

Секция «Математические методы теории управления»

ОПТИМАЛЬНАЯ СТРАТЕГИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ ВОДОРОДА НА СОВЕРШЕННО КОНКУРЕНТНОМ РЫНКЕ С УЧЕТОМ СЕЗОННОСТИ

Н. С. Быков

Научный руководитель М. И. Гераськин

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева.

Водород является одним из наиболее перспективных и экологически чистых видов топлива, и его производство становится все более актуальным в свете стремления мирового сообщества к устойчивому развитию.

Целью данной работы является разработка оптимальной стратегии для производителя водорода. Мы планируем исследовать особенности рынка водорода, определить изменение спроса в разные сезоны, и разработать модель, которая позволит оптимизировать производство и предложение водорода, учитывая эти факторы. Наша работа направлена на то, чтобы помочь производителю водорода эффективно управлять своими ресурсами, минимизировать издержки и максимизировать прибыль при условии сезонных колебаний спроса на водород.

Для определения типа рынка определим индекс Херфиндаля–Хиршмана, для этого воспользуемся следующей формулой: $HNI = S_1^2 + S_2^2 + \dots + S_n^2$ где, S – доля компании на рынке, n – порядковый номер компании

Таблица 1. Расчёт индекса Херфиндаля–Хиршмана

Производитель	Выручка за 2022 год (млн рублей)	Доля рынка, %
«Линде Газ Рус»	7600	1,73%
«Праксэйр Рус»	4100	0,93%
«Эр Ликид»	6800	1,55%
«Нии Км»	569	0,13%
«Фёссен Эм Ай И»	126	0,03%
«Норд Газ»	196	0,04%
«ЛГЛ»	472	0,11%
«Технические газы»	347	0,08%
«Новая газовая компания Азов»	729	0,17%
«Эр Ликид Балаково»	474	0,11%
«Праксайр Волгоград»	1600	0,36%
Итого:	23013	5,23%

Полученное значение индекса ННИ составляет 33, что значительно менее 1500, поэтому рынок можно считать совершенно конкурентным.

Далее рассмотрим изменение цен на водород за 48 периодов и построим прогноз на следующие 12 периодов. Построив линию тренда, определили линейное уравнение для прогнозирования цены водорода за м3: линейная функция вида

$$p(t) = at + b$$

где p – цена, t – номер периода, a, b – коэффициенты.

С помощью функции построения линии тренда и уравнения для неё в Excel получим значения коэффициентов a, b .

$$p(t) = 3,5409t + 191,58$$

Коэффициент детерминации для этого уравнения равен 0,96 – что говорит о высокой достоверности уравнения.

Анализируя изменение цен и принимая во внимание прогнозные значения можно сказать, что цена на водород росла почти каждый период и в будущих периодах также наблюдается положительное изменение цены.

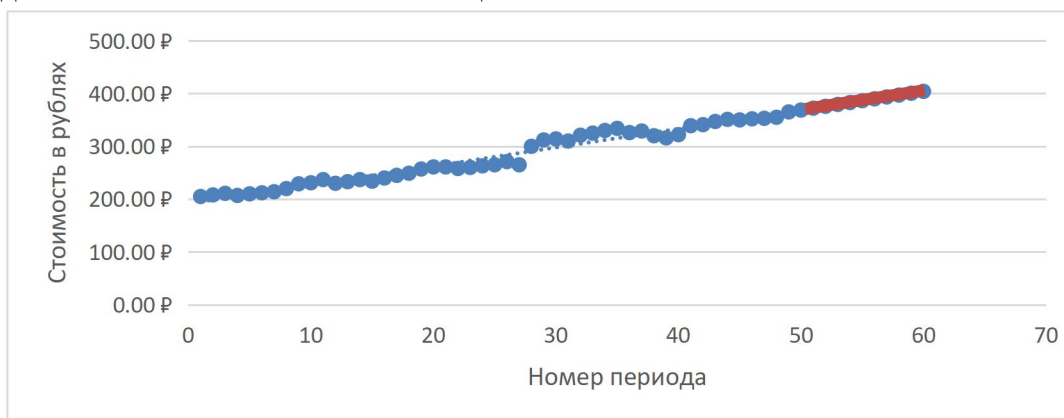


Рисунок 1 - Анализ и прогноз цены водорода

Рассмотрим зависимость издержек фирмы от объёма произведённого продукта.

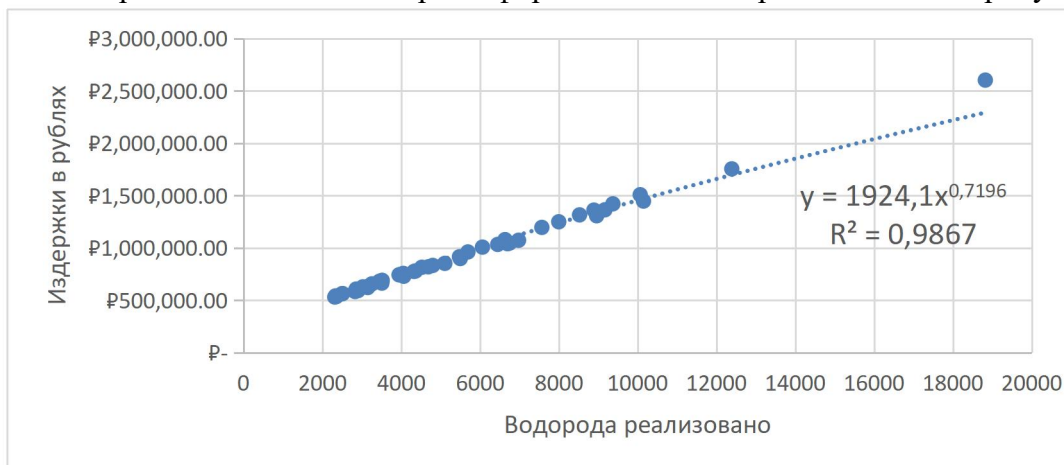


Рисунок 2 - График зависимости издержек производителя от объёма

Построим степенную линию тренда следующего вида:

$$C(Q) = aQ^{\frac{1}{r}}$$

где коэффициенты a и r соответственно:

$$C(Q) = 1924,1Q^{0,7196}$$

Теперь определим коэффициент расширения масштаба. $\frac{1}{r} < 1$, а значит наблюдаем положительный коэффициент расширения масштаба ($r > 1$). Так как в данном случае изменение в производственном потоке ведет к снижению издержек на каждую следующую

единицу продукции, то для фирмы производителя водорода оптимальной стратегией станет расширение производства, в таком случае можно добиться снижения издержек, а с учётом растущей цены на водород значительно увеличить прибыль.

Далее, необходимо на основе фактических данных спрогнозировать спрос на водород с учётом сезонности. Обратимся к данным за прошедшие 4года с ноября 2019 по октябрь 2023:

Таблица 2. Фактические данные за 48 периодов (1 период составляет 1 календарный месяц)

№ периода	месяц, год	Выручка	Водорода реализовано (м3)	Средняя Цена
1	нояб.19	646 365,00 р.	3153	205,00 р.
2	дек.19	588 640,00 р.	2830	208,00 р.
3	январь.20	612 955,00 р.	2905	211,00 р.
4	февр.20	726 570,00 р.	3510	207,00 р.
5	март.20	2 131 500,00 р.	10150	210,00 р.
6	апр.20	1 431 000,00 р.	6750	212,00 р.
7	май.20	1 093 112,00 р.	5108	214,00 р.
8	июнь.20	1 474 000,00 р.	6700	220,00 р.
9	июль.20	931 114,00 р.	4066	229,00 р.
10	авг.20	2 069 991,00 р.	8961	231,00 р.
11	сентяб.20	1 654 260,00 р.	6980	237,00 р.
12	окт.20	1 265 000,00 р.	5500	230,00 р.
13	нояб.20	738 610,00 р.	3170	233,00 р.
14	дек.20	548 655,00 р.	2315	237,00 р.
15	январь.21	552 240,00 р.	2360	234,00 р.
16	февр.21	1 125 600,00 р.	4690	240,00 р.
17	март.21	3 035 550,00 р.	12390	245,00 р.
...
48	окт.23	1 234 890,00 р.	3479	355,00 р.

Используя формулу сезонности:

$$S(t) = \frac{1}{h} \sum_{i=0}^{h-1} Q_{t+i} - \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T Q_j,$$

где Q - объём, t - номер периода, T=nh; h - количество обследуемых лет; n – периодичность. Теперь можем рассчитать сезонность для каждого месяца и вычесть её. Затем для получившихся значений применим метод скользящего среднего по формуле:

$$\bar{y}_t = \frac{1}{2p+1} \sum_{j=t-p}^{t+p} y_j = \frac{1}{m} \sum_{j=t-p}^{t+p} y_j$$

Сгладим получившийся график. Используем синусоидальную регрессию для сглаженного графика объёма производства с учётом сезонности. Получаем уравнение для прогнозирования объёма без учёта сезонности:

$$R = A \times \sin(O \times t + F) + C$$

где t – номер периода, A, O, F – коэффициенты, а C – константа

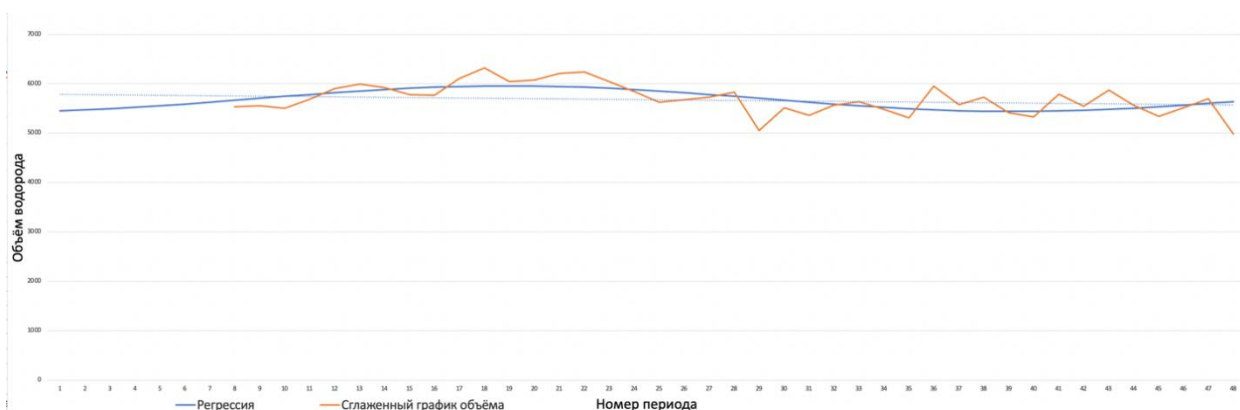


Рисунок 3 - Синусоидальная регрессия по сглаженному графику

Далее прибавим сезонность каждого месяца к прогнозному значению на период и получим прогноз на следующие 12 месяцев по объёму.



Рисунок 4 - Фактические и прогнозные значения для объёма водорода

Выводы:

С учётом положительного коэффициента расширения масштаба для фирмы оптимальной стратегией является расширение производства. Проанализировав прогнозные значения на следующие периоды, делаем вывод, что объём реализуемой продукции будет расти относительно прошлых соответствующих периодов, производителю будет выгодно расширять производство и при положительном коэффициенте масштаба снижать издержки. В таком случае увеличение прибыли произойдёт как за счёт снижения издержек, так и роста объёма реализованного продукта.

На данном рынке беспрепятственно слияние фирм, т.к. $ННН=33$, оптимальным решением для производителя может стать поглощение или объединение с другим производителем.

Список использованных источников

1. Математическая экономика: методические указания / М.И. Гераскин, О.А. Кузнецова, К.Ю. Орлова; Редсовет университета. - Самара: Изд-во "Самарский университет", 2021. - 36 с.
2. Пиндайк, Р. Микроэкономика / Р. Пиндайк, Д. Рубинфельд; сокр. пер. с англ. А. А. Малышева, Г. Ю. Трофимова. - М, 2002. - 510 с.