

УДК 338.45.01

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
ПРОИЗВОДСТВА ФЛАНЦЕВЫХ УПЛОТНИТЕЛЕЙ**

© 2024 К.В. Карташов, А.А. Крохина, А.А. Лубнина

Казанский национальный исследовательский технологический университет, Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 19.03.2024

Статья посвящена совершенствованию производственной логистики по выпуску фланцевых уплотнителей на ООО «КомплектСервис». В рамках исследования рассмотрены и проанализированы технологические особенности производственной системы предприятия, а также изучены ключевые показатели эффективности деятельности основных бизнес-процессов. Разработана корреляционно-регрессионная модель совершенствования логистических процессов производства фланцевых уплотнителей, на основе которой предложены мероприятия для повышения эффективности ООО «КомплектСервис». В ходе исследования определены ключевые проблемы логистической деятельности предприятия, в том числе избыточные запасы, лишние логистические операции, простой оборудования по причине перепроизводства продукции. Следовательно, в производственной системе имеются большие резервы для повышения рентабельности и конкурентоспособности предприятия.

*Ключевые слова:* производственная логистика, производственная система, логистическая система.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-2-5-12

EDN: QGGMNR

В поиске резервов для роста предприятия стремятся развивать потенциал своих производственных систем, пересматривают бизнес-процессы, изучают новые возможности оптимизации затрат и повышения эффективности, часто упуская из виду, что разовые мероприятия являются недостаточными: без управления развитием производственной системы на всем протяжении ее жизненного цикла любые улучшения дадут лишь временный эффект [1].

Иными словами, работа логистической производственной системы сопровождается большим количеством потоков, перемещений материалов, наличием нужных материалов на складе в момент совершения производственной операции, подачи данных материалов в необходимом количестве на сборочную линию. На основании всего вышесказанного можно считать, что данная тема является актуальной и требует дальнейшего изучения [2].

Целью данной работы является совершенствование производственной логистики по выпуску фланцевых уплотнителей на ООО «КомплектСервис».

*Карташов Кирилл Витальевич, аспирант кафедры логистики и управления. E-mail: kirill4652@yandex.ru*  
*Крохина Анна Андреевна, аспирант кафедры логистики и управления.*

*Лубнина Алсу Амировна, кандидат экономических наук, доцент кафедры логистики и управления. E-mail: LubninaAA@corp.knrtu.ru*

ООО «КомплектСервис» реализует трубопроводную арматуру, фланцы уже более 16 лет. За это время предприятие сформировало производственный комплекс, в состав которого входит несколько модернизированных участков с современным оснащением и высокотехнологичным оборудованием:

- участок механической обработки и сборки, оснащенный обрабатывающими центрами зарубежного и отечественного производства;
- участок токарной обработки;
- участок фрезерной обработки;
- слесарный участок;
- участок производства фланцевых уплотнений;
- участок контроля качества, оснащенный испытательным и контрольным оборудованием для многоступенчатой проверки соответствия продукции стандартам высокой точности.

Далее проведем ABC анализ по маркам уплотнений производимых ООО «КомплектСервис» (таблица 2).

Для более детального исследования производственной системы ООО «КомплектСервис» построим регрессионную модель. Данная модель будет базироваться на выборке из 8 наблюдений, одной зависимой переменной и тремя независимыми переменными. Отразим данные для построения модели в таблице 3.

Основными показателями регрессионной статистики являются показатели множественного R и R квадрат.

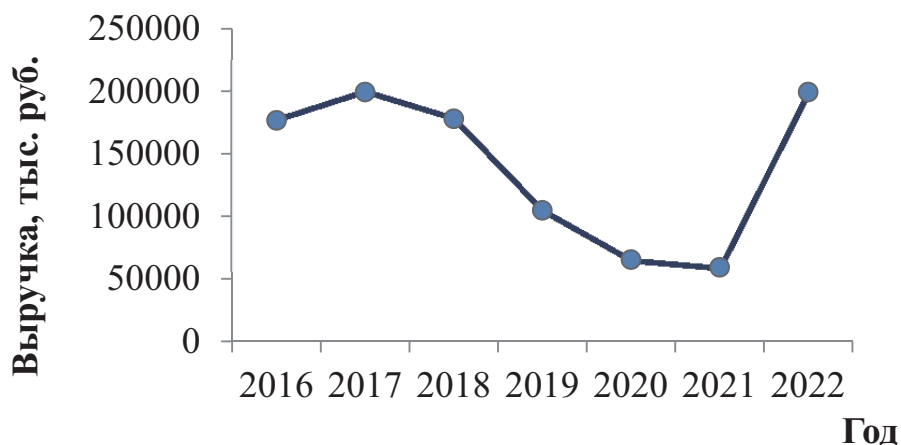


Рисунок 1 – Выручка ООО «КомплектСервис» (тыс. руб.)

Таблица 1 – Показатели КРІ деятельности производственной системы ООО «КомплектСервис»

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Доля перепроизведенной продукции (проценты)	24,3	22,5	23,5	23,8	24,2	23,6
Время производственного цикла (дни)	31,65	42,34	36,19	46,62	54,53	30,85
Обеспеченность производства нужными запасами (простой производства из-за отсутствия запасов) (проценты)	25,4	32,9	27,3	32,0	45,9	23,2
Доля инвестиций в производственное оборудование (проценты)	16,3	18,6	14,3	13,1	13,7	17,1
Доля брака на участке производства резинотехнических фланцевых уплотнений	12,8	18,3	13,5	14,3	10,4	8,35
Доля использования технологий автоматизации и механизации производственных процессов (проценты)	67,3	69,5	57,3	65,5	66,3	69,3
Коэффициент ресурсоемкости производства (коэффициент)	60,8	56,3	32,8	21,7	18,4	60,8
Коэффициент трудоемкости производства (коэффициент)	17,4	13,8	11,0	8,28	17,4	19,3

Таблица 2 – ABC анализ выручки по товарным группам паронитовых уплотнений ООО «КомплектСервис»

№	Марка уплотнения (марка паронита, условный диаметр фланца, давление, исполнение фланца)	Прибыль (чистая) по товарным группам	Доля проценты	Нарастающий итог	Группа
1	ПМБ DN150 PN63 Исполнение F	101,12	0,23	0,23	a
2	ПОН DN80 PN40 Исполнение D	70,35	0,16	0,39	a
3	ПМБ DN25 PN100 Исполнение A	65,95	0,15	0,54	a
4	ПМБ DN150 PN100 Исполнение E	61,55	0,14	0,68	a
5	ПМБ DN50 PN160 Исполнение F	43,97	0,10	0,78	b
6	ПМБ DN80 PN25 Исполнение B	39,57	0,09	0,87	b
7	ПМБ DN350 PN100 Исполнение F	35,17	0,08	0,95	c
8	ПМБ DN400 PN63 Исполнение D	21,98	0,05	1,00	c
	Итого	439,66			

**Таблица 3** – Зависимая и факторные показатели модели

Года	Рентабельность продаж (проценты) (Y)	Доля перепроизведенной продукции (проценты) (X1)	Время производственного цикла (дни) (X2)	Обеспеченность производства нужными запасами (простой производства из-за отсутствия запасов) (проценты) (X3)
2015	3,65	22,35	28,47	18,47
2016	3,19	23,71	35,03	22,33
2017	3,15	24,35	31,65	25,45
2018	2,53	22,57	42,34	32,94
2019	2,62	23,58	36,19	27,39
2020	2,03	23,87	46,62	32,02
2021	1,04	24,26	54,53	45,93
2022	3,15	23,65	30,85	23,25
среднее	2,67	23,54	38,21	28,47

**Таблица 4** – Основные показатели модели регрессии

Множественный R	0,9899
R-квадрат	0,9798
Нормированный R-квадрат	0,9647
Стандартная ошибка	0,1553
Наблюдения	8

R квадрат в математической статистике так же называемый коэффициентом детерминации, говорит о качестве полученной модели. В данной модели показатель равен 0,97, это означает, что модель составлена правильно [3].

Множественный R показывает степень взаимосвязи зависимой переменной от факторных признаков. В данной модели независимая переменная зависит от факторных признаков на 97 %, 3 % являются неучтенными факторами в данной модели

Основные показатели модели регрессии представлены в таблице 3.2.

Данный показатель означает, что рентабельность продаж (проценты) (Y) на 97,98 % зависит от доли перепроизведенной продукции (X1), времени производственного цикла (X2), обеспеченности производства нужными запасами (X3).

Коэффициенты модели регрессии представлены в таблице 5, 6

**Таблица 5** – Коэффициенты модели регрессии

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика
Y-пересечение	8,4135	2,0578	4,0886
Переменная X 1	-0,1148	0,0888	-1,2922
Переменная X 2	-0,0477	0,0218	-2,1907
Переменная X 3	-0,0428	0,0233	-1,8341

**Таблица 6** – Коэффициенты модели регрессии

	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	0,0150	2,7002	14,1268	2,7002	14,1268
Переменная X 1	0,0266	-0,3615	0,1319	-0,3615	0,1319
Переменная X 2	0,0094	-0,1082	0,0128	-0,1082	0,0128
Переменная X 3	0,0141	-0,1076	0,0220	-0,1076	0,0220

Таким образом коэффициенты модели регрессии имеют отрицательную корреляционную связь. Это означает, что при увеличении X1, X2, X3 зависимая Y уменьшается. Это связано с тем, что коэффициенты имеют обратную корреляционную связь [4].

Для выражения зависимости F(x) составим уравнение. Так как зависимость имеет линейный вид, то есть имеет прямую зависимость, необходимо составить уравнение следующего вида:

$$Y = 8,4135 - 0,1148x_1 - 0,0477x_2 - 0,0428x_3, \quad (1)$$

где Y – Рентабельность продаж (проценты)  
 x1 – Доля перепроизведенной продукции (проценты)

x2 – Время производственного цикла

x3 – Обеспеченность производства нужными запасами (простой производства из-за отсутствия запасов)

Дисперсионный анализ представлен в таблице 7.

Далее проведем анализ статистической значимости составленного уравнения регрессии. Для этого исследуем показатели значимости критерия Фишера и Стьюдента, а также сравним их расчетные значения с табличными.

Для данной модели F расчетное составляет 64,7, F критическое составляет 6,59. Так как выполняется условие, что F расчетное < F критического,

при значимости F не превышающей 0,05, то модель может являться статистически значимой [4].

Критерий Стьюдента равен 4,08, при табличном значении критерия стьюдента 2,77. Так как выполняется условие, что t статистика (расчетное) < t статистика (фактического), при значимости P-значения не превышающем 0,05, то модель может являться статистически значимой.

Анализ критериев статистической значимости модели представлен в таблице 8.

Из данной таблицы видно, что табличные показатели превышают расчётные при значениях существенности модели ниже 0,05. Это означает, что модель составлена правильно и удовлетворяет всем статистическим требованиям [4].

В таблице 9 представлен вывод остатка и предсказанное значение зависимой переменной. По этому параметру можно оценить отклонение каждого параметра от линии регрессии. Для более наглядной интерпретации этих данных используют график остатков.

Далее рассчитаем коэффициенты эластичности для построенной модели регрессии:

$$\varepsilon_1 = -0,1 * \frac{23,5}{2,67} = -0,96, \varepsilon_2 = -0,04 * \frac{38,2}{2,67} =$$

$$-0,6, \varepsilon_3 = -0,04 * \frac{28,4}{2,67} = -0,42$$

**Таблица 7 – Дисперсионный анализ**

	df	SS	MS	F	Значимость F
Регрессия	3	4,6908	1,5636	64,7994	0,000757018
Остаток	4	0,0965	0,0241		
Итого	7	4,7873			

**Таблица 8 – Анализ критериев статистической значимости модели**

	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента
Расчетный показатель	64,7	4,08
Табличный показатель	6,59	2,77
Значимость критерия	0,00075	0,01
Число степеней свободы k1	3	3
Число степеней свободы k2	4	4

**Таблица 9 – Вывод остатка и предсказанное значение зависимой переменной**

Наблюдение	Предсказанное Y	Остатки	Стандартные остатки
1	3,698	-0,045	-0,387
2	3,063	0,124	1,054
3	3,018	0,128	1,088
4	2,391	0,135	1,151
5	2,807	-0,186	-1,580
6	2,077	-0,049	-0,416
7	1,059	-0,022	-0,187
8	3,230	-0,085	-0,724

Таким образом, рассчитав коэффициенты эластичности можно сделать следующие выводы об изменении результативного показателя:

– При увеличении доли перепроизведенной продукции (X1) на 1 % рентабельность продаж (Y) уменьшится на 0,96 %.

– При увеличении времени производственного цикла (X2) на 1 % рентабельность продаж (Y) уменьшится на 0,63 %.

– При увеличении показателя обеспеченности производства нужными запасами (X3) на 1 % рентабельность продаж (Y) уменьшится на 0,42 %.

В таблице 10 представлен XYZ анализ выручки по товарным группам паронитовых уплотнений ООО «КомплектСервис»

В таблице 11 представлен ABC–XYZ анализ выручки по товарным группам паронитовых уплотнений ООО «Комплект Сервис».

После рассмотрения показателей KPI, а также диагностики цепей поставок ООО «КомплектСервис» и экономико-математической модели деятельности предприятия можно сделать основные выводы.

Рассмотрев производственную схему создания ценности ООО «КомплектСервис», было выявлено большое количество излишних запасов, лишних логистических операций, а также простое оборудования, возникающие вследствие перепроизводства продукции. Все это говорит о том, что в производственной системе предприятия имеются большие резервы для повышения показателей рентабельности [5].

Основной выявленной проблемой при производственном участке паронитовых фланцевых уплотнений ООО «КомплектСервис» стало большое количество логистических операций между технологическими процессами производства уплотнений. Данные логистические процессы образуются вследствие перепроизводства продукции, отсутствия единого производственного такта между звеньями производственной системы, а также единой системы планирования на производстве. Все это приводит к таким операциям, как излишнее перемещение продукции, хранение продукции в ожидании своего следующего технологического процесса.

**Таблица 10** – XYZ анализ выручки по товарным группам паронитовых уплотнений ООО «КомплектСервис»

Марка уплотнения	Прибыль	Январь	Март	Май	Июль	Сентябрь	Декабрь	Коеф. вариации	Группа
ПМБ DN150 PN100 Исполнение E	61,6	9,2	11,7	8,6	11,1	9,8	11,1	0,1	X
ПМБ DN150 PN63 Исполнение F	101,1	15,2	19,2	14,2	18,2	16,2	18,2	0,1	X
ПОН DN80 PN40 Исполнение D	70,3	7,0	14,1	9,8	11,3	12,7	15,5	0,3	Y
ПМБ DN25 PN100 Исполнение A	65,9	15,2	7,9	6,6	11,2	12,5	11,9	0,3	Y
ПМБ DN50 PN160 Исполнение F	44,0	10,1	4,0	4,4	7,9	8,4	10,6	0,4	Z
ПМБ DN350 PN100 Исполнение F	35,2	3,5	3,5	3,5	10,6	7,7	6,3	0,5	Z
ПМБ DN400 PN63 Исполнение D	22,0	2,4	2,0	2,2	6,2	2,6	6,6	0,6	Z
ПМБ DN80 PN25 Исполнение B	39,6	20,6	4,7	4,4	5,9	2,0	2,0	1,1	Z
	439,7								

**Таблица 11** – ABC–XYZ анализ выручки по товарным группам паронитовых уплотнений ООО «Комплект Сервис»

AX Большой стабильный доход	AU Большой предсказуемый доход	AZ Большой нерегулярный доход
4,1	2,3	
BX Средний стабильный доход	BY Средний предсказуемый доход	BZ Средний нерегулярный доход
		5,6
CX Маленький стабильный доход	CY Маленький предсказуемый доход	CZ Маленький нерегулярный доход
		7,8

Данные логистические процессы не добавляют ценности конечному продукту на производстве, при этом увеличивая издержки ООО «КомплектСервис», снижая оборачиваемость оборотного капитала, а также повышает вероятность появления дефектов и брака в продукции при совершении логистических операций [6].

Для решения выше обозначенных проблем в производственной системе ООО «КомплектСервис», считаем необходимым провести реинжиниринг бизнес-процессов карты потока создания ценности (value stream map, VSM) производственного участка паронитовых фланцевых уплотнений ООО «КомплектСервис».

В ходе реинжиниринга производственных бизнес-процессов должны быть внесены следующие изменения в бизнес-процессах на производстве ООО «КомплектСервис». Поставка заготовок и расходных материалов от поставщика должна осуществляется по вытягивающей схеме. После поставки заготовка должна размещается в зонах супермаркет на складе для ее дальнейшего вытягивания производством.

В данной зоне, должен находится производственный Канбан, который заполняется при поступлении продукции или ее расходования, для оперативного управления и планирования производственными процессами.

Далее на линии производства парниковых уплотнений исключить вытягивающие потоки между технологическими операциями на производстве. Поставки на линию производства обтюлятора для уплотнений так же наладить через супермаркет [7].

Поскольку не все уплотнения нуждаются в наличие обтюлятора соединение линий по производству уплотнений и обтюраторов к ним стоит наладить через систему Канбан.

Другой выявленной проблемой стал частый простой производства из-за отсутствия нужных запасов. Поскольку нужные запасы часто тяжело достать на рынке в виду их производства сугубо под заказ, поэтому заказ продукции необходимо осуществлять с учетом временного лага поставки материалов.

Для решения данной проблемы и организации вышеописанной системы считаю необходимым автоматизировать управление производством при помощи ERP системы на базе 1С УПП.

В таблице 12 представлены рекомендации по совершенствованию деятельности ООО «Комплект Сервис» по показателям модели регрессии.

Далее, исходя из предложенных мероприятий, можно рассчитать экономический эффект.

Расчет эффекта от совокупного и отдельного влияния факторов представлен в таблице 13.

**Таблица 12** – Рекомендации по совершенствованию деятельности ООО «Комплект Сервис» по показателям модели регрессии

Показатель модели регрессии	Рекомендуемые улучшения деятельности
Доля перепроизведенной продукции (X1)	Реинжиниринг производственных бизнес-процессов
Время производственного цикла (X2)	Бережливое производство, сокращение количества операций на производстве
Обеспеченность производства нужными запасами (простой производства из-за отсутствия запасов) (X3)	Расширение 1с УПП, MES система, система менеджмента качества

**Таблица 13** – Расчет эффекта от совокупного и отдельного влияния факторов

	Y	a0	a1	X <sub>1</sub>	a2	X <sub>2</sub>	a3	X <sub>3</sub>
Значение тренда(2022)	2,67	8,41	-0,11	23,54	-0,05	38,21	-0,04	28,47
Расчет эффекта от X <sub>1</sub> -22%	3,26	8,41	-0,11	18,36	-0,05	38,21	-0,04	28,47
Расчет эффекта от X <sub>2</sub> -17%	2,98	8,41	-0,11	23,54	-0,05	31,71	-0,04	28,47
Расчет эффекта от X <sub>3</sub> -12%	2,81	8,41	-0,11	23,54	-0,05	38,21	-0,04	25,05
Расчет эффекта от совокупного влияния факторов	3,72	8,41	-0,11	18,36	-0,05	31,71	-0,04	25,05

Так внедрение вышеперечисленных технологий позволит снизить долю перепроизведенной продукции ( $X_1$ ) на 22 %, время производственного цикла ( $X_2$ ) на 17 %, обеспеченность производства нужными запасами (простой производства из-за отсутствия запасов) ( $X_3$ ) на 12 %.

В таблице 13 рассчитаем новые коэффициенты уравнения регрессии. Далее по этим коэффициентам вычислим новые значения  $Y$ , как по отдельным факторам, так и в случае совместного влияния всех трех факторов.

**Таблица 14** – Экономический эффект по предложенным мероприятиям

	$X_1$	$X_2$	$X_3$	Совокупное влияние
Экономический эффект	0,59	0,31	0,15	1,05

Рассчитаем насколько изменилась зависимая переменная по каждому параметру отдельно и в совокупности. Для этого из нового значения зависимой переменной  $Y$  скорректированного на изменение факторного признака вычтем значение  $Y$  при стандартных коэффициентах.

В таблице 14 представлен экономический эффект по предложенным мероприятиям.

Из данной таблицы видно, что  $x_1$  дает прирост  $Y$  на 0,59,  $x_2$  дает прирост  $Y$  на 0,31,  $x_3$  дает прирост  $Y$  на 0,15. При совокупном влиянии факторов переменная  $Y$  увеличится на 1,05.

При совокупном влиянии трех переменных экономический эффект составит 1,05, данный показатель означает, что зависимая переменная увеличится на 1,05.

Построенная модель позволила сделать вывод о следующих взаимосвязях. При увеличении доли перепроизведенной продукции ( $X_1$ ) на 1 % рентабельность продаж ( $Y$ ) уменьшится на 0,96 %, при увеличении времени производственного цикла ( $X_2$ ) на 1 % рентабельность продаж ( $Y$ ) уменьшится на 0,63 %, при увеличении показателя обеспеченности производства

нужными запасами ( $X_3$ ) на 1 % рентабельность продаж ( $Y$ ) уменьшится на 0,42 %.

Таким образом, в данной статье проведено совершенствование производственной логистики по выпуску фланцевых уплотнителей на ООО «КомплектСервис». По результатам корреляционно-регрессионного моделирования ООО «КомплектСервис» приведены рекомендации по улучшению логистической деятельности ООО «КомплектСервис» для совершенствования производственных бизнес-процессов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юсина, В.В. Логистика производства. Практическое пособие / В.В. Юсина. – М.: Дашков и Ко, 2019. – 368 с.
2. Чыжов, С.Е. Производственный менеджмент в сфере нефтехимии / С.Е. Чыжов. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 352 с.
3. Ташбаев, Ы.Э. Логистическое администрирование / Ы.Э. Ташбаев. – М.: ЭКСМО, 2019. – 480 с.
4. Сычева, У.М. Основы организации производства / У.М. Сычева – М.: Политехника, 2017. – 312 с.
5. Яшин, В.М. Логистические транспортные потоки: Учебно-практическое пособие / В.М. Яшин. – М.: РГГУ, 2019. – 890 с.
6. Сыцко, В.Е. Производственные технологии. Практикум / В.Е. Сыцко. – М.: Вышэйшая школа, 2016. – 174 с.
7. Ямов, П.Ш. Построение логистических систем / П.Ш. Ямов – М.: Юнайтед Пресс, 2018. – 635 с.
8. Оленников, С.А. Организация и планирование производства / Оленников С. А. – М.: Академия, 2017. – 208 с.

## IMPROVEMENT OF PRODUCTION LOGISTICS FOR THE PRODUCTION OF FLANGE SEALS ON THE EXAMPLE OF KIT SERVICE LLC

© 2024 K.V. Kartashov, A.A. Krokhnina, A.A. Lubnina

Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

In this article, the technological features of the production system of LLC “Kitservice” are considered and analyzed, as well as the KPIs of the activity of the production system of LLC “Kit Service” are studied. A correlation and regression model has been developed, and a number of actions have been formulated to improve the production activities of LLC “Kitservice”. It is revealed that a large number of excess stocks, unnecessary logistics operations, as well as equipment downtime occurs due to overproduction of products. All this suggests that there are large reserves in the production system of the enterprise to increase profitability indicators.

**Keywords:** production logistics, production system, logistics system.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-2-5-12

EDN: QGGMNR

**REFERENCES**

- 1 Yusina, V.V. Logistika proizvodstva. Prakticheskoe posobie / V.V. Yusina. – M.: Dashkov i Ko, 2019. – 368 c.
- 2 Chy`zhov, S.E. Proizvodstvenny`j menedzhment v sfere nefteximii / S.E. Chy`zhov. – M.: INFRA-M, 2016. – 352 c.
- 3 Tashbaev, Y`.E`. Logisticheskoe administrirovanie / Y`.E`. Tashbaev. – M.: E`KSMO, 2019. – 480 c.
- 4 Sy`cheva, U.M. Osnovy` organizacii proizvodstva / U.M. Sy`cheva – M.: Politexnika, 2017. – 312 c.
- 5 Yashin, V.M. Logisticheskie transportny`e potoki: Uchebno-prakticheskoe posobie / V.M. Yashin. – M.: RGGU, 2019. – 890 c.
- 6 Sy`czko, V.E. Proizvodstvenny`e texnologii. Praktikum / V.E. Sy`czko. – M.: Vy`she`jshaya shkola, 2016. – 174 c.
- 7 Yamov, P.Sh. Postroenie logisticheskix sistem / P.Sh. Yamov – M.: Yunajted Press, 2018. – 635 c.
- 8 Olennikov, S.A. Organizaciya i planirovanie proizvodstva / Olennikov S. A. – M.: Akademiya, 2017. – 208 c.

---

*Kirill Kartashov, Postgraduate Student at the Department of Logistics and Management. E-mail: kirill4652@yandex.ru*  
*Anna Krokhina, Postgraduate Student at the Department of Logistics and Management.*  
*Alsu Lubnina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor at the Department of Logistics and Management. E-mail: LubninaAA@Corp.knrtu.ru*