

УДК 330.46

Лепило Н. Н., Качар Д. Т.Донбасский государственный технический университет***E-mail: nnlepilo@mail.ru***ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ МИНИ-ПЕКАРНИ С УЧЕТОМ ЗАТРАТ НА ДОСТАВКУ ПРОДУКЦИИ**

В статье рассмотрены вопросы оптимизации производственной программы мини-пекарни на основе ABC-XYZ-анализа ассортимента выпускаемой продукции и оптимизации затрат на ее доставку в торговые точки путем выбора оптимального маршрута на основе решения задачи коммивояжера.

Ключевые слова: *экономико-математическая модель, мини-пекарня, производственная программа, оптимизация, ABC-XYZ-анализ, задача коммивояжера.*

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Хлебопекарную промышленность можно рассматривать как важную составляющую продовольственной безопасности России, поскольку хлебобулочные изделия являются одним из основных продуктов питания населения страны [1].

В последние годы наблюдается тенденция сокращения производства хлебобулочных изделий недлительного хранения, выпускаемых промышленными производителями. По данным Росстата, в 2022 году выпущено 5,1 млн т таких изделий, что составило 97,1 % к выпуску 2021 года [2] или 35 кг в расчете на одного человека. Для мини-пекарен, наоборот, наблюдается устойчивый рост выпуска продукции, что связано с повышением спроса на нетрадиционные сорта изделий с качественными ингредиентами [3].

В современных условиях рыночной конкуренции мини-пекарням необходимо анализировать спрос на выпускаемые изделия и своевременно корректировать их ассортимент, а также сокращать операционные затраты, поэтому для них актуальна задача оптимизации производственной программы на основе использования современных информационных технологий и экономико-математических моделей, реализованных на их основе.

Постановка задачи. *Целью* данной статьи является разработка рекомендаций

по оптимизации производственной программы мини-пекарни, осуществляющей производство хлебобулочных изделий и их доставку в торговые точки.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие **задачи**:

- рассмотреть теоретические, методологические и практические вопросы планирования производственной программы пекарни;
- рассмотреть программные продукты, предназначенные для автоматизации управленческой деятельности в этой сфере;
- разработать мероприятия по оптимизации производственной программы мини-пекарни с учетом затрат на доставку продукции.

Методика исследования. В работе использованы методы экономико-математического моделирования, математического программирования, статистические методы, оптимизационные методы и модели.

Изложение материала. Основными тенденциями на рынке хлеба и хлебобулочных изделий являются [4]:

- снижение спроса на традиционные хлебобулочные изделия недлительного хранения;
- предпочтение изделий в нарезку и меньшего развеса;
- внимание к полезным для здоровья продуктам;
- повышение спроса на снековую продукцию.

Небольшие пекарни могут быстро реагировать на изменяющиеся предпочтения покупателей и предложить им новые востребованные виды продукции. В последнее время массово стали создаваться мини-пекарни мощностью от 300 до 1000 кг хлебобулочных изделий в смену, для которых характерны гибкость и маневренность, использование инноваций, повышенная адаптивность к изменениям внешней среды, включая запросы покупателей [5].

В статье [6], посвященной вопросу планирования производственной программы пекарни, рассмотрены общие вопросы планирования выручки торговой точки и отмечено, что производственная программа — это живой динамичный план, требующий регулярного обновления. Чтобы обеспечивать такое обновление, необходимо накапливать и анализировать информацию о работе пекарни с помощью современных информационных технологий.

Для комплексной автоматизации предприятий, сфера деятельности которых связана с производством и продажей хлебной и кондитерской продукции, предназначена программа «1С: Предприятие 8. Хлебобулочное и кондитерское производство», позволяющая автоматизировать участки предприятия от учета материалов до планирования производства. При этом наибольший эффект достигается на предприятиях, имеющих численность персонала от 25 до 1000 человек [7]. Для целей управленческого и оперативного учета можно использовать также программу «1С: Управление нашей фирмой», предназначенную для автоматизации всех видов малого бизнеса, не перегруженную излишней функциональностью, имеющую облачную версию и легко настраиваемую под особенности производства [8].

Расчету финансовых показателей пекарни, имеющей производственную мощность до 400 килограммов хлебобулочных изделий в день, посвящена статья [9], в которой на базе плана продаж в натуральном выражении по основным ассортиментным груп-

пам выполнен анализ структуры выручки от реализации продукции и затрат на закупку ингредиентов, определены итоговые показатели эффективности мини-пекарни.

Процесс оптимизации производственной программы мини-пекарни рассмотрим на примере одного из индивидуальных предприятий (ИП) по выпуску хлебобулочных изделий города Алчевска. Производство оснащено современным оборудованием отечественных и зарубежных фирм, а ассортимент вырабатываемых предприятием изделий составляет около 30 наименований и характеризуется большим разнообразием массы, видов, рецептур и формы. Особенностью ИП является то, что оно обеспечивает доставку выпускаемых изделий в торговые точки.

С целью автоматизации управленческих процессов ИП, накопления информации о работе предприятия и ее последующего анализа разработана база данных. Модель «сущность — связь» показана на рисунке 1.

Операционные затраты мини-пекарни, кроме затрат на ингредиенты, включают затраты на заработную плату персонала пекарни и продавцов, отчисления на социальное страхование, расходы на содержание пекарни, постоянные и прочие накладные затраты, затраты на перевозки. Анализ структуры этих затрат показал, что их основная часть приходится на закупку ингредиентов и оплату труда с отчислениями на социальное страхование.

Производственная программа пекарни формируется ежедневно на основании заказов, поступающих от 11 торговых точек, с которыми заключены договоры на поставку выпускаемой продукции. При приеме заказов ИП может отказаться от поставки изделий в следующих ситуациях:

– стоимость заказа торговой точки меньше заданного порогового значения (эта величина в настоящее время составляет 300 руб.);

– суммарный заказ одного вида изделий не превышает заданного порогового значения, установленного для каждого вида изделия (такие партии выпускать невыгодно).

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

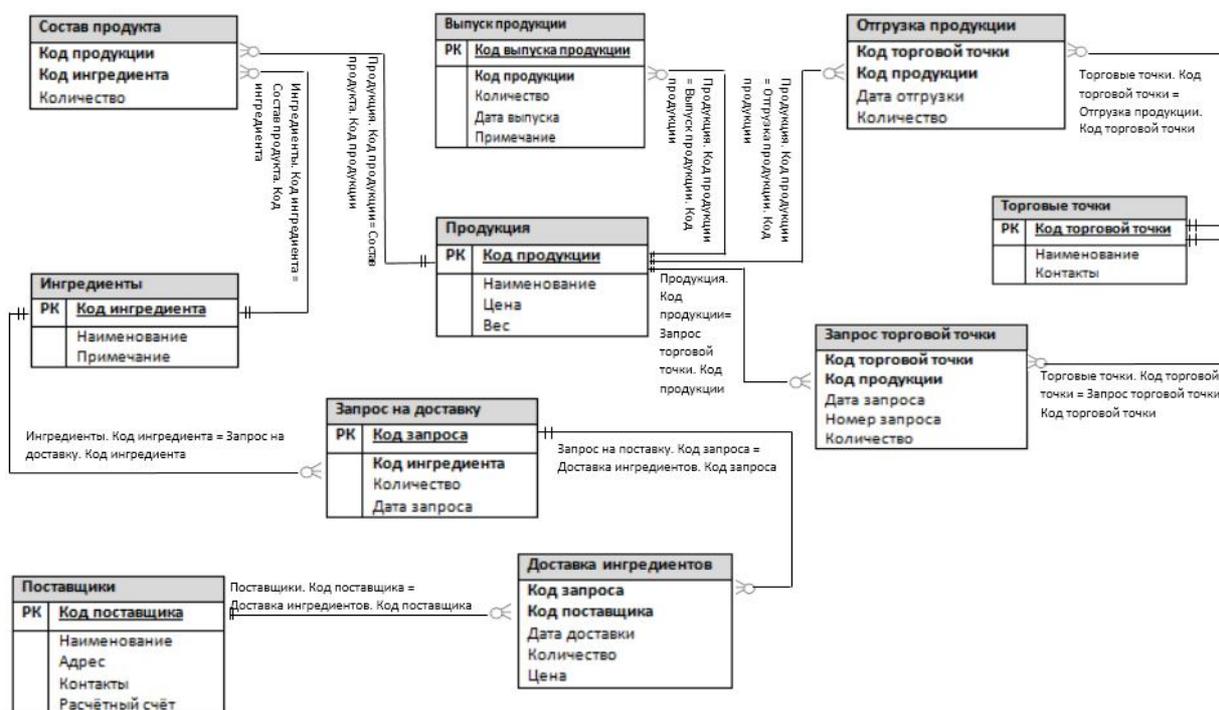


Рисунок 1 — Модель «сущность — связь»

Для обеспечения ассортимента выпускаемых изделий требуется 6 замесов теста, для которых необходимы мука, вода, дрожжи, соль, сахар и другие дополнительные ингредиенты. Их количества рассчитываются для каждого замеса на основе рецептуры изделий и количества поступивших заказов. По окончании формирования суточной производственной программы отслеживаются запасы ингредиентов. Если величина запаса какого-то ингредиента достигает установленного порогового уровня, выдается предупредительное сообщение о необходимости заказа соответствующего ингредиента.

Для управления ассортиментом выпускаемой продукции предложено использовать ABC-XYZ-анализ [10]. Рассмотрим результаты этого анализа на примере работы предприятия за период с 13.09.23 г. по 29.10.2023 г. В качестве исходных данных использована выручка от реализации 26 видов выпускаемой продукции за каждые сутки. На основе этих данных сформировано 7 периодов, каждый из которых включал информацию о выручке тех же видов продукции за неделю.

Результаты ABC-XYZ-анализа ассортимента продукции, выполненного в среде электронных таблиц, показаны на рисунке 2. Как видно из приведенных результатов, значительным товарооборотом и стабильностью отличается более половины ассортимента выпускаемой продукции (15 позиций с кодами AX, BX). Именно эти позиции обеспечивают 88 % выручки. В категорию наименее важных товаров с колебаниями спроса более 25 % (код CZ) попали два вида продукции: батон «Престиж» и хлеб тостерный белый, обеспечивающие менее 1 % выручки. Они могут являться претендентами на исключение из ассортимента.

Для анализа изменения спроса на продукцию, выпускаемую в течение недели, выполнена группировка данных о выручке от реализации тех же видов продукции по дням недели. Результаты колебаний выручки, сгруппированной по дням недели, показаны на рисунке 3. Как видно из приведенных данных, итоговая выручка практически не зависит от дня недели (ее коэффициент вариации составил 0,5 %).

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

Наименование	ABC-XYZ-анализ							Всего	Ранг в продажах	Кэф. вар.	Код ABC	Код XYZ	Общий код		
	Период														
	1	2	3	4	5	6	7								
Хлеб тостерный резаный белый	9568	8736	9048	9022	9100	8086	6994	60 554	48%	9,9%	В	Х	ВХ		
Батон нарезной	74750	76325	75975	78800	77725	73275	69350	526 200	0%	4,2%	А	Х	АХ		
Батончик с кунжутом	976	1120	1200	992	1072	1136	1072	7 568	88%	7,3%	С	Х	СХ		
Батон "Престиж"	2291	2146	1885	1769	1421	1218	1102	11 832	72%	27,0%	С	Z	CZ		
Хлеб тостерный белый	420	360	330	585	540	540	315	3 090	100%	25,4%	С	Z	CZ		
Хлеб подовый домашний	1628	1826	1804	1386	2200	1408	1298	11 550	76%	19,3%	С	У	СУ		
Хлеб подовый Колосок	9812	9812	9680	10076	10142	9790	9284	68 596	40%	2,9%	В	Х	ВХ		
Хлеб подовый Раменский	1496	1342	1430	1342	1386	1188	1298	9 482	80%	7,3%	С	Х	СХ		
Батон Николаевский	16095	16095	16298	16414	15689	14906	14413	109 910	8%	4,8%	А	Х	АХ		
Батончик заварной	720	736	528	416	592	480	416	3 888	92%	24,0%	С	У	СУ		
Хлеб серый формовой	6200	6560	6080	6320	5720	5200	4760	40 840	60%	11,1%	В	У	ВУ		
Хлеб тостерный серый	450	420	360	600	480	540	285	3 135	96%	23,7%	С	У	СУ		
Хлеб тостерный резаный серый	6060	6780	6390	6000	5550	5340	5460	41 580	56%	8,9%	В	Х	ВХ		
Хлеб Московский	14050	13625	14275	15425	13900	14075	13275	98 625	16%	4,8%	А	Х	АХ		
Хлеб белый формовой	10040	10000	9900	10000	10120	10040	9800	69 900	36%	1,1%	В	Х	ВХ		
Лаваш	8928	11880	11592	10368	9828	9936	8784	71 316	32%	11,8%	В	У	ВУ		
Рогалики	12168	12240	11376	12960	11448	10728	12960	83 880	24%	7,0%	В	Х	ВХ		
Плетенка	7392	7712	9184	8064	7008	7360	6624	53 344	52%	10,9%	В	У	ВУ		
Рог с повидлом	1012	1144	1232	1012	1188	1320	924	7 832	84%	12,6%	С	У	СУ		
Ромашка с изюмом	5456	6072	5192	5764	6204	5412	4840	38 940	64%	8,7%	В	Х	ВХ		
Ромашка с кунжутом	2400	2464	2656	2144	2336	2272	2080	16 352	68%	8,4%	В	Х	ВХ		
Ромашка с маком	19096	18700	18348	18304	18172	18084	16192	126 896	4%	5,1%	А	Х	АХ		
Ромашка с повидлом	15268	15180	14828	14652	15488	14784	14784	104 984	12%	2,1%	А	Х	АХ		
Ромашка со сгущенкой	13024	13288	12716	13112	11924	12188	12232	88 484	20%	4,2%	А	Х	АХ		
Ромашка с творогом	9328	9196	8932	9504	8844	8976	8184	62 964	44%	4,7%	В	Х	ВХ		
Помадка с маком	11440	11040	11540	11340	11880	11820	10720	79 780	28%	3,6%	В	Х	ВХ		
Диапазоны весов							Диапазоны вариации								
0%	А							0%	Х						
20%	В							10%	У						
70%	С							25%	Z						

Рисунок 2 — Результаты ABC-XYZ-анализа ассортимента продукции

Результаты выполненного по этим данным дисперсионного анализа показали, что рассчитанное значение F-статистики намного меньше критического значения, то есть различия в средних значениях выручки по дням недели статистически незначимы. В то же время для отдельных позиций (батон «Престиж», хлеб тостерный белый и серый, рог с повидлом) наблюдаются существенные колебания выручки по дням недели (коэффициент вариации больше 10 %). Это свидетельствует о том, что торговые точки корректируют ассортимент заказываемых изделий, сохраняя размер выручки.

С целью сокращения времени доставки заказанной продукции в торговые точки и

оптимизации затрат на перевозки подбирается оптимальный маршрут, выбор которого основан на решении задачи коммивояжера. Математически задача сводится к определению такой последовательности объезда торговых точек, при которой итоговая длина маршрута будет минимальной:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где c_{ij} — расстояние между i -й и j -й торговыми точками. В случае невозможности проезда из пункта i в пункт j напрямую по какой-либо причине (например, ремонта дороги) при задании матрицы расстояний это расстояние указывается очень большим (в расчете принято 1000 км);

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

x_{ij} — булевы переменные, которые равны 1, если проезд от точки i в точку j входит в оптимальный маршрут, и 0, если не входит. Чтобы обеспечить однократное посещение каждого пункта, они должны удовлетворять следующим ограничениям:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = \overline{1, n}. \quad (3)$$

Чтобы искомый маршрут не распался на отдельные циклы и был единственным, добавлено ограничение:

$$u_i - u_j + n \cdot x_{ij} \leq n - 1, i, j = \overline{2, n}, i \neq j, \quad (4)$$

где u_i — вспомогательные переменные, которые могут принимать любые действительные значения.

Задача является задачей линейного программирования, в которой целевая функция, характеризующая минимальные затраты на перевозки, задана выражением (1), а неизвестными являются значения x_{ij} (121 переменная) и вспомогательные переменные u_i (10 величин), позволяющие получить искомую последовательность доставки продукции в торговые точки. Количество ограничений, задаваемых формулами (2–4), составляет $11 + 11 + 100 = 122$ значения.

Наименование	Анализ по дням недели								Среднее	Козф. вар.
	Выручка, руб.									
	пн	вт	ср	чт	пт	сб	вс	Всего		
Хлеб тостерный резаный белый	9100	8840	8502	8580	8684	8632	8216	60 554	8 651	3,2%
Батон нарезной	73725	73925	75000	74700	75550	76100	77200	526 200	75 171	1,6%
Батончик с кунжутом	1184	1216	960	960	1040	1152	1056	7 568	1 081	9,7%
Батон "Престиж"	1624	1740	2001	1856	1624	1392	1595	11 832	1 690	11,7%
Хлеб тостерный белый	390	570	420	390	405	345	570	3 090	441	20,6%
Хлеб подовый домашний	1672	1584	1474	1694	1848	1694	1584	11 550	1 650	7,1%
Хлеб подовый Колосок	9724	9746	9680	9922	9702	9746	10076	68 596	9 799	1,5%
Хлеб подовый Раменский	1430	1386	1342	1342	1254	1342	1386	9 482	1 355	4,1%
Батон Николаевский	15254	15863	15921	16124	15892	15428	15428	109 910	15 701	2,1%
Батончик заварной	592	560	608	576	464	560	528	3 888	555	8,6%
Хлеб серый формовой	6200	5920	5640	5600	5760	5880	5840	40 840	5 834	3,4%
Хлеб тостерный серый	570	420	510	420	390	435	390	3 135	448	15,0%
Хлеб тостерный резаный серый	5700	6150	6240	6360	5880	5640	5610	41 580	5 940	5,2%
Хлеб Московский	14550	14325	13950	13875	13900	13800	14225	98 625	14 089	2,0%
Хлеб белый формовой	9940	10000	9920	10080	10080	9920	9960	69 900	9 986	0,7%
Лаваш	10512	10404	10512	9828	9720	10368	9972	71 316	10 188	3,3%
Рогалики	11304	12528	11376	11880	12600	12240	11952	83 880	11 983	4,3%
Плетенка	7808	6944	8928	7680	7744	7008	7232	53 344	7 621	8,9%
Рог с повидлом	1540	1012	1144	1100	1012	1232	792	7 832	1 119	20,7%
Ромашка с изюмом	5456	5940	6028	5412	4972	5588	5544	38 940	5 563	6,3%
Ромашка с кунжутом	2368	1984	2176	2592	2464	2592	2176	16 352	2 336	9,9%
Ромашка с маком	18832	18084	18612	18040	18128	17864	17336	126 896	18 128	2,7%
Ромашка с повидлом	14784	15488	15048	15136	14476	15180	14872	104 984	14 998	2,2%
Ромашка со сгущенкой	13024	12716	12584	12760	12584	12144	12672	88 484	12 641	2,1%
Ромашка с творогом	8888	8888	9328	8624	8800	9152	9284	62 964	8 995	2,9%
Помадка с маком	11420	11240	12120	11500	11400	10900	11200	79 780	11 397	3,3%
Итого	257591	257473	260024	257031	256373	256334	256696	1801522	257 360	0,5%

Рисунок 3 — Результаты колебаний выручки, сгруппированной по дням недели

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА

Для решения оптимизационных задач в среде электронных таблиц традиционно используется инструмент Поиск решения. Однако его возможности ограничены 200 ячейками переменных и 100 ограничениями, а также границами для ячеек переменных, что не позволяет его применить для решения поставленной задачи.

Гораздо более широкие возможности предоставляет инструмент Open Solver [11] — полностью бесплатная надстройка к Microsoft Excel, содержащая линейный, целочисленный и нелинейный оптимизатор с открытым исходным кодом. В ней отсутствуют ограничения на число пе-

ременных и условий, так как используются в основном свободно распространяемые солверы, поэтому данная надстройка и была использована для поиска оптимального маршрута доставки выпускаемой продукции.

Исходные данные и результаты решения задачи показаны на рисунке 4. В результате моделирования определяется оптимальный маршрут, позволяющий доставить продукцию в торговые точки с минимальными затратами. Как видно из приведенного рисунка, минимальные затраты на перевозки обеспечиваются при посещении торговых точек в следующем порядке: 1, 5, 6, 8, 4, 11, 9, 3, 10, 2, 7 и возврат в исходную точку 1.

Задача коммивояжера												
Матрица расстояний												
Торговая точка	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ИП	1	1000	3,1	5	7,1	3,7	4,6	2,89	4,8	5	4,8	6,4
Магазин "Качар"1	2	3,1	1000	2,6	3,2	1,13	1,81	0,54	2,62	2,47	1,69	4,1
Магазин "Айсберг"	3	5	2,6	1000	1,42	1,75	1,44	2,65	1,1	0,89	0,46	2,36
Магазин "Колосок"	4	7,1	3,2	1,42	1000	2,86	2,49	3,8	2,16	1,31	1,57	1,29
Магазин "Булат"	5	3,7	1,13	1,75	2,86	1000	0,88	1,5	1,16	2,29	1,31	3,8
Магазин "Калинина 33"	6	4,6	1,81	1,81	2,49	0,88	1000	2,35	0,33	2,13	1,21	3,6
Магазин "Магазин 10"	7	2,89	0,54	2,65	3,8	1,5	2,35	1000	1,93	2,71	2,11	4,2
Магазин "Фишка"	8	4,8	2,62	1,1	2,16	2,16	1,16	2,79	1000	1,8	0,92	3,3
Магазин "Аврора"1, ул. Липовенко 11	9	5	2,47	0,89	1,31	2,29	2,13	2,61	1,81	1000	1,22	1,67
Магазин "Аврора"2, ул. Фрунзе 42	10	4,8	1,69	0,46	1,57	1,31	1,21	2,23	0,92	1,16	1000	2,62
Магазин "Аврора"3, ул. Гныри 10	11	6,4	4,1	2,36	1,29	3,8	3,6	4,1	3,3	1,56	2,71	1000
Матрица переменных												
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Минимальный путь, обеспечивающий минимальные затраты на доставку (целевая функция)				16,4		n=	11	(число торговых точек)				
Вспомогательные переменные												
	u2	u3	u4	u5	u6	u7	u8	u9	u10	u11		
	8	6	3	0	1	9	2	5	7	4		
Ограничения												
8	0	2	5	8	7	10	6	3	1	4		
6	-2	0	3	6	5	-3	4	1	10	2		
3	-5	-3	0	3	2	-6	1	-2	-4	10		
0	-8	-6	-3	0	10	-9	-2	-5	-7	-4		
1	-7	-5	-2	1	0	-8	10	-4	-6	-3		
9	1	3	6	9	8	0	7	4	2	5		
2	-6	-4	10	2	1	-7	0	-3	-5	-2		
5	-3	10	2	5	4	-4	3	0	-2	1		
7	10	1	4	7	6	-2	5	2	0	3		
4	-4	-2	1	4	3	-5	2	10	-3	0		
Оптимальный маршрут		1	5	6	8	4	11	9	3	10	2	7

Рисунок 4 — Решение задачи подбора оптимального маршрута доставки продукции

Выводы и направление дальнейших исследований. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В современных условиях повышается роль мини-пекарен в связи с увеличением спроса на нетрадиционные качественные сорта изделий.
2. Предложена и реализована в среде электронных таблиц методика управления

ассортиментом выпускаемой продукции на основе ABC-XYZ-анализа.

3. Предложена экономико-математическая модель управления затратами на доставку заказанной продукции в торговые точки.
4. Результаты выполненных исследований рекомендованы к использованию в практической деятельности мини-пекарни.

Список источников

1. Львова Г. Н. Хлебопекарная промышленность как составляющая продовольственной безопасности страны // Вестник Московского университета имени С. Ю. Витте. Серия 1. Экономика и управление. 2022. № 2 (41). С. 26–32.
2. О промышленном производстве в 2022 году. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/11_01-02-2023.html (дата обращения: 19.10.2023).
3. Обзор рынка мини-пекарен [Электронный ресурс] // Бизнес-портал компании «1000 идей» : [сайт]. URL: <https://www.openbusiness.ru/special/project/bakery/obzor-rynka-mini-pekaren/> (дата обращения: 19.10.2023).
4. Боталова А. И., Шилова Е. В. Анализ тенденций развития рынка хлеба и хлебобулочных изделий // Вестник совета молодых ученых и специалистов Челябинской области. 2022. Т. 1. № 2 (37). С. 26–37.
5. Попова У. И., Магомедов М. Д. Перспективы развития мини-пекарен в Российской Федерации // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Т. 9. № 1А. С. 688–695.
6. Малкина Т. Как планировать объемы производства пекарни [Электронный ресурс] // Блог «Настоящей пекарни» : [сайт]. URL: <https://realbakery.ru/blog/production/production> (дата обращения: 19.10.2023).
7. 1С: Хлебобулочное и кондитерское производство. Модуль для 1С:ERP и 1С:КА [Электронный ресурс] // Инфостарт. Корпоративные решения 1С : [сайт]. URL: <https://infostart.ru/soft1c/432355/> (дата обращения: 19.10.2023).
8. Автоматизация учета в мини-пекарне [Электронный ресурс] // 1С:БухОбслуживание. ИНТЕГРА Центр : [сайт]. [2023]. URL: <https://icbo.ru/blog/mini-bakery/> (дата обращения: 19.10.2023).
9. Расчет финансовых показателей пекарни [Электронный ресурс] // Бизнес-портал компании «1000 идей» : [сайт]. URL: <https://www.openbusiness.ru/special/project/bakery/raschet-finansovykh-pokazateley-pekarni/> (дата обращения: 19.10.2023).
10. Новикова Т. В., Васильев Д. И., Левкин Г. Г. Логистика снабжения : учебное пособие. Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2023. 153 с.
11. Облачные инструменты оптимизации. URL: https://hcxl.net/optimization_tools.html#opensolver (дата обращения: 19.10.2023).

© Лепило Н. Н., Качар Д. Т.

Рекомендована к печати д.э.н., проф. каф. СКС ДонГТУ Бизяновым Е. Е.,
к.т.н., доц. каф. ЭКиПС ЛГУ им. В. Даля Велигурой А. В.

Статья поступила в редакцию 10.11.2023.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Лепило Наталья Николаевна, канд. техн. наук, доц. каф. информационных технологий Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия, e-mail: nnlepilo@mail.ru

Качар Джанат Текиновна, студ. IV курса направления подготовки «Бизнес-информатика»
Донбасский государственный технический университет,
г. Алчевск, Луганская Народная Республика, Россия

***Lepilo N. N., Kachar Dzh. T.** (Donbass State Technical University, Alchevsk, Lugansk People's
Republic, Russia, *e-mail: nnlepilo@mail.ru)

OPTIMIZATION OF THE MINI-BAKERY PRODUCTION PROGRAM WITH DELIVERY COSTS

The issues of optimizing the production program for the mini-bakery on the basis of ABC-XYZ-analysis of the produced products assortment and cost optimization of delivery to outlets by choosing the optimal route based on solving the travelling salesman problem.

Key words: economic and mathematical model, mini bakery, production program, optimization, ABC-XYZ-analyses, traveling salesman problem.