

## СТРАТЕГИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА

**Чадеев В.М., Аристова Н.И.**

*Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН*  
chavama@ipu.ru, avtprom@ipu.ru

*Аннотация. Рассматривается процедура выбора оптимальной (по критерию числа рабочих в системе жизнеобеспечения) схемы автоматизации в автономных системах производства. Используется абстрактная модель производства инвариантная к видам технологических операций (ТО). Рассмотрены три уровня автоматизации на автономной станции: полностью ручная, без автоматов, сборка изделий. Автоматизация производства изделий с помощью покупных автоматов. Автоматизация производства не только изделий, но и используемых для их производства автоматов. Приводятся алгоритмы определения оптимального распределения типов роботов по видам ТО.*

Ключевые слова: самовоспроизведение роботов, автоматизация, степень автоматизации, система жизнеобеспечения, технологическая операция, время выполнения операции, инвариантная к видам технологических операций теория производства

### **Введение**

В наше время любое производство той или иной степени изначально проектируется как автоматизированное. Для реализации такого производства имеется широкий спектр средств автоматизации разной стоимости и разных возможностей [1-3].

Существуют ситуации, в которых автоматизация производства стоит особенно остро, например, полярные и орбитальные станции. Цель людей, работающих на станциях, - исследования.

В то же время эти же люди должны заниматься жизнеобеспечением станций, на которых они живут. В случае поломки какой-либо детали системы жизнеобеспечения возникает дилемма:

- доставить деталь с большой земли, что ну очень дорого;
- изготовить эту деталь на станции. Для этого нужно иметь станки и инструмент на самой станции, то есть на самой станции иметь производство.

В какой-то степени такое производство сейчас уже существует на станциях. Вопрос в том, до какой степени нужно автоматизировать производство в таких замкнутых системах?

Более сложные примеры автономных систем: станция на Луне, экспедиция на Марс, атомная подводная лодка, какая-либо страна в экономической блокаде и т.п. В этих случаях организация собственного производства не вызывает сомнения. Целью автоматизации производства в таких системах будет минимизация зависимости от Земли или минимизация импорта.

Каждая конкретная автономная система производства всегда имеет свои особенности, присущие только ей. При этом автономные системы производства имеют общую архитектуру, включающую одинаковые по выполняемым функциям блоки, отличающиеся только размерностью.

Для описания любой автономной системы производства необходимо иметь:

- список всех изготавливаемых в ней изделий (включая роботов);
- описание процедуры изготовления каждого вида изделия;
- описание процедуры изготовления каждого типа роботов;
- характеристики роботов как элементов производства;
- список и характеристики всех видов технологических операции (ТО), необходимые для изготовления всех видов изделий и роботов;
- общее число людей в автономной системе.

Цель работы, имея перечисленные данные рассчитать схему автоматизации автономного производства, в которой затраты людей минимальны.

## 1 Абстрактная модель автономной системы

Абстрактная модель содержит следующие элементы: трудовые ресурсы, роботы, покупные изделия, воспроизводимые изделия. На рис. 1 показана схема автономной системы производства.



Рис. 1. Абстрактная модель автономной системы.

Автономная система содержит два контура. В первом контуре (жирные линии) работает система самовоспроизведения роботов, во втором - система жизнеобеспечения людей. Контуры связаны блоком производства изделий, необходимых для жизнеобеспечения. Второй контур обеспечивает жизнь сотрудников, работающих непосредственно в этом контуре, и свободных

людей, которые могут заниматься исследованиями и другими работами, непосредственно не связанными с жизнеобеспечением.

Реально существующие автономные системы не совсем автономны. Полярные арктические и антарктические станции периодически (обычно раз в год) получают подпитку с большой земли, орбитальные станции периодически получают пресную воду, доставляемую ракетами, и т. п.

В модели на рис. 1 неполная автономность учитывается входной переменной под условным названием «импорт». В качестве импорта могут выступать, например, покупные детали для изделий или покупные роботы.

Для проектирования системы жизнеобеспечения на автономной станции требуется определенный набор исходных данных. Эти данные в той или иной степени случайны, однако здесь будет рассмотрен только детерминированный случай. Это относится к значениям времени выполнения операций, ресурсам роботов, уровню брака и т. п. Учет всех этих случайностей сводится к вычислению вероятности брака.

По уровню автоматизации для автономных систем можно выделить три степени автоматизации, требующих для своего расчета специальных алгоритмов.

Рассмотрим три уровня автоматизации на автономной станции.

1. Полностью ручная, без автоматов, сборка изделий.
2. Автоматизация производства изделий с помощью покупных автоматов.
3. Автоматизация производства не только изделий, но и используемых для их производства автоматов.

Переход с уровня на уровень осуществляется в зависимости от длительности работы станции и размера экипажа. Главная задача – минимизация затрат человеческого времени на жизнеобеспечение. Далее будет изложен алгоритм решения этой задачи для конкретных условий.

Для экономически целесообразного перехода на второй уровень производство изделий должно быть, по крайней мере, серийным. Для экономически целесообразного перехода на третий уровень и производство автоматов должно быть серийным.

Для расчета автономной системы необходимо иметь характеристики элементов абстрактной модели, в которую входят люди, изготавливаемые изделия и средства автоматизации.

## 2 Характеристики изделий и роботов автономной системы

### 2.1 Характеристики изделий

Свойства изделий, которые необходимо производить в системе, определяются матрицами [4]

$$(1) \quad n = \|n_{ki}\| = \begin{vmatrix} n_{11} & n_{21} & \cdots & n_{k1} & \cdots & n_{s1} \\ n_{12} & n_{22} & \cdots & n_{k2} & \cdots & n_{s2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ n_{1i} & n_{2i} & \cdots & n_{ki} & \cdots & n_{si} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ n_{1m} & n_{2m} & \cdots & n_{km} & \cdots & n_{sm} \end{vmatrix},$$

$$(2) \quad N = \|N_k\| = \|N_1 \quad N_1 \quad \cdots \quad N_k \quad \cdots \quad N_s\|,$$

$$(3) \quad D = \|d_k\| = \|d_1 \quad d_2 \quad \cdots \quad d_k \quad \cdots \quad d_s\|,$$

где  $n_{ki}$  – число ТО  $i$ -го вида необходимое для изготовления одного изделия  $k$ -го вида,  $S$  - число видов изделий,  $N_k$  - число изделий  $k$ -го вида, которое необходимо изготовить,  $d_k$  – стоимость покупных изделий, необходимых для изготовления одного изделия  $k$ -го вида.

### 2.2. Характеристики роботов

Свойства системы роботов, которые будут работать на станции, определяются следующим набором матриц [4]

$$(4) \quad b = \|b_{ji}\| = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{21} & \dots & b_{j1} & \dots & b_{f1} \\ b_{12} & b_{22} & \dots & b_{j2} & \dots & b_{f2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{1i} & b_{2i} & \dots & b_{ji} & \dots & b_{fi} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_{1m} & b_{2m} & \dots & b_{jm} & \dots & b_{fm} \end{pmatrix},$$

где  $b_{ji}$  – время выполнения ТО  $i$ -го вида роботом  $j$ -го типа,  $f$  – общее число типов используемых на производстве роботов.

$$(5) \quad h = \|h_{ji}\| = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{21} & \dots & h_{j1} & \dots & h_{f1} \\ h_{12} & h_{22} & \dots & h_{j2} & \dots & h_{f2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{1i} & h_{2i} & \dots & h_{ji} & \dots & h_{fi} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h_{1m} & h_{2m} & \dots & h_{jm} & \dots & h_{fm} \end{pmatrix},$$

где  $h_{ji}$  – число ТО  $i$ -го вида, необходимое для изготовления одного робота  $j$ -го типа.

Ресурсы роботов  $T$ , стоимости роботов  $C$  и стоимости единицы рабочего времени роботов  $\lambda$  задаются следующим набором матриц, где индекс  $j$  обозначает тип робота:

$$(6) \quad T = \|T_j\| = \|T_1 \quad T_2 \quad \dots \quad T_f\|,$$

$$(7) \quad C = \|C_j\| = \|C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_f\|,$$

$$(8) \quad \lambda = \|\lambda_j\| = \|\lambda_1 \quad \lambda_2 \quad \dots \quad \lambda_f\|.$$

### 2.3. Характеристики человека

Для полного описания процесса производства на автономной станции к характеристикам изделий и роботов следует добавить характеристики человека как полноценного участника воспроизведения системы жизнеобеспечения. Производственные возможности людей содержатся в матрице [4]

$$(9) \quad G = \|g_i\| = \|g_1 \quad g_2 \quad \dots \quad g_m\|,$$

где  $g_i$  – время выполнения человеком ТО  $i$ -го вида. Для сокращения формул иногда будет удобно рассматривать человека, как робота 0-го типа. Тогда вместо (9) будем записывать

$$(10) \quad b_0 = \|b_{0i}\| = \|b_{01} \quad b_{02} \quad \dots \quad b_{0m}\|.$$

Второй характеристикой человека как элемента производственной системы является его ресурс. Ресурсом человека  $T_0(t)$  будем считать общий объем его рабочего времени за время работы на станции  $t$  (например, за год).

### 3 Матрица автоматизации

На автономной станции в системе жизнеобеспечения работают и люди и целая система роботов. Задача планирования автоматизации производства состоит в таком распределении работ между людьми и роботами, чтобы минимизировать затраты людей. Для этого как инструмент управления используется матрица автоматизации:

$$(11) \quad A = \|\alpha_{ji}\| = \begin{pmatrix} \alpha_{11} & \alpha_{21} & \cdots & \alpha_{j1} & \cdots & \alpha_{f1} \\ \alpha_{12} & \alpha_{22} & \cdots & \alpha_{j2} & \cdots & \alpha_{f2} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \alpha_{1i} & \alpha_{2i} & \cdots & \alpha_{ji} & \cdots & \alpha_{fi} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \alpha_{1m} & \alpha_{2m} & \cdots & \alpha_{jm} & \cdots & \alpha_{fm} \end{pmatrix},$$

где  $\alpha_{ij}$  – уровень автоматизации ТО  $i$ -го вида, выполняемых роботом  $j$ -го типа. Уровень автоматизации должен удовлетворять условиям

$$(12) \quad 0 \leq \alpha_{ji} \leq 1; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 0, 1, \dots, m.$$

Если все, ТО  $i$ -го вида выполняются автоматом, то уровень автоматизации  $\alpha_i$  равен 1, если человеком, то 0. Для всех видов ТО должно выполняться равенство

$$(13) \quad \sum_{j=0}^f \alpha_{ji} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, m.$$

Равенство (13) означает, что при необходимости в ходе изготовления изделия выполнить ТО определенного вида это обязательно должен сделать или человек, или один из типов роботов. Если это условие не будет выполнено, то сборка изделия не будет завершена, и, как следствие, изделие не будет изготовлено, а пойдет в брак.

Стоимость изготовления изделия  $G(A)$  является функцией матрицы автоматизации. Оптимальная матрица автоматизации  $A$ , то есть при которой стоимость изготовления минимальна, содержит только 0 и 1. Это значит, что элементы матрицы  $\alpha$  лежат на границе области определения (12). При этом в каждой строке матрицы  $A$  в соответствии с (13) есть не нулевой элемент.

#### 4 Вычисление стоимости изделия

Стоимость автоматизированного изготовления изделия системой роботов с использованием матрицы автоматизации (11) вычисляется по формуле [5-7]:

$$(14) \quad G_k(\alpha) = \sum_{i=1}^m \alpha_{0i} b_{0i} \lambda_0 n_{ki} + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} b_{1i} \lambda_1 n_{ki} + \cdots + \sum_{i=1}^m \alpha_{fi} b_{fi} \lambda_f n_{ki},$$

где  $m$  – число видов ТО, необходимых для изготовления изделия,

$b_{ij}$  – время выполнения ТО  $i$ -го вида автоматом  $j$ -го типа,  $\lambda_j$  – стоимость единицы рабочего времени автомата  $j$ -го типа,  $g_i$  – время выполнения ТО  $i$ -го вида человеком,  $f$  – общее число типов роботов, доступных для автоматизации,  $n_{ij}$  – число одинаковых ТО  $i$ -го вида, необходимых для изготовления изделия  $G_k(\alpha)$ .

В (14) первая сумма – это затраты человека, вторая – затраты робота первого типа, последняя – затраты робота  $f$ -го типа. Записав более компактно, получим общую формулу для вычисления стоимости изделия:

$$(15) \quad G_k(\alpha) = \sum_{j=0}^f \sum_{i=1}^m \alpha_{ji} b_{ji} \lambda_j n_{ki},$$

Стоимость *ручного* изготовления изделия – отправная точка всех расчетов по оценке эффективности автоматизации. Для этого случая (15) примет более простой вид

$$(16) \quad G_k(0) = \sum_{i=1}^m g_i n_{ki},$$

где  $n_{ki}$  – число ТО  $i$ -го вида необходимое для изготовления одного изделия  $k$ -го вида,  $g_i$  – время выполнения ТО  $i$ -го вида человеком.

## 5 Данные, необходимые для расчета автономных систем жизнеобеспечения

Исходные данные, необходимые для расчетов, должны содержать информацию об изделиях, которые будут использоваться на станции, о технологии их изготовления и о доступных средствах автоматизации их производства. Эти данные содержатся в списках.

Список 1 длиной  $S$  строк всех видов изделий, необходимых для существования станции.

Список 2 длиной  $m$  строк всех видов ТО, необходимых для изготовления каждого из  $S$  видов изделий из списка 1.

Список 3 длиной  $S$  строк, содержащий размеры партий изделий каждого вида, необходимых для работы станции в течение  $T$  лет.

Список 4 длиной  $f$  строк доступных типов роботов, которые могут выполнять все или некоторые ТО из списка 2.

Таблицу производственных характеристик роботов из списка 4 (стоимость, ресурс, время выполнения ТО из списка 2).

Характеристики рабочих, которые будут изготавливать изделия из списка 1 (рабочее время, время выполнения ТО из списка 2).

## 6 Порядок расчета автономной системы жизнеобеспечения

### 6.1. Требуемое количество рабочей силы

Максимальное количество рабочей силы потребуется на автономной станции, если все ТО, необходимые для изготовления предметов жизнеобеспечения будут выполнять рабочие. Вычислим число рабочих, необходимых для жизнеобеспечения станции. Для этого сначала вычисляется стоимость ручного изготовления каждого из  $S$  видов изделий

$$(17) \quad G_k = \sum_i g_i n_{ki}, \quad k=1, 2, \dots, S.$$

Затем вычисляется стоимость изготовления всех  $S$  партий изделий:

$$(18) \quad G = \sum_k G_k N_k$$

Наконец, вычисляется необходимое число рабочих

$$(19) \quad N_0 = G/T_0,$$

где  $T_0$  – годовой ресурс рабочего.

Следующий шаг – определить схему автоматизации производства. Цель автоматизации производства изделий – уменьшить число рабочих, занятых жизнеобеспечением станции. Эта задача решается в несколько этапов. Первый этап – поиск оптимального вектора автоматизации.

### 6.2. Оптимальный вектор автоматизации

Задача выбора оптимальной схемы автоматизации состоит в том, чтобы определить какой тип робота выполняет заданный вид ТО с максимальной эффективностью.

Первый критерий отбора – *время* выполнения ТО. Из всех типов роботов выбирается тот, который выполняет заданную операцию за минимальное время.

Иногда более важным оказывается другой критерий выполнения ТО, учитывающий стоимость и ресурс робота.

Второй критерий отбора – *стоимость* выполнения ТО

Порядок определения вектора автоматизации по критерию стоимости выполнения ТО.

Сначала вычисляется стоимость единицы рабочего времени всех типов роботов

$$(20) \quad \lambda_j = C_j / T_j, \quad j=0, 1, \dots, f.$$

Затем составляется матрица стоимости выполнения всех видов ТО всеми типами роботов с элементами

$$(21) \quad X = \|x_{ij}\| = \|b_i \lambda_j\|, \quad i=1, 2, \dots, m; \quad j=0, 1, \dots, f.$$

В каждой строке, соответствующей определенному виду ТО, матрицы  $X$  выбирается минимальное значение стоимости выполнения и тип робота, соответствующий этому столбцу:

$$(22) \quad z_i = \min \langle x_{i0} \quad x_{i1} \quad \dots \quad x_{if} \rangle, \quad i=1, 2, \dots, m.$$

где  $z_i$  – минимальная стоимость выполнения ТО  $i$ -го вида одним из  $(f+1)$  типов роботов. Формируется оптимальный вектор автоматизации»

$$(23) \quad Z(x) = Z(z_1 \ z_2 \ \dots \ z_i \ \dots \ z_f),$$

где  $z_i$  – минимальная стоимость выполнения ТО  $i$ -го вида одним из  $(f+1)$  типов роботов.

$$(24) \quad Rz = Rz(Rz1 \ Rz2 \ \dots \ Rzi \ \dots \ Rz f),$$

где  $Rzi$  – тип робота, который выполняет ТО  $i$ -го вида за минимальную стоимость (это может быть любой из  $(f+1)$  типов).

### 6.3. Вычисление минимальной стоимости изделий

Оптимальная стоимость одного изделия  $k$ -го вида вычисляется по формуле

$$(25) \quad C_k = \sum_i z_i n_{ki}, \quad k=1, 2, \dots, S$$

где  $z_i$  – стоимость выполнения ТО  $i$ -го вида роботом  $Rzi$  из (24), что автоматически обеспечивает минимальную достижимую в данной системе роботов стоимость изделий.

Порядок вычислений сведен в табл. 1. Отметим, что в клетках таблицы стоят величины  $z_i n_{ki}$ , которые представляют собой вклад робота  $Rzi$  в *стоимость* изготовления изделия  $Ik$ . На выполнение этой операции робот истратит часть своего ресурса, которая связана со стоимостью операции соотношением (21).

Таблица 1. Порядок вычисления минимальной стоимости изделий

Вид ТО	Z(x)	Rz	Z(x)	И1	И2	...	Иk	...	ИС
ТО-1	$z_1$	Rz1		$z_1 n_{11}$	$z_1 n_{21}$	...	$z_1 n_{k1}$	...	$z_1 n_{s1}$
ТО-2	$z_2$	Rz2		$z_2 n_{12}$	$z_2 n_{22}$	...	$z_2 n_{k2}$	...	$z_2 n_{s2}$
...	...	...		...	...	...	...	...	...
ТО-i	$z_i$	Rzi		$z_i n_{1i}$	$z_i n_{2i}$	...	$z_i n_{ki}$	...	$z_i n_{si}$
...	...	...		...	...	...	...	...	...
ТО-m	$z_m$	Rzm		$z_m n_{1m}$	$z_m n_{2m}$	...	$z_m n_{km}$	...	$z_m n_{sm}$
C				$C_1$	$C_2$	...	$C_k$	...	$C_s$

Стоимость всех партий изделий:

$$(26) \quad C = \sum_k C_k N_k.$$

Алгоритм (22) гарантирует экономию труда по сравнению с ручной сборкой  $\Delta G = G - C \geq 0$ .

### 6.4. Время работы каждого типа роботов в системе роботов

На следующем шаге необходимо определить, сколько и каких типов роботов следует закупить, чтобы выполнить всю программу изготовления изделий с помощью роботов. Для этого нужно определить, какую часть своего ресурса каждый тип роботов истратит на *оптимальную по стоимости* программу изготовления изделий.

Время, истраченное роботом типа  $Rzi$  на изготовление всех изделий  $k$ -го вида, вычисляется по формуле

$$(27) \quad q_{ki} = N_k n_{ki} b_i,$$

где  $N_k$  – величина партии изделий  $k$ -го вида,  $n_{ki}$  – число ТО  $i$ -го вида, необходимое для изготовления одного изделия  $k$ -го вида,  $b_{iz}$  – время выполнения ТО  $i$ -го вида роботом  $Rzi$ , выполняющим эту операцию за минимальную стоимость.

Порядок вычислений сведен в таблицу 2.

Таблица 2. Порядок вычисления индивидуальных затрат времени роботов

Вид ТО	Z(b)	Rz	И1	И2	...	Иk	...	ИС	Q
						$q_{ki} = N_k \cdot n_{ki} \cdot b_{iz}$			
ТО-1	$z_1$	Rz1	$q_{11}$	$q_{21}$	...	$q_{k1}$	...	$q_{s1}$	$Q_1$
ТО-2	$z_2$	Rz2	$q_{12}$	$q_{22}$	...	$q_{k2}$	...	$q_{s2}$	$Q_2$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Вид ТО	Z(b)	Rz	И1	И2	...	Иk	...	ИС	Q
ТО-i	$z_i$	$R_{zi}$	$q_{1i}$	$q_{2i}$	...	$q_{ki}$	...	$q_{si}$	$Q_i$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
ТО-m	$z_m$	$R_{zm}$	$q_{1m}$	$q_{2m}$	...	$q_{km}$	...	$q_{Sm}$	$Q_m$

В последнем столбце табл. 2 стоят суммарные затраты  $Q_i$  времени робота типа  $R_{zi}$  на выполнение всех ТО  $i$ -го вида для изготовления всех видов изделий, которые вычисляются следующим образом

$$(28) \quad Q_i = \sum_{k=1}^S q_{ki}, \quad i=1, 2, \dots, S.$$

Необходимое число роботов, выполняющих ТО  $i$ -го вида по минимальной стоимости, для выполнения всей программы вычисляется по формуле:

$$(29) \quad N_{Ri} = Q_i / T_{Ri},$$

где  $N_{Ri}$  – число роботов,  $Q_i$  – объем работ,  $T_{Ri}$  – ресурс робота.

### Выводы. Проектирование автоматизированной автономной системы производства

Представлен алгоритм организации автономного автоматизированного производства.

- 1) Вычислить оптимальный вектор автоматизации, соответствующий имеющейся системе роботов и заданным спискам ТО. Необходимо разобрать две схемы автоматизации: одна обеспечит минимальное время изготовления изделий, другая - минимальную их стоимость.
- 2) Вычислить стоимость изделий при изготовлении по оптимальной схеме.
- 3) Определить объем занятости каждого типа роботов.
- 4) Определить необходимое число рабочих.
- 5) Определить необходимое число роботов каждого типа.
- 6) Определить оптимальную схему автоматизации покупными роботами.
- 7) Определить оптимальную схему автоматизации изготавливаемыми роботами.

Это можно сделать по приведенным выше формулам.

### Литература

1. *Vassilyev S.N., Novikov D.A., Bakhtadze N.N.* Intelligent Control of Industrial Processes, IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control, 2013 pp. 49-57.
2. *Garnier S., Dumas C., Caro S., Furet B.* Quality Certification and Productivity Optimization in Robotic-based Manufacturing, IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control, 2013, pp. 855-860.
3. *Wencai Wang and Yoram Koren.* Design Principles of Scalable Reconfigurable Manufacturing Systems, IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management and Control, 2013. pp. 1427- 1432.
4. *Чадеев В. М., Аристова Н. И.* Самовоспроизведение механических роботов. М.: СИНТЕГ. 2012. - 312 с. ISBN 978-5-89638-123-5.
5. *Аристова Н. И., Чадеев В.М.* Оценка эффекта автоматизации массового производства // Автоматизация в промышленности. 2016. №5. с 6-9.
6. *Chadeev V.M., Aristova N.I.* Control of Industrial Automation, IEEE Xplore Digital Library, Tenth International Conference Management of Large-Scale System Development (MLSD). 2017.
7. *Chadeev V.M., Aristova N.I.* Production Automation Control Theory Invariable with the Industry, IEEE Xplore Digital Library, Tenth International Conference Management of Large-Scale System Development (MLSD). 2017.