство			4	8	Подготовка к практическим занятиям 6.1.2 (стр. 66-71), 6.2.1 (стр. 265-304), 6.2.3 (стр. 41-44)	Индивидуальные задания		
	Итого по 1 разделу	6		6	20				
ПК-3 ИПК-3.1 ИПК-3.2 ПК-5 ИПК-5.1 ИПК-5.2	Раздел 2. ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЛИНИЙ								Конспект лекций
	Тема 2.1. Понятие производственного потока. Варианты поведения производственного потока и характерные для них закономерности. Поведение производственного потока в условиях ограничений. Теория очередей в производствен-	8			6	Подготовка к лекциям 6.1.2 (стр. 80-91), 6.2.5 (гл. 32), 6.2.6 (гл. 13, стр. 243-254)	Тесты		

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Реализация в рамках практической подготовки (трудоемкость в часах)	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельная работа студентов (час)				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия					
	ной логистике								
	Практическое занятие 2.1.1. Расчет характеристик производственных потоков			4	6	Подготовка к практическим занятиям 6.1.2 (стр. 80-88)	Индивидуальные задания		
	Практическое занятие 2.1.2. Оценка эффективности работы производственной линии			2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.1.2 (стр. 80-88),	Индивидуальные задания		
	Практическое занятие 2.1.3. Оценка работы производственной линии в условиях ограничений			2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.1.2 (стр. 80-88)	Индивидуальные задания		
	Практическое занятие 2.1.4. Расчет характеристик производственного потока на основе теории массового обслуживания			2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.1.1. (стр. 161-170), 6.2.5 (гл. 32), 6.2.6 (гл. 13, стр. 243-254)	Индивидуальные задания		
	Тема 2.2. Буферизация производственного потока. Основные принципы.	4			4	Подготовка к лекциям 6.1.2 (стр. 88-91)	Тесты		
	Практическое занятие 2.2.1. Расчет параметров производственного потока с учетом буферизации			2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.1.2 (стр. 88-91)	Индивидуальные задания		
	Тема 2.3. Выталкивающие и вытягивающие системы: сходства и различия.	2			3	Подготовка к лекциям 6.2.2 (стр. 87-129)	Тесты		
	Практическое занятие 2.3.1. Расчет характеристик производственных линии, работающих по принципу выталкивания и вытягивания			2	5	Подготовка к практическим занятиям 6.2.2 (стр. 87-129)	Индивидуальные задания		
	Итого по 2 разделу	14		14	44				
	ИТОГО ЗА СЕМЕСТР	20,0		20,0	64,0				
	ИТОГО по дисциплине	20,0		20,0	64,0				

5 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

5.1.1 Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

Примерный тест для текущего контроля знаний по теме 2.1 «Понятие производственного потока. Варианты поведения производственного потока и характерные для них закономерности. Поведение производственного потока в условиях ограничений. Теория массового обслуживания в производственной логистике»

1. По данным таблице определите, какая из 4х станций в производственной линии является узким местом.

Номер станции	Кол-во станков	Время процесса (часы)
1	2	2
2	3	6
3	1	5
4	2	8

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4

2. При каком уровне НЗП в линии сбалансированные производственные линии достигают максимальной пропускной способности??

- a. ниже критического уровня НЗП
- b. выше критического уровня НЗП
- c. равном критическому уровню НЗП

3. Для классификации систем массового обслуживания используется запись Кендалла в форме $A/B/m/b$. Что в этой записи понимается под m ?

- a. распределение времени поступления заявок на обслуживание
- b. распределение времени обслуживания
- c. количество каналов обслуживания в системе
- d. количество заявок в исходной генеральной совокупности
- e. максимальное количество заявок, допускаемых в систему

4. Для классификации систем массового обслуживания используется запись Кендалла в форме $A/B/m/b$. Что в этой записи понимается под B ?

- a. распределение времени поступления заявок на обслуживание
- b. распределение времени обслуживания
- c. количество каналов обслуживания в системе
- d. количество заявок в исходной генеральной совокупности
- e. максимальное количество заявок, допускаемых в систему

5. Выберите утверждение, характеризующее понятие «коэффициент использования ресурса»

- a. доля времени, когда он не простаивает
- b. среднее количество качественных деталей, выпущенных за единицу времени
- c. максимально возможное количество качественных деталей, выпущенных за единицу времени

- d. среднее время от поступления задания в начало производственной линии до тех пор, пока оно не достигнет ее конечной точки
6. Формула $W_0 = r_b T_0$ позволяет вычислить
- время цикла производственной линии при наилучшем случае ее поведения
 - производительность линии
 - критический уровень НЗП в линии
 - максимальную мощность линии
7. Укажите формулу, по которой можно вычислить производительность линии при наихудшем случае ее поведения, если уровень НЗП меньше критического
- $\frac{w}{T_0}$
 - $\frac{1}{T_0}$
 - $\frac{w}{WIP_0 + w - 1} r_b$
 - $T_0 + \frac{w-1}{r_b}$
8. Определите чистое операционное время процесса для производственной линии со следующими характеристиками.
- | Номер станции | Кол-во станков | Время процесса (часы) |
|---------------|----------------|-----------------------|
| 1 | 2 | 2 |
| 2 | 3 | 6 |
| 3 | 1 | 5 |
| 4 | 2 | 8 |
- 12
 - 8
 - 21
9. В каком направлении по потоку может распространяться изменчивость для линий с вытягиванием?
- строго «вниз» по потоку
 - строго «вверх» по потоку
 - в обе стороны
 - изменчивость по потоку в таких линиях не распространяется
10. Как можно повысить производительность потока?
- сократить пропускную способность лимитирующего ресурса
 - повысить пропускную способность не лимитирующего ресурса

5.1.2 Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)

- Основные понятия и определения, характеристики и принципы работы рабочих станций.
- Вариабельность в производстве. Закон Литтла.
- Характеристики вариабельности процессов.
- Влияние вариабельности на время цикла. Уравнение Кингмана.
- Размер партии при параллельном пакетировании, взаимосвязь с ожиданием
- Размер партии при последовательном пакетировании, взаимосвязь с ожиданием
- Многопродуктовые партии. График запуска партий в производство.
- Производственные потоки. Основные характеристики производственных потоков.

9. Наилучший случай поведения производственного потока.
10. Наихудший случай поведения производственного потока.
11. Практический случай поведения производственного потока.
12. Внутренний бенчмаркинг.
13. Распространение изменчивости в потоках.
14. Пути повышения производительности потоков.
15. Поведение производственного потока в условиях ограничений.
16. Теория очередей в производственной логистике. Очередь $M/M/1$.
17. Теория очередей в производственной логистике. Очередь $G/G/1$.
18. Теория очередей в производственной логистике. Очереди $M/M/t$ и $G/G/t$
19. Буферизация. Виды буферов.
20. Стратегия буферизации. Гибкость буфера.
21. Расположение буфера в потоке.
22. Бережливое производство с точки зрения буферизации.
23. Выталкивание и вытягивание.
24. Сравнение выталкивания с вытягиванием.
25. Реализация вытягивания на производстве.

5.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов. В основу балльно-рейтинговой системы положены принципы, в соответствии с которыми формирование рейтинга студента осуществляется в ходе текущего, промежуточного контроля и промежуточной аттестации знаний. При текущем контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка знаний студентов при промежуточном контроле формируется на основании общего рейтинга в соответствии с табл. 5.1.

Таблица 5.1 – Балльно-рейтинговая система оценивания

Шкала оценивания	Балл	Зачет
$91 \leq R \leq 100$	Отлично	Зачет
$75 \leq R \leq 90$	Хорошо	
$60 \leq R \leq 74$	Удовлетворительно	
$0 \leq R \leq 59$	Неудовлетворительно	Незачет

Таблица 5.2 - Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» 75-90% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» 91-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-3. Способен анализировать деятельность предприятия и разрабатывать мероприятия по повышению ее эффективности	ИПК-3.1 Анализирует деятельность предприятия ИПК-3.2 Разрабатывает мероприятия по повышению эффективности деятельности предприятия	Изложение учебного материала бессистемное, неполное. Не знает основные понятия в области операционного менеджмента, законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях, особенности работы вытягивающих производственных систем, в том числе с учетом ограничений, влияние изменчивости и пакетирования на поведение производственного процесса, способы снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов.	Изложение полученных знаний неполное, однако это не препятствует усвоению последующего материала. Фрагментарные, поверхностные знания основных понятий в области операционного менеджмента, законов и закономерностей, наблюдаемых в производственных линиях, особенностей работы вытягивающих производственных систем, в том числе с учетом ограничений, влияния изменчивости и пакетирования на поведение производственного процесса, способов снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов	Излагает материал на достаточно хорошем уровне. Знает основные понятия в области операционного менеджмента, законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях, особенности работы вытягивающих производственных систем, в том числе с учетом ограничений, влияние изменчивости и пакетирования на поведение производственного процесса, способы снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов.	Имеет глубокие знания всего материала и структуры дисциплины; изложение полученных знаний полное, системное. Знает основные понятия в области операционного менеджмента, законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях, особенности работы вытягивающих производственных систем, в том числе с учетом ограничений, влияние изменчивости и пакетирования на поведение производственного процесса, способы снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов.
ПК-5. Способен выполнять технические расчеты, графические и вычислительные работы для решения задач профессиональной деятельности	ИПК-5.1 Выполняет технические расчеты для решения задач профессиональной деятельности ИПК-5.2 Выполняет графические и вычислительные работы для решения задач профессиональной деятельности	Не понимает, какие способы снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов, законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях, подходят к конкретной ситуации, не умеет их применить.	Допускаются отдельные существенные ошибки при выборе способов снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов, законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях, исправленные с помощью преподавателя. Затруднения при формулировании и анализе результатов решений.	Самостоятельно выбирает и применяет способы снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов, законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях. Допускаются незначительные ошибки при формулировании и анализе результатов, исправляемые самостоятельно.	Самостоятельно выбирает и применяет способы снижения изменчивости и повышения эффективности производственных процессов, законы и закономерности, наблюдаемые в производственных линиях, свободно и корректно формулирует и анализирует результаты решений.

Таблица 5.3 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Кудрявцев, Е. М. Организация планирование и управление предприятием : Учеб. для вузов / Кудрявцев Е. М. - Москва : Издательство АСВ, 2011. - 416 с. - ISBN 978-5-93093-801-2. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930938012.html> (дата обращения: 18.05.2024). - Режим доступа : по подписке.

6.1.2 Назаренко, А. В. Производственный менеджмент : учебное пособие / А. В. Назаренко, Д. В. Запорожец, Д. С. Кенина - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. - 140 с. - ISBN --. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_00102.html (дата обращения: 18.05.2024). - Режим доступа : по подписке.

6.2 Справочно-библиографическая литература

— учебники и учебные пособия

6.2.1 Аникин, Б. А. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики : учебник / под ред. Б. А. Аникина и Т. А. Родкиной. - Москва : Проспект, 2015. - 344 с. - ISBN 978-5-392-16343-4. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392163434.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

6.2.2 Аникин, Б. А. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основные и обеспечивающие функциональные подсистемы логистики : учебник / под ред. Б. А. Аникина и Т. А. Родкиной. - Москва : Проспект, 2015. - 608 с. - ISBN 978-5-392-16345-8. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392163458.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

6.2.3 Аникин, Б. А. Логистика : тренинг и практикум : учеб. пособие / Б. А. Аникин, В. М. Вайн, В. В. Водянова [и др.]; под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. - Москва : Проспект, 2015. - 448 с. - ISBN 978-5-392-16894-1. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785392168941.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

6.2.4 Рыжиков, Ю. И. Логистика и теория очередей : учебное пособие / Ю. И. Рыжиков. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 456 с. — ISBN 978-5-8114-3620-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115494> (дата обращения: 13.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2.5 Черненко, В. Д. Высшая математика в примерах и задачах : учебное пособие для вузов. В 3 т. : Т. 3. / В. Д. Черненко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2011. - 507 с. - ISBN 978-5-7325-09861-3. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN97857325098613.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

6.2.6 Яковлев, С. В. Теория систем и системный анализ (лабораторный практикум) : учебное пособие для вузов. / С. В. Яковлев - Москва : Горячая линия - Телеком, 2015. - 320 с. - ISBN 978-5-9912-0496-5. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента» : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204965.html> (дата обращения: 12.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

6.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические рекомендации по организации аудиторной работы. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_auditorii.PDF

Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы студентов по дисциплине. Приняты Учебно-методическим советом НГТУ им. Р.Е. Алексеева, протокол № 2 от 22 апреля 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/metod_rekom_srs.PDF

– Учебное пособие «Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения», Ермакова Т.И., Ивашкин Е.Г., 2013 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/provedenie-zanyatij-s-primeneniem-interakt.pdf

– Учебное пособие «Организация аудиторной работы в образовательных организациях высшего образования», Ивашкин Е.Г., Жукова Л.П., 2014 г. Электронный адрес:

https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/upravleniya/umu/docs/metod_docs_ngtu/organizaciya-auditornoj-raboty.pdf

7 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1 Перечень информационных справочных систем

Таблица 7.1.1 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/

7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства необходимого для освоения дисциплины

Таблица 7.2.1 – Программное обеспечение

Программное обеспечение, используемое в университете на договорной основе	Программное обеспечение свободного распространения
Microsoft Windows XP, Prof, S/P3 (подписка DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14)	Adobe Acrobat Reader (FreeWare) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader.html OpenOffice (FreeWare) https://www.openoffice.org/ru/

7.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

В табл. 7.3.1 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

В данном разделе могут быть приведены ресурсы (ссылки на сайты), на которых можно найти полезную для курса информацию, в т.ч. статистические или справочные данные, учебные материалы, онлайн курсы и т.д.

Таблица 7.3.1 - Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОС-СТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts
2	Информационно-справочная система «Техэксперт». Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов	https://docs.cntd.ru/

8 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В табл. 8.1 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 8.1 - Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	Озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	Специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	Версия для слабовидящих

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебные аудитории для проведения занятий по дисциплине, оснащены оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определен в данном разделе.

В табл. 9.1 перечислены:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, которые должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную, информационно-образовательную среду НГТУ.

Таблица 9.1 - Оснащенность аудиторий и помещений для самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность аудиторий помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1	4204 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 - 1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) - 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента - 18	1. Windows 7 Starter (DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr.Web (с/н 151455113 от 28.05.24); 4. APM WinMashine(Ф3-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 5. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; MBTY 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
2	4204а учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Мультимедийный проектор Benq MX 505 - 1 шт. 3. Ноутбук Toshiba Satellite L40-17T (переносное оборудование из ауд. 4209) - 1 шт. 4. Комплект настенных плакатов 5. Рабочее место студента - 18	1. Windows 7 Starter (DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14), Windows XP, Prof, S/P3 (подписка Dream Spark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Office 2007(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14) 3. Dr.Web (с/н 151455113 от 28.05.24); APM WinMashine(Ф3-649/2006) Windows server 2012 (Авторизационный номер лицензиата 91194359zze1411, Номер лицензии 61196358); 4. Распространяемое по свободной лицензии: T-flex docs 12 (Ознакомительная версия); ERP Галактика 7.1; MBTY 3.7; ТехноПро 9; GPSS; PSS WORLD student version; SciLab 4.1.2 ;T-flex 15 Учебная версия
3	4207 учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации; г. Нижний Новгород, ул. Минина, 28 В	1. Доска меловая - 1 шт. 2. Персональные компьютеры Pentium D 935/1.5 gb/INTEL Graphics 945G/HDD 80 GB 3. Рабочее место студента - 12.	1. Windows Vista home basic(DreamSpark Premium, договор №Tr113003 от 25.09.14); 2. Dr.Web (лицензия 151455113 от 28.05.24); 3. Project Expert (Регистрационный номер №18901N). 4. Распространяемое по свободной лицензии: Open office

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1 Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения аудиторной и внеаудиторной контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- балльно-рейтинговая технология оценивания;
- тестирование (текущая аттестация);
- выполнение индивидуальных практических заданий (текущая аттестация).

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с учетом текущей успеваемости.

10.2 Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (табл. 4.2). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

В ходе лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала.

10.3 Методические указания по освоению дисциплины на занятиях семинарского типа

Практические занятия охватывают все основные разделы курса и представляют собой детализацию лекционного теоретического материала. Они проводятся в целях:

- закрепления теоретического материала курса;
- формирования навыков решения практических задач на основе применения полученных теоретических знаний;
- формирования навыков самостоятельной работы под руководством преподавателя.

Основной формой проведения практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций в аудиторных условиях.

На практических занятиях обучающиеся решают расчетные задачи и упражнения, прорабатывают наиболее сложные в теоретическом плане проблемы. Применяются три формы практических занятий:

1. устный опрос или тестирование студентов по конкретной тематике практического занятия;
2. решение и объяснение типовых задач по данной теме;
3. самостоятельная работа студентов с использованием учебных пособий, лекций и консультаций преподавателя при выполнении ими заданий.

Практические занятия обучающихся обеспечивают:

- проверку и уточнение знаний, полученных на лекциях;
- получение умений и навыков решения типовых заданий, задач, примеров;

– подведение итогов занятий по балльно-рейтинговой системе.

10.4 Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (табл. 9.1). В аудиториях имеется доступ через информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

11 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе текущего контроля успеваемости

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится комплексно на основе результатов:

- контрольных практических заданий (текущая аттестация);
- тестирования по различным разделам курса (текущая аттестация);
- зачета (промежуточная аттестация).

11.1.1 Типовые задания к практическим занятиям

Типовое задание к практическому занятию 1.2.1. «Расчет основных характеристик рабочей станции»

Задача 1

Задания поступают на последовательную линию из двух станций со скоростью два задания в час с детерминированным временем между прибытиями. Рабочая станция 1 состоит из одной машины, которой требуется ровно 29 минут для обработки одного задания. На станции 2 есть одна машина, которой требуется ровно 26 минут для обработки задания, при условии, что она работает. но подвержена отказам, среднее время до отказа составляет 10 часов, а среднее время на ремонт - один час. время ремонта составляет один час. Определите:

1. квадраты коэффициента вариации входного потока и процесса для станций 1 и 2
2. коэффициент использования станции 1 и 2
3. время нахождения в очереди на станции 1 и 2?
4. общее время нахождения задания на станциях 1 и 2?

Типовое задание к практическому занятию 1.3.1. «Определение размера продуктовой партии. Составление расписания запуска партий в производство»

Пробивной пресс принимает рулоны листового металла и может изготовить пять различных коробок электрических выключателей B_1, B_2, B_3, B_4 и B_5 . На изготовление каждой коробки уходит ровно одна минута. Чтобы переналадить процесс с одного типа коробки на другой, требуется четыре часа. Спрос на коробки составляет 1800, 1000, 600, 350 и

200 единиц в месяц соответственно. Завод работает в одну смену, пять дней в неделю. С учетом перерывов на обед и т.п. остается 7 часов рабочего времени в день. Предполагается, что в году 52 недели. Определите:

1. Интенсивность поступления r_a , выраженную в количестве коробок в час
2. Загрузку производства при отсутствии переналадок (Обратите внимание, что коэффициент использования будет приближаться к этому значению по мере приближения размера партии к бесконечности).
3. Каково среднее время цикла, когда все размеры партии равны 1000 (предположим, что $c_a^2 = 1$), если SCV пресса составляет 0,2 независимо от размера партии?
4. Методом проб и ошибок найдите набор размеров партий, который минимизирует время цикла.
5. Сколько раз в среднем в месяц изготавливается каждый тип коробок, если используем размеры партий, рассчитанные в п. 4?

Типовое задание к практическому занятию 2.1.1. «Расчет характеристик производственных потоков»

Задание 1. Рассмотрите процесс, состоящий из двух этапов. Время цикла первого из них 45 с, а второго – 30 с.

1. Изобразите процесс в виде блок-схемы
2. Определите узкое место процесса.
3. Определите, какой этап и какое количество времени простаивает.
4. Рассчитайте коэффициенты использования каждой операции.
5. Определите время, затрачиваемое на изготовление этим процессом 100 изделий.

Задание 2. Производственная линия состоит из четырех последовательных машин, которые используют хорошо известные стабильные процессы. Каждой машине для работы требуется ровно два часа. После того, как каждое изделие обработано, оно немедленно перемещается на следующую машину. Линия работает 24 часа в сутки. Во время перерывов на обед и т.п. основные операторы машин заменяются запасными. Весь произведенный продукт сразу поступает на рынок.

1. Изобразите процесс в виде блок-схемы.
2. Определите время цикла и пропускную способность каждой операции.
3. Определите узкое место процесса и рассчитайте его скорость.
4. Рассчитайте время пребывания изделия в производстве.
5. Рассчитайте коэффициенты использования операций.
6. Рассчитайте критический уровень **WIP**.
7. Определите количество изделий, которое линия может выпустить за день работы.

Задание 3. Пусть в производственной линии из предыдущего задания между четырьмя рабочими станциями установили три буферных накопителя, в каждом из которых может находиться одно изделие.

1. Изобразите процесс в виде блок-схемы.
2. Рассчитайте время пребывания изделия в производстве.
3. Рассчитайте пропускное отношение процесса.

Типовое задание к практическому занятию 2.1.2. «Оценка эффективности работы производственной линии»

Вариант 1

Задача 1

Производственная линия состоит из четырех станций, на каждой из которых работает по одному станку. На станции 2 среднее время обработки составляет два часа на одно

задание, а на остальных станциях среднее время обработки составляет один час на одно задание.

1. Определите основные характеристики линии (r_b , T_0 , WIP_0).

Ответы на следующие вопросы дайте в предположении, что ее поведение соответствует наилучшему, наихудшему и практическому случаям работы. Постройте графики $CT(WIP)$ и $TH(WIP)$

2. Как изменятся r_b и T_0 , если на станцию 2 добавлен второй идентичный станок? Как это повлияет на производительность линии?

3. Как изменятся r_b и T_0 , если время цикла станка на станции 2 увеличено до одного часа? Как это повлияет на производительность линии?

4. Как изменятся r_b и T_0 , если на станцию 1 добавлен второй идентичный станок? Как это повлияет на производительность?

5. Как изменятся r_b и T_0 , если время цикла станка на станции 1 увеличено до полутора часов? Как это повлияет на производительность?

Задача 2

Небольшой механический цех производит изделия из листового металла. Раньше на производстве работала одна линия, предназначенная для производства легких кожухов вентиляционных колпаков, но из-за высокого спроса недавно к ней добавили вторую линию. Новая линия использует автоматизированное оборудование с большей производительностью, но выполняет тех же четыре основных операции, что и старая. Кроме того, на новой линии используется по одному станку на каждой рабочей станции, в то время как на старой на станциях имеется параллельно работающие станки. Операции, а также их пропускные способности, количество станков на станции и среднее время прохождения одиночного задания через станцию (время обработки), приведены табл. 1.

Таблица 1

Процесс	Старая линия			Новая линия		
	Производительность, ед./час	Количество машин на станции	Время, мин	Производительность, ед./час	Количество машин на станции	Время, мин
Штамповка	15	4	4	120	1	0,5
Шлифовка	12	4	5	120	1	0,5
Сборка	20	2	3	125	1	0,48
Отделка	50	1	1,2	125	1	0,48

За последние три месяца старая линия в среднем производила 315 изделий в день, рабочий день состоит из одной восьмичасовой смены. Средний уровень WIP составлял 400 изделий. Новая линия производит в среднем 680 изделий в течение восьми часов в день со средним уровнем WIP 350 изделий. Менеджмент был недоволен производительностью старой линии, потому что он достигает более низкой пропускной способности с более высоким WIP , чем новая линия. Оцените работу этих линий и определите потенциальные способы улучшения для каждой из них, ответив на следующие вопросы.

1. Вычислите r_b , T_0 , WIP_0 для обеих линий. Какая линия имеет больший критический WIP ?

2. Сравните производительность двух линий с практическим случаем. Какой можно сделать вывод об относительной производительности двух линий по сравнению с их основными возможностями? Право ли руководство в критике старой линии за неэффективность?

3. Какой вариант улучшения пропускной способности старой и новой линий необходимо рассмотреть в первую очередь?

Вариант 2

Задача 1

Производственная линия состоит из трех станций, в которой каждое задание последовательно проходит станции 1, 2 и 3: Станция 1 имеет 5 одинаковых станков со средним временем обработки 15 минут на задание. Станция 2 имеет 12 одинаковых станков со средним временем обработки 30 минут на задание. Станция 3 имеет 1 станок со средним временем обработки 3 минуты на задание.

1. Каковы r_b , T_0 и WIP_0 для этой линии?
2. Вычислите среднее время цикла линии, при уровне WIP , равном 20 заданиям, для наилучшего, наихудшего и практического случаев ее поведения
3. Найти уровень WIP , необходимый для достижения пропускной способности, равной 90% от скорости узкого места, для наилучшего, наихудшего и практического случаев.
4. Если время цикла при критическом уровне WIP составляет 100 минут, какому из трех случаев будет соответствовать поведение линии? Существуют ли возможности для улучшения ее поведения?

Задача 2

Компания управляет линией, которая производит самоклеящиеся плитки. Линия состоит из станций, на каждой из которой работает по одному станку, ее можно считать сбалансированной. Инженер-технолог предоставил следующую информацию о работе линии: скорость узкого места $r_b = 2000$ изделий за 16-часовой рабочий день, а время пребывания изделия в производстве $T_0 = 30$ минут. Производительность линии составляет в среднем 1700 изделий в день, а время цикла – в среднем 3,5 часа.

1. Определите средний уровень WIP ?
2. Сравните поведение линии с практическим случаем.
3. Что произойдет с пропускной способностью линии, если увеличить пропускную способность на станции, не являющейся узким местом, и поддерживать постоянный уровень WIP на текущем уровне?
4. Что произойдет с пропускной способностью линии, если заменить один станок на станции четырьмя, пропускная способность каждого из которых равна мощности одного, и поддерживать WIP на его текущем уровне?
5. Что произойдет с пропускной способностью линии, если перемещать плитки между станциями большими партиями, а не по одному за раз?

Типовое задание к практическому занятию 2.1.3 «Оценка работы производственной линии в условиях ограничений»

Задача 1

Компания производит высоковольтные выключатели и другое оборудование для электроснабжения. На одной из производственных линий, которая укомплектована тремя рабочими, собирают выключатель определенного типа. В настоящее время три работника привязаны к выполнению конкретных заданий; каждый рабочий закрепляет на выключателе определенный набор компонентов и передает его на следующее рабочее место на роликовом конвейере. Конвейер имеет возможность создавать очередь перед каждым рабочим. Узким местом является средняя станция, обрабатывающая 11 переключателей в час. Время пребывания изделия в производстве составляет 15 минут. Чтобы повысить эффективность линии, руководство рассматривает возможность перекрестного обучения работников и внедрения гибкой системы труда.

1. Если текущая пропускная способность составляет 10,5 выключателей в час при среднем уровне WIP в пять заданий, как вы думаете, какой потенциал имеет внедрение гибкой системы работы?
2. Если текущая пропускная способность составляет восемь выключателей в час со средним уровнем WIP из семи заданий, как вы думаете, какой потенциал имеет гибкая система работы?
3. Если бы все три работника были многозадачны, оснащены всем необходимым для параллельной сборки выключателя целиком (то есть без передачи заданий друг другу) и

были в состоянии поддерживать текущий темп работы на каждой операции, какова была бы пропускная способность системы?

Задача 2

Рассмотрите сбалансированную линию, состоящую из пяти станций с единичными машинами и экспоненциальным временем обработки. Линия загружена на 75 процентов, и линия работает по протоколу *CONWIP* (то есть новое задание запускается каждый раз, когда завершается предыдущее задание).

1. Каков уровень *WIP* в линии?
2. Каково время цикла в процентах от *To*?
3. Что произойдет с *WIP*, *CT* и *TH* относительно исходной системы, если внести каждое из следующих изменений (по одному за раз):
 - увеличить уровень *WIP*;
 - уменьшить пропускную способность на одной станции;
 - увеличить пропускную способность всех станций?

Типовое задание к практическому занятию 2.1.4 «Расчет характеристик производственного потока на основе теории массового обслуживания»

Задача 1

На рабочую станцию, состоящую из одного станка, поступают детали со скоростью 20 штук в час, среднее время их обработки на станке составляет две с половиной минуты. Какова загрузка станка?

Предполагая, что время прибытия и обработки распределено экспоненциально, определите:

- a. среднее время, которое деталь проводит на станции (т. е. ожидает в очереди на обработку и обрабатывается);
- b. среднее количество деталей на станции;
- c. вероятность того, что на станции находится более трех деталей?

Задача 2

Корпорация владеет автостанцией заправки бензином и замены масел. В обычный рабочий день клиенты прибывают с интенсивностью три автомобиля в час, а процедура замены масла занимает в среднем 15 минут. Механики работают бригадным методом: все участвуют в обслуживании только одного автомобиля. Исходя из того, что входящий поток заявок на обслуживание описывается распределением Пуассона, а процесс обслуживания – экспоненциальным распределением, определите следующие значения:

- a. коэффициент загрузки бригады по замене масел;
- b. среднее количество автомобилей в очереди;
- c. среднее время ожидания обслуживания;
- d. общее время пребывания в системе (время пребывания в очереди плюс время замены масла).

Задача 3

Компания специализируется на продаже товаров через торговые автоматы в местном крупном университете. Поскольку покупатели имеют обыкновение пинать автоматы и стучать по ним, управленческий персонал компании постоянно имеет проблемы с их ремонтом. В среднем каждый час ломается по три автомата, а появление поломок распределено по закону Пуассона. Время простоя одного автомата обходится компании в 25 долл. в час; каждый ремонтник получает 4 долл. в час. Один рабочий способен отремонтировать в среднем пять автоматов в час, бригада из двух рабочих – семь, а бригада из трех рабочих – восемь. Интервалы времени между очередными поломками и продолжительности ремонтов (обслуживания) описываются экспоненциальным распределением. Каким должен быть оптимальный размер бригады по обслуживанию этих торговых автоматов?

Задача 4

Инженерная фирма нанимает технического специалиста для консультирования четырех инженеров-разработчиков, работающих над новым проектом. Консультации занима-

ют разное время: некоторые ответы на вопросы нанятый консультант держит в памяти, для некоторых необходимы компьютерные вычисления, а чтобы ответить на третьи, ему приходится долго искать нужные источники информации. В среднем на каждую консультацию консультант затрачивает один час.

У инженеров возникает необходимость обращаться за помощью к консультанту в среднем один раз в день. Поскольку каждая консультация занимает около одного часа, остальные семь часов каждый инженер может работать самостоятельно. Если консультант уже занят с кем-то, то инженеры, нуждающиеся в помощи, не прерывают работу.

Приняв, что данная задача связана с конечной популяцией, ответьте на следующие вопросы.

1. Сколько в среднем инженеров стоит в очереди на получение консультации?
2. Каково среднее время, которое приходится ждать инженеру для получения консультации?
3. Какова вероятность, что какому-либо из инженеров придется стоять в очереди для получения консультации?

Типовое задание к практическому занятию 2.2.1 «Расчет параметров производственного потока с учетом буферизации»

Задание: Рассмотрите производственную линию с двумя последовательными одномашинными станциями. Каждая из них требует довольно длительной настройки. Для поддержания производительности используются большие партии. В результате эффективное время процесса равно одному часу на задание и эффективный CV равен 3 ($t_e = 1,0$ и $c_e^2 = 9,0$). Задания поступают непрерывным потоком со всего завода со скоростью 0,9 задания в час, $c_a = 1,0$.

Имеется более производительный станок с такой же производительностью, но с меньшей эффективной изменчивостью ($t_e = 1,0$ и $c_e^2 = 0,25$), который может быть использован для замены машины на любой из станций. На какой станции необходимо заменить существующий станок на новый, чтобы получить наибольшее сокращение времени цикла?

Типовое задание к практическому занятию 2.3.1 «Расчет характеристик производственных линий, работающих по принципу выталкивания и вытягивания»

Задание: Рассмотрите производственную линию с тремя последовательно расположенными одномашинными станциями. Каждая из них имеет время обработки со средним значением два часа и стандартным отклонением два часа.

1. Предположим, что линия работает по принципу толкающей системы. Задание в линию подаются со скоростью 0,45 в час, коэффициент вариации равен $c_a = 1$. Каков средний WIP на линии?

2. Вычислите пропускную способность этой линии, если она работает как линия CONWIP с уровнем WIP, равным вашему ответу в п.1. Ваш ответ выше или ниже 0,45? Объясните этот результат.

11.1.2 Типовые тестовые задания для текущего контроля

Раздел 1 «ЗАКОНЫ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЕДЕНИЯ РАБОЧИХ СТАНЦИЙ»

1 Целенаправленная сеть процессов и складов, используемая для производства и доставки товаров и услуг клиентам, называется

- a. производственной системой;
- b. цепью поставок;
- c. распределительной сетью.

2 Выберите утверждения, соответствующие понятию «рабочая станция»?

- a. фрезерный станок, обрабатывающий заготовки;

- b. сборочный конвейер на производстве автомобилей;
 - c. процесс разработки нового продукта.
- 3 Производительностью рабочей станции называется
- a. доля времени, когда она не простаивает из-за отсутствия деталей;
 - b. среднее количество качественных деталей, выпущенных за единицу времени;
 - c. максимально возможное количество качественных деталей, выпущенных за единицу времени;
 - d. среднее время от поступления задания в начало производственной линии до тех пор, пока оно не достигнет ее конечной точки.
- 4 Укажите утверждения, верно отражающие взаимосвязь между производительностью и пропускной способностью рабочей станции
- a. производительность не может превышать пропускную способность;
 - b. производительность может превышать пропускную способность;
 - c. производительность равна пропускной способности;
- 5 Укажите утверждения, верно отражающие взаимосвязь между коэффициентом использования ресурса и временем цикла
- a. время цикла не зависит от коэффициента использования;
 - b. время цикла растет с ростом коэффициента использования;
 - c. время цикла падает с ростом коэффициента использования.
- 6 Укажите выражение, соответствующее закону Литтла?
- a. $W_0 = r_b T_0$
 - b. $WIP = TH \cdot CT$
 - c. $CT = w T_0$
 - d. $TH = \frac{w}{T_0}$
 - e. $TH_{max} = \frac{n}{T_0}$
- 7 Если коэффициент вариации процесса равен 1, это означает, что
- a. процесс имеет низкую изменчивость;
 - b. процесс имеет умеренную изменчивость;
 - c. процесс имеет высокую изменчивость.
- 8 Укажите выражение, соответствующее уравнению Кингмана
- a. $WT + T$;
 - b. VUT ;
 - c. $TH \cdot CT$.
- 9 Укажите причины вариабельности, характерные для процесса обработки задания
- a. переналадки;
 - b. задержки доставки заказа;
 - c. поломки;
 - d. ошибки в планировании.
- 10 Время, которое задание проводит в производственной системе без обработки, называется
- a. временем ожидания в очереди;
 - b. временем цикла;
 - c. задержкой

11 В уравнении VUT фактор V это:

- a. фактор использования ресурса;
- b. фактор вариабельности;
- c. среднее операционное время обработки.

12 Укажите формулу, верно отражающую зависимость между размером партии и коэффициентом использования ресурса при параллельной обработке заданий в партии

- a. $u = \frac{r_a t_e}{Q}$
- b. $Q = \frac{r_a t_e}{u}$
- c. $Q < r_a t_e$
- d. $Q > r_a t_e$

13 Укажите формулу для размера партии при последовательной обработке заданий в партии

- a. $Q > \frac{r_a s}{(1-r_a t_e)}$
- b. $Q < \frac{r_a s}{(1-r_a t_e)}$
- c. $Q = \frac{r_a s}{(1-r_a t_e)}$

14 Время ожидания партии – это

- a. время, необходимое для формирования партии перед началом операции;
- b. время, которое партия задания проводит в очереди перед рабочей станцией;
- c. время, необходимое для обработки партии на рабочей станции.

15 Сокращение времени переналадки

- a. сокращает время цикла;
- b. увеличивает время цикла;
- c. не влияет на время цикла.

11.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта в ходе промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация по дисциплине включает зачет.

Зачет реализуется в форме тестирования с учетом результатов накопительного рейтинга текущей аттестации. Перечень вопросов и заданий для подготовки к зачету (ПК-3, ИПК-3.1, 3.2; ПК-5, ИПК-5.1, 5.2) приведен в п. 5.1.2.

Примерный тест для итогового тестирования

1. Укажите выражение, соответствующее закону Литтла?

- a. $W_0 = r_b T_0$
- b. $WIP = TH \cdot CT$
- c. $CT = w T_0$
- d. $TH = \frac{w}{T_0}$
- e. $TH_{max} = \frac{n}{T_0}$

2. Что является характеристикой вариабельности производственного процесса

- a. среднее квадратичное отклонение времени процесса
 - b. среднее время процесса
 - c. коэффициент вариации времени процесса
3. Какие производственные линии при прочих равных условиях (равных пропускных способностях лимитирующего ресурса и чистых операционных временах процесса) менее перегружены??
- a. Сбалансированные
 - b. несбалансированные
4. Укажите границы CV для потока с высокой вариабельностью
- a. $CV < 0,75$
 - b. $CV > 1,33$
 - c. $0,75 \leq CV \leq 1,33$

5. По данным таблице определите, какая из 4х станций в производственной линии является узким местом.

Номер станции	Кол-во станков	Время процесса (часы)
1	2	2
2	3	6
3	1	5
4	2	8

- a. 1
 - b. 2
 - c. 3
 - d. 4
6. При каком уровне НЗП в линии сбалансированные производственные линии достигают максимальной пропускной способности??
- a. ниже критического уровня НЗП
 - b. выше критического уровня НЗП
 - c. равном критическому уровню НЗП
7. Укажите выражение, позволяющее оценить время пребывания задания в очереди перед рабочей станцией
- a. VUT
 - b. $TN \cdot CT$
 - c. $VUT + T$
8. Как увеличение пропускной способности лимитирующего ресурса влияет на график зависимости производительности от уровня НЗП в линии?
- a. график сдвигается вправо
 - b. график сдвигается влево
 - c. график сдвигается вверх
 - d. график сдвигается вниз
9. Определите время цикла производственной линии со следующими характеристиками, исходя из наихудшего случая ее работы. Уровень НЗП в линии равен 4 изделиям.

Номер станции	Кол-во станков	Время процесса (часы)
1	2	2
2	3	6

3	1	5
4	2	8

- a. 84
- b. 21
- c. 26

10. Для классификации систем массового обслуживания используется запись Кендалла в форме $A/B/m/b$. Что в этой записи понимается под m ?

- a. распределение времени поступления заявок на обслуживание
- b. распределение времени обслуживания
- c. количество каналов обслуживания в системе
- d. количество заявок в исходной генеральной совокупности
- e. максимальное количество заявок, допускаемых в систему

11. Для классификации систем массового обслуживания используется запись Кендалла в форме $A/B/m/b$. Что в этой записи понимается под B ?

- a. распределение времени поступления заявок на обслуживание
- b. распределение времени обслуживания
- c. количество каналов обслуживания в системе
- d. количество заявок в исходной генеральной совокупности
- e. максимальное количество заявок, допускаемых в систему

12. Выберите утверждение, характеризующее понятие «коэффициент использования ресурса»

- a. доля времени, когда он не простаивает
- b. среднее количество качественных деталей, выпущенных за единицу времени
- c. максимально возможное количество качественных деталей, выпущенных за единицу времени
- d. среднее время от поступления задания в начало производственной линии до тех пор, пока оно не достигнет ее конечной точки

13. Формула $W_0 = r_b T_0$ позволяет вычислить

- a. время цикла производственной линии при наилучшем случае ее поведения
- b. производительность линии
- c. критический уровень НЗП в линии
- d. максимальную мощность линии

14. Укажите формулу, по которой можно вычислить производительность линии при наихудшем случае ее поведения, если уровень НЗП меньше критического

- a. $\frac{w}{T_0}$
- b. $\frac{1}{T_0}$
- c. $\frac{w}{WIP_0 + w - 1} r_b$
- d. $T_0 + \frac{w-1}{r_b}$

15. Определите чистое операционное время процесса для производственной линии со следующими характеристиками.

Номер станции	Кол-во станков	Время процесса (часы)
1	2	2
2	3	6

3	1	5
4	2	8

- a. 12
- b. 8
- c. 21

16. В каком направлении по потоку может распространяться изменчивость для линий с вытягиванием?

- a. строго «вниз» по потоку
- b. строго «вверх» по потоку
- c. в обе стороны
- d. изменчивость по потоку в таких линиях не распространяется

17. Как можно повысить производительность потока?

- a. сократить пропускную способность лимитирующего ресурса
- b. повысить пропускную способность не лимитирующего ресурса

18. Влияние вариабельности можно сократить за счет

- a. только Буфера запасов
- b. только буфера времени
- c. только буфера производственной мощности
- d. влияние вариабельности сократить нельзя
- e. комбинаций всех видов буферов

19. Производственная линия состоит из 6 последовательных одномашинных рабочих станций. Станция 4 имеет среднее время обработки, равное 1,2 часа, остальные – по 1 часу. В каком месте по потоку необходимо располагать буфер для наибольшего возможного увебличения производительности линии?

- a. на станции 1
- b. на станции 2
- c. на станции 3
- d. на станции 5
- e. на станции 6

20. Выталкивающей называется производственная система, в которой

- a. не имеется встроенного механизма ограничения уровня НЗП
- b. имеется встроенный механизм ограничения уровня НЗП

