

ОПТИМИЗАЦИЯ КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

А.Г. Блем, Е.А. Брютова, Н.Н. Барышева (АлтГТУ им. И.И. Ползунова)

Представлен алгоритм оперативно-производственного планирования, направленный на сокращение затрат и повышение эффективности использования производственных ресурсов и учитывающих особенности функционирования предприятий зерноперерабатывающей промышленности. Предложенные модели и алгоритмы позволяют сократить число переналадок оборудования, стабилизировать складские остатки готовой продукции на нормативном уровне, существенно снизить вероятность недопоставок продукции потребителям, что в конечном итоге позволит сократить себестоимость выпускаемой продукции на 3...5 %.

Ключевые слова: оптимизация, алгоритм, календарное планирование, зерноперерабатывающие предприятия.

Введение

Основной задачей любого предприятия, в том числе предприятия зерноперерабатывающей промышленности, является сокращение себестоимости изготовленной продукции, следовательно, повышения получаемой прибыли, что может быть достигнуто за счет эффективного календарного планирования [1, 2]. Планирование производства позволяет не только снизить себестоимость продукции, но и повысить производительность, обеспечить равномерную загрузку оборудования и переналадку линий [2].

Разработка алгоритма календарного планирования производства представляет достаточно сложную задачу. Несмотря на то, что в работах представлено на сегодняшний день большое количество алгоритмов, в том числе и с использованием нечеткой логики, генетических алгоритмов, систем, основанных на знаниях [2–5], вопрос о разработки эффективного алгоритма остается актуальным.

Целью работы является разработка алгоритмов оперативно-производственного планирования, направленных на сокращение затрат и повышение эффективности использования производственных ресурсов и учитывающих особенности функционирования выбранного предприятия зерноперерабатывающей промышленности.

Объектом исследования является зерноперерабатывающее предприятие ООО «Алтан». Основной спецификой деятельности данного предприятия является производство продуктов питания, а именно макаронных изделий.

Производство макаронных изделий относится к серийному производству и осуществляется на специализированных производственных линиях. При переходе с обработки одного вида продукции на другой требуется переналадка линии [9]. На предприятии ООО «Алтан» для изготовления продукции используются две одинаковые производственные линии, работающие круглосуточно.

В настоящее время в связи с растущим спросом на продукты питания предприятие загружено почти на 100% производственной мощности, как и остальные предприятия Алтайского края (brl.mk.ru). В этих условиях приобретает особое значение оптимизация календарного планирования производства [6–8, 11], что по-

зволит наиболее полно использовать производственные мощности.

Основу календарного планирования серийного производства составляет расчет оптимальных размеров партий производства изделий, а также календарных графиков работы производственных линий [7].

В предыдущих исследованиях [8] была предложена математическая модель расчета оптимальных партий производства, которая может быть использована для данного объекта:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = \sum_{i=1}^n (Z_i * D_i / (P_i * X_i) + X_i * ((P_i - g_i)) / 2 * C_i * E_n) \rightarrow \min, \quad (1)$$

$Z_i * D_i / (P_i * X_i)$ — затраты на переналадки за год (по i -ой продукции),

$X_i(P_i - g_i) * C_i * E_n$ — издержки на хранение за год (по i -ой продукции),

$$\sum_{i=1}^n (D_i / P_i + D_i / (P_i * X_i) * t) \leq T, \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n (X_i * (P_i - g_i) / 2) \leq S, \quad (3)$$

где i — номер номенклатуры; n — общее число позиций (видов продукции, выпускаемых на предприятии); Z_i — затраты на переналадку i -й продукции (руб.); D_i — прогноз годовых продаж i -ой продукции (т); P_i — темп производства i -й продукции (т/сут.); X_i — число дней производства i -ой продукции (управляемая переменная), соответственно, $P_i * X_i$ — размер партии (т) при производстве i -ой продукции; g_i — темп потребления i -й продукции (т/сут.); C_i — цена i -й продукции; t — время на переналадку линии при переходе с одного вида продукции на другой; T — годовой фонд времени работы линии (сут.); S — емкость склада (т); E_n — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений.

Целевая функция (1) представляет собой суммарные годовые затраты, включающие издержки, связанные с хранением запасов готовой продукции на складах предприятия, и затраты на переналадку линий при переходе с выпуска одной продукции на другую.

Формула (2) — это ограничение по суммарным затратам времени на переналадку и работу линий, которые не могут быть больше их годового фонда, а (3) — ограничение по емкости складов предприятия.

Отметим, что в условиях рыночной экономики нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений (E_n) определяется современными предприятиями самостоятельно. Он является ориентиром для менеджмента фирмы с точки зрения обеспечения требуемого уровня рентабельности бизнеса. В целом по макроэкономике (согласно данным tishanskiysdk.ru) в 2019 г. данный коэффициент брался в размере 0,14. По данным <https://rosinfostat.ru/gentabelnost/#i-2> рентабельность сельского хозяйства в 2016–2018 гг. была на уровне 19%, обрабатывающих предприятий — на уровне 11%, при этом по предприятиям Алтайского края (в целом) всего 6%.

Затраты на переналадку линии (Z_i) включают заработную плату наладчиков, расходы на вспомогательные материалы, потери от технологического брака, и могут быть достаточно точно посчитаны экономической службой любого предприятия.

При производстве макаронных изделий трудоемкость переналадки практически не зависит от типа продукции, технологический брак также сопоставим для разных изделий, хотя в алгоритмах предусмотрено возможное различие значений Z_i .

Разработка алгоритмов оперативно-производственного планирования

Для решения задачи оптимизации календарного планирования предлагается следующий алгоритм:

1. Решается задача расчета оптимальных размеров партий без учета ограничений.

В этом случае получается задача на поиск экстремума нелинейной функции переменных X_1, X_2, \dots, X_n , которая сводится к решению n задач оптимизации функции одной переменной:

$$f(X_i) = (Z_i * D_i / X_i + (X_i * (P_i - g_i) / 2) * \Pi_i * E_n) \rightarrow \min \quad (4)$$

В результате получаем решение:

$$X_i^{opt} = \sqrt{(2 * Z_i * D_i) / (P_i * (P_i - g_i) * \Pi_i * E_n)}, i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Формула (5) расчета оптимального времени производства того или иного вида продукции представляет собой модификацию известной формулы оптимального размера заказа Уилсона (Вилсона) [10, 12] с учетом специфики исследуемого предприятия.

2. Проверяется выполнение ограничений (2) и (3).

Если ограничения выполняются, то полученные по формуле (5) X_i^{opt} значения являются решением задачи, соответственно оптимальные размеры партий производства продукции равны $P_i * X_i^{opt}$.

Если не выполняются оба ограничения (1) и (2), то решения задачи просто не существует, поскольку ограничения (2) и (3) являются разнонаправленными: с ростом размера партии левая часть ограничения (2) уменьшается, а левая часть ограничения (3) увеличивается. Если такой случай имеет место в условиях реального производства, это говорит о том, что предприятие не сможет выполнить план без увеличения производственных мощностей и (или) складских помещений.

2.1 Не выполняется ограничение (2), то есть фонда времени работы линий не хватает для работы с оптимальными партиями, полученными по формуле (5), и требуется увеличение размеров партий относительно их оптимальных значений. Математическая модель в этих условиях можно представить в виде:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = \sum_{i=1}^n (Z_i * D_i / (P_i * X_i) + X_i * ((P_i - g_i) / 2 * \Pi_i * E_n)) \rightarrow \min \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n (D_i / P_i + D_i / (P_i * X_i) * t) = T \quad (7)$$

Модель (6)-(7) представляет собой модель оптимизации функции нескольких переменных с одним ограничением в форме равенства, и может быть сведена к оптимизации функции Лагранжа:

$$L(X_1, X_2, \dots, X_n) = \sum_{i=1}^n (Z_i * D_i / (P_i * X_i) + X_i * ((P_i - g_i) / 2 * \Pi_i * E_n) + \lambda (\sum_{i=1}^n (D_i / P_i + D_i / (P_i * X_i) * t) - T)) \rightarrow \min \quad (8)$$

В качестве алгоритма нахождения минимума данной функции предложен итерационный алгоритм последовательного пропорционального пошагового увеличения всех значений X_i^{opt} до тех пор, пока не будет выполняться ограничение (2).

2.2 Не выполняется ограничение (3), то есть складских площадей недостаточно для работы с оптимальными партиями, полученными по формуле (5), и требуется уменьшение размеров партий относительно их оптимальных значений. Математическая модель в этих условиях можно представить в виде:

$$f(X_1, X_2, \dots, X_n) = \sum_{i=1}^n (Z_i * D_i / (P_i * X_i) + X_i * ((P_i - g_i) / 2 * \Pi_i * E_n)) \rightarrow \min \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n (X_i * (P_i - g_i) / 2) = S \quad (10)$$

Модель (9)-(10) также может быть сведена к оптимизации функции Лагранжа:

$$L(X_1, X_2, \dots, X_n, \lambda) = \sum_{i=1}^n (Z_i * D_i / (P_i * X_i) + X_i * ((P_i - g_i) / 2 * \Pi_i * E_n) + \lambda (\sum_{i=1}^n (X_i * (P_i - g_i) / 2) - S)) \rightarrow \min \quad (11)$$

Для нахождения минимума данной функции аналогично предыдущему случаю предложен итерационный алгоритм последовательного пропорционального пошагового уменьшения всех значений X_i^{opt} до тех пор, пока не будет выполняться ограничение (3).

Изменение нормативного коэффициента эффективности капиталовложений (E_n) на 50% приводит к изменению оптимальных значений партий на 17...18%, а изменение E_n на 100% (например, двукратное увеличение значения E_n) приводит к изменению оптимальных значений партий на 29...30%, то есть изменения ΔX в 3...4 раза меньше изменения ΔE_n .

При этом значения En представляет сознательный выбор предприятия в соответствии с его экономической, в том числе, инвестиционной политикой.

При воздействии переменной Zi на оптимальные значения наблюдается аналогичная тенденция. Например, увеличение Zi на треть (на 33%) приводит к изменению оптимальных размеров партий всего на 16%.

Таким образом, данные результаты согласуются с общей теорией управления запасами, из которой известно, что в точке оптимума кривая функции затрат является довольно полой.

Алгоритм формирования почасового календарного графика работы производственных линий

Рассмотрим постановку данной задачи для случая, когда уже сформирован предварительный план поставок продукции получателям. Без ограничения общности примем, что время переналадки линии при переходе на обработку нового изделия равно одному часу.

Будем считать, что на предприятии работает m одинаковых линий.

Введем дополнительные переменные: T_q — величина планового периода, ч; t — текущий час планового периода; T_d — величина планового периода, дни; τ — текущий день планового периода; $\Gamma_j(t)$ — загрузка j -линии в t -час планового периода, возможные значения $\Gamma_j(t)$: «н», «1», «2», «3», ..., «n», где «н» означает, что в час t производится наладка линии, в остальных случаях указывается номер изделия (1, 2, ..., n), которое изготавливается на линии в t -час.

Таким образом, график работы линии — множество $\langle \Gamma_j(1), \Gamma_j(2), \dots, \Gamma_j(T_q) \rangle$.

$S_i(0)$ — запас i -го изделия на складе готовой продукции к началу планового периода; S_i — текущее значение объема выпуска изделия i с учетом начального запаса на складе готовой продукции; Q_i — темп производства i -го изделия (т/час), $Q_i = Pi / 24$; $W_{i,\tau,k}$ — план поставки i -го изделия k -получателю в τ день

планового периода; $W_{i,\tau} = \sum_{k=1}^h W_{(i,t,k)}$ — план поставки

i -го изделия в τ день планового периода всем получателям, h — общее число получателей в плановом

периоде; $U_{i,\tau} = \sum_{t=1}^{\tau} W_{(i,t)}$ — план поставки i -го изделия

нарастающим итогом за τ дней планового периода $\tau = 1, T_d$; $\Pi_{i,t}$ — план производства i -го изделия в t -час планового периода; $H_{i,\tau}$ — план производства i -го изделия в τ — день планового периода; $B_{i,\tau}$ — план производства i -изделия нарастающим итогом за τ дней планового периода; $D_{i,\tau}$ — недопоставка (дефицит) i -ой продукции в τ — день планового периода.

Кратко опишем алгоритм формирования графика работы производственных линий.

1. Текущий час готовности работы всех линий примем как $t_j=1$; текущее значение объема выпуска по из-

делиям полагается равным запасу готовой продукции на начало планового периода: $S_i = S_i(0)$, $j = 1, m$, $i = 1, n$.

2. Определяется текущий индекс срочности (K_j) по каждому изделию:

$K_i = \tau$, где τ определяется из условия: $(S_i \geq U_{i,\tau-1}) \wedge (S_i < U_{i,\tau})$.

3. Выбирается изделие с наименьшим значением K_j , пусть это изделие g .

4. Выбирается линия j с наименьшим значением t_j .

Если для всех линий выполняется условие: $t_j \geq T_q$, (текущий час готовности линии больше или равен периоду моделирования), то моделирование завершается, график работы линий сформирован.

5. Текущий час t_j в графике работы выбранной в п. 3.1 линии j полагается занятым на наладку ($\Gamma_j(t_j) = \langle n \rangle$), часы $(t_j + 1)$, $(t_j + 2)$, ..., $(t_j + X_g)$ работы линии j помечаются индексом «g» (эти часы отводятся на обработку g -ого изделия), X_g — число часов производства g -ой продукции $X_g = 24 * X_g^{onm}$.

6. Увеличивается объем производства g -го изделия: $S_g = S_g + Q_g * X_g$.

7. Изменяется текущий индекс срочности по g -му изделию: $K_g = \tau$, где τ определяется из условия: $(S_g \geq U_{g,\tau-1}) \wedge (S_g < U_{g,\tau})$.

8. Текущий час готовности линии j полагается равным: $t_j = t_j + X_g + 1$; переход к п. 3.

Когда графики работы линий сформированы, можно определить планы производства продукции в натуральном и стоимостном выражениях за любой период планируемого месяца.

План производства i -го изделия в t -час:

$$\Pi_{i,t} = \sum_{j=1}^m (P_j / 24) * \mu_{i,j,t}, \text{ где } \mu = 1 \text{ при } \Gamma_j(t) = i \text{ и } \mu = 0 \text{ при } \Gamma_j(t) \neq i.$$

План производства i -го изделия в τ — день планового периода:

$$H_{i,\tau} = \sum_{t=24\tau-23}^{24\tau} \Pi_{i,t}$$

План производства i -го изделия нарастающим

$$\text{итогом за } \tau \text{ дней планового периода: } B_{i,\tau} = \sum_{t=1}^{\tau} H_{i,t}$$

Недопоставка (дефицит) i -ой продукции в τ — день планового периода: $D_{i,\tau} = U_{i,\tau} - (S_i(0) + B_{i,\tau})$, если $U_{i,\tau} - (S_i(0) + B_{i,\tau}) > 0$, и $D_{i,\tau} = 0$, если $U_{i,\tau} - (S_i(0) + B_{i,\tau}) \leq 0$.

Разработанные математические модели и алгоритмы оптимизации календарного планирования прошли апробацию на предприятии по производству макаронных изделий ООО «Алтан».

Расчет оптимальных партий изготовления продукции

Исходные данные представлены в табл. 1: производительность линии (т/ч) и P (т/сут.), план производства на год PLG (т), среднесуточный спрос G (т/сут.), остаток на складе на начало моделируемого месяца S(t).

Таблица 1. Исходные данные и результаты расчета оптимальных партий производства продукции

№	Наименование	Производительн. (т/ч)	P (т/сут.)	PLG (т/г.)	G (т/сут.)	S (остаток,т)	X (дней/ч)	Партия (т)	F (затраты) (руб.)
1	Рожки	1,100	26,400	3083,940	8,567	25,670	3,13/75	82,632	223598,71
2	Перья	1,160	27,840	3484,200	9,678	33,830	3,22/77	89,645	233563,46
3	Рожки витые	1,100	26,400	2974,200	8,262	16,400	3,05/73	80,520	221454,02
4	Маргаритка	1,000	24,000	119,760	0,333	3,550	0,56/13	13,440	53239,18
5	Пуговка	1,050	25,200	80,160	0,223	3,600	0,44/11	11,088	43668,07
6	Вермишель	1,000	24,000	2167,920	6,022	24,550	2,75/66	66,000	197420,82
7	Серпантин	1,150	27,600	1106,400	3,073	7,800	1,57/38	43,332	153614,06
8	Сапожок	1,150	27,600	2783,400	7,732	22,780	2,76/66	76,176	219288,56
9	Ракушка	1,160	27,840	266,400	0,740	3,600	0,73/18	20,323	78890,52
10	Колечко	1,150	27,600	417,600	1,160	5,260	0,93/22	25,668	97986,25
Итого годовые затраты (значение целевой функции (1))								1522723,65 руб.	

Результаты расчета оптимальных партий изготовления продукции по модели (1) – (5) также представлены в табл. 1: X – оптимальное число дней/ч производства продукции (рассчитывается по формуле (4)), оптимальный размер партии (m), равен $X \cdot P$, Затраты на производство F , соответствующие оптимальным партиям,

Расчет месячного календарного графика изготовления продукции

Для изготовления продукции используются две одинаковые производственные линии, работающие круглосуточно. Исходными данными для расчета календарного графика работы линий служат рассчитанные оптимальные партии изготовления продукции и план сбыта продукции на текущий месяц, сформированный в отделе сбыта на основании заключенных договоров на поставку продукции. Фрагмент плана сбыта продукции представлен в табл. 2.

По изложенному выше алгоритму был сформирован календарный график работы линий на месяц, фрагмент которого представлен в табл. 3.

Из представленного фрагмента календарного графика следует, что на первой линии в период 45...54 ч месяца изготавливается изделие 1 (Рожки), затем в 55 ч происходит переналадка (смена матрицы) и начинается производство изделия 3 (Рожки витые). На линии 2 с 45 по 55 ч производится изделие 2 (Перья), затем переналадка на выпуск изделия 4 (Маргаритка), которое изготавливается с 57 по 66 ч месяца, после чего происходит переналадка на изделие 6 (Вермишель).

На основании сформированного графика рассчитываются выходные переменные системы календарного планирования: общее число переналадок за период, натуральные показатели производства продукции по дням месяца, остатки на складе, а также стоимостные показатели, характеризующие затраты на переналадку оборудования, издержки, связанные с хранением запасов готовой продукции, возможные потери от дефицита (неудовлетворенного спроса). В рамках рассматриваемого примера все сроки и объемы поставки продукции потребителям в соответствии с планом отдела сбыта были выдержаны в полном объеме.

Таблица 2. План сбыта продукции на месяц

Товары	Дни месяца								
	1	2	3	4	...	28	29	30	Итого
Рожки	7580	8200	9015	9230	...	10100	8200	10400	256995
Перья	8550	10300	11150	8650	...	11300	9250	9100	290350
Рожки витые	9200	8150	8400	7900	...	8450	7950	8300	247850
Маргаритка	0	1280	0	550	...	0	0	750	9980
Пуговка	0	0	1050	0	...	0	978	500	6678
Вермишель	6260	7500	5950	6180	...	6450	5200	5450	180660
Серпантин	3100	3250	2950	3550	...	4200	2500	3150	92200
Сапожки	7350	7180	7750	8100	...	7450	8250	7900	231950
Ракушка	750	0	2500	850	...	500	0	2500	22200
Колечко	1100	1250	950	900	...	1150	1000	1150	34800

Таблица 3. Фрагмент календарного графика работы производственных линий

№ часа	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Линия 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Н	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Линия 2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Н	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	Н	6

*Суди о прожитом дне не по урожаю,
который ты собрал, а по тем семенам,
что ты посеял в этот день.*

Роберт Льюис Стивенсон

Заключение

В работе представлены математическая модель расчета оптимальных партий производства, алгоритм формирования почасового календарного графика работы производственных линий.

Предложенные модели и алгоритмы позволяют сократить число переналадок оборудования вдвое (в условиях рассмотренного примера с 55 переналадок за месяц до 26 переналадок), стабилизировать складские остатки готовой продукции на нормативном уровне, существенно снизить вероятность недопоставок продукции потребителям, что в конечном итоге позволит сократить себестоимость выпускаемой продукции на 3...5%.

Список литературы

1. *Вороненко В.П.* Организация оперативно-календарного планирования на этапах ТПП многономенклатурного производства с учетом его текущего состояния / В.П. Вороненко, М.И. Седых, А.Д. Шашин // Вестник МГТУ Станкин. - 2018. - № 3. - С. 14.
2. *Нырко Д.Е.* Анализ перспективных алгоритмов объемно-календарного планирования позаказного производства мебели / Д.Е. Нырко, А.В. Стариков // Лесотехнический журнал. 2017. №3 (27).
3. *Ouelhadj D.* Survey of dynamic scheduling in manufacturing systems / D. Ouelhadj, S. Petrovic // Automated Scheduling, Optimisation and Planning Research Group, School of Computer Science and IT. - 2009. - 27 p.
4. *Meziane F.* Intelligent systems in manufacturing: current development and future prospects / F. Meziane, S. Vadera, K. Kobayashi, N. Proudlov // Integrated manufacturing systems. - 2000. - Vol. 11, iss. 4. - pp. 218-238.
5. *Yusof Y.* Survey on computer-aided process planning / Y. Yusof K. Latif // The international journal of advanced manufacturing technology. - 2014. - Vol. 75, iss. 1, pp 77-89.
6. *Зеленская Т.М., Ванжула Д.В., Ковалева К.А.* Применение методов сетевого планирования и управления в сельскохозяйственном производстве // Научный журнал КубГАУ - Scientific Journal of KubSAU. 2015. №109.
7. *Ершова И.В.* Оперативно-производственное планирование: учебное пособие / И.В. Ершова, Т.А. Минеева, Е.В. Черепанова. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2016. - 96 с.
8. Оптимизация оперативного планирования производства на предприятиях агропромышленного комплекса: / Блем А.Г., Сопов Р.А. - Барнаул.: Наука и молодежь 2018/ материалы 15-ой всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.
9. *Блем А.Г., Руппель В.И.* Оптимизация оперативно-производственного планирования на зерноперерабатывающих предприятиях // Ползуновский альманах. - 2019. № 4. С. 133-135.
10. *Макаркин Н.П.* Экономическая оптимизация количества запасных элементов технических систем с учетом фактора надежности // Вестник МГУ. 2016. №4.
11. *Serebryakova N.A., Volkova T.A., Volkova S.A.* Risk Management as a Factor of Sustainable Development of Enterprise. In: Popkova E. (eds) Overcoming Uncertainty of Institutional Environment as a Tool of Global Crisis Management. Contributions to Economics. Springer, Cham. - 2017.
12. *Шрайбфедер Дж.* Эффективное управление запасами / Пер. с англ. М: Альпина Бизнес Букс. 2005. С. 71-72.

Блем Александр Генрихович – канд. эконом. наук, доцент, *Брютова Екатерина Андреевна* – магистрант, *Барышева Надежда Николаевна* – канд. техн. наук, доцент кафедры «Информационные системы в экономике» Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова.
E-mail: alblem@mail.ru katbrutova@mail.ru mnn-t@mail.ru

Система мониторинга оборудования ОПТИМУМ – заработала на ОС Аврора

В системе мониторинга производственного оборудования «ОПТИМУМ» создана возможность работы с использованием мобильных устройств на операционной системе Аврора. Это позволит внедрять систему на промышленных предприятиях, являющихся объектами критической информационной инфраструктуры (КИИ).

Система мониторинга производственного оборудования «ОПТИМУМ» разработана ООО «Цифровые интеллектуальные промышленные технологии», которое является совместным предприятием ПАО «Кировский завод» и резидента Фонда «Сколково» ООО «Институт развития цифровой экономики» (ИРЦЭ).

Система мониторит два параметра: сколько времени станок работал под нагрузкой и по каким причинам находился в простое. Первый показатель снимается автоматически с помощью токовых датчиков, которые одеваются на фазы приводов станка как клипсы. Датчики передают данные по беспроводному каналу связи. Информацию о причинах простоя вводит оператор станка, используя мобильное приложение.

Эти два параметра позволяют получить 80% экономического эффекта от внедрения подобного рода систем. Для внедрения системы не требуется прокладки дополнительных проводов, глубоких изменений процессов, длительного обучения персонала. Целый цех можно подключить к системе мониторинга за несколько дней без дополнительных затрат на инфраструктуру, а первые результаты будут заметны уже через две недели.

Мобильная операционная система Аврора для смартфонов и планшетов, разработанная компанией «Открытая мобильная платформа», имеет сертификаты ФСБ России по уровню защиты информации от несанкционированного доступа класса АК2 и ФСТЭК России на соответствие требованиям профиля защиты операционных систем типа "А" 4 класса защиты и по 4 уровню доверия. Аврора содержит встроенное средство криптографической защиты информации «Следопыт SSL», сертифицированное ФСБ России по классу КС2. Это значит, что она может использоваться в государственных информационных системах, на объектах КИИ и при работе с персональными данными, включая медицинские.

<https://omprussia.ru> <https://auroraos.ru>