благоприятных условий для развития бизнеса на территории нашей страны (в том числе обеспечение экономической стабильности и юридических гарантий).

Список использованных источников:
1.Каширина М.В. Развитие и государственное регулирование малого предпринимательства в самарской области // Вестник Самарского муниципального института управления. 2016. № 1. С. 32-38.
2.Кононова Е.Н., Тюкавкин И.Н. принципы разработки стратеги управления информатизацией региональных промышленных предприятий // Аудит и финансовый анализ. 2012. № 6. С. 316-320.
3.Костин М.Д., Удалов А.А. Интеграционная политика стран БРИКС: механизмы создания валютно-финансового союза // Инновационная наука. – 2015. №7-1 (7). С.118-122.
4.Несмеянова Н.А., Толкачева С.Е., Удалов А.А. Некоторые проблемы формирования благоприятного климата для иностранных инвестиций // NovaInfo.ru. – 2016. Т. 2. № 45. – С.217-221.

ДИСКРЕТНАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ СИНХРОНИЗАЦИИ ПО СОСТОЯНИЮ МЕЖДУ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Кобенко А.В.[1], **Клентак А.С.**[2]
Министерство экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области[1]

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, г. Самара[2]

Ключевые слова: синхронизация, производственный элемент, технологический комплекс.

Наиболее эффективным способом организации выпуска продукции является ритмичное, синхронизированное по всем этапам и процессам производство изделий. Это связано с тем, что отклонения от ритмичности, снижение уровня синхронизации приводят к тому, что производственные мощности загружены неравномерно, что ведет к значительным потерям. В этой связи предпочтительнее наладить ритмичный выпуск продукции на протяжении каждой смены планового периода [2].

Рассмотрим проблему дискретной синхронизации процессов в производственной системе, представляющей собой технологический комплекс

---

[1]Вице-губернатор – Министр экономического развития, инвестиций и торговли Самарской области.
[2]Ассистент кафедры Теплотехники и тепловых двигателей, кандидат технических наук.

(ТК), состоящий из *n* последовательно соединенных производственных элементов (ПЭ). Первый ПЭ потребляет сырье в количестве $z_0(t_0)$, а выпускаемая им и всеми другими, кроме последнего, продукция служит сырьем для последующего технологического процесса. Последний элемент выпускает готовую продукцию.

Состояние каждого ПЭ изменяется в дискретные периоды времени $t = 1,2, ...,T,$ где T конечный момент времени. Состояние каждого ПЭ системы в момент времени t задается вектором $z_i(t_1)\ldots, z_i(T)$, i=1,n. Исходное (начальное) состояние системы определяет вектор $z_0(t_0)$, конечное $z_n(T)$. Начиная с исходного состояния $z_0(t_0)$, переход системы в момент t из состояния $z_i(t-1)$, в состояние $z_i(t)$ осуществляется посредством управляющего параметра $u_i(t)=(u_{i1}(t), u_{i2}(t),\ldots, u_{im}(t))$. Пусть $U_i(t)$ множество допустимых управлений в момент t, $u_i(t) \in U_i(t)$.

Состояние выходных параметров каждого производственного элемента зависит от состояния предыдущего элемента [3]. Для описания задачи выбора состояний элементами и ТК используем следующие обозначения:

$y_i(t) = (z_{i-1}(t), z_i(t)) \in Y_i(t)$ - вектор состояния и множество его возможных значений для i-го элемента в момент времени t;

$y_{1i}(t) \in Y_{1i}(t) =\Pi_{s=1}^{i} Y_s(t)$ вектор состояния i-ой подсистемы, состоящей из i-последовательно соединенных от 1-го, до i-го (1,i) элементов и множество ее возможных значений в момент времени t;

$y_{1n}(t) \in Y_{1n}(t) =\Pi_{s=1}^{n} Y_s(t)$ - вектор состояния ТК в целом, состоящего из n последовательно соединенных элементов и множество его возможных значений в момент времени t;

$r_i(t) \in R_i(t)$ - вектор параметров i-го элемента и множество его возможных значений в момент времени t.

Предположим, что изменение состояний дискретной системы в каждый момент времени описывается функцией, которая зависит от состояния предыдущего элемента и управления в период t:

$$y_i(t+1)=f_i(r_i(t), y_i(t,y_{i-1}(t))), i=1,n,t=1,T$$

С учетом введенных обозначений множества $Y_i(t)$,i=1,n,t=1,T. представляют собой технологические и ресурсные ограничения для каждого элемента в каждый момент времени.

Пусть целевые функции элементов имеют вид:

$$J_i(y_i(t), u_i(t)) = \sum_{t=1}^{T} \varphi_i(a_i(t), y_i(t), u_i(t)), i=1,n$$

Тогда задачу выбора состояний каждым элементом можно представить следующим образом:

$$\begin{gathered} J_i(y_i(t), u_i(t)) = \sum_{t=1}^{T} \varphi_i(a_i(t), y_i(t), u_i(t)) \rightarrow max, i=1,n \\ y_i(t+1)=f_i(r_i(t), y_i(t,y_{i-1}(t))), i=1,n,t=1,T, r_i(t) \in R_i(t) \\ y_i(t) = (z_{i-1}(t), z_i(t)) \in Y_i(t), u_i(t) \in U_i(t) \end{gathered} \tag{1}$$

Зависимость технологического множества $Y_i(t, y_i(t), y_{i-1}(t))$ и целевой функции элемента не только от своего состояния, но и от состояний предыдущих элементов усложняет задачу выбора (1). Это усложнение связано с тем, что эффективность функционирования ТК с последовательной схемой соединения ТП будет определяться синхронизацией по состоянию, выбираемых производственными элементами. Для сбалансированности потоков результатов работы всех технологических процессов необходимо решение задачи синхронизации целевых функций между ними.

Будем считать, что целевая функция последнего элемента

$$J_n(a_n,y_{1n}) = \sum_{t=1}^{T}(a_n(t), y_{1n}(t))$$

характеризует количественно эффективность работы одновременно и этого элемента и ТК в целом. Значение целевой функции $J_n(a_n,y_{1n})$ зависит не только от состояний $y_n(t), t = 1,T$, выбираемых последнем элементом, но и от состояний $y_i(t), t = 1,T, i = 1,n-1$ выбранных предыдущими элементами. Поэтому задача определения максимального значения $J_n(a_n,y_{1n})$ сводится к определению не только оптимальных значений $y_n(t), t = 1,T$, но и оптимальных с точки зрения критерия $J_n(a_n,y_{1n})$ состояний $y_i(t), t = 1,T, i = 1,n-1$ других элементов.

При известной информации о возможностях элементов задача выбора состояний $y_i(t), t = 1,T, i = 1,n-1$ имеет вид

$$J_n(a_n,y_{1n}) = \sum_{t=1}^{T}\varphi_i(a_i(t), y_i(t)) \xrightarrow[y_{1n}(t)]{} max$$

где $y_{in}(t), t \in \prod_{s=1}^{n} Y_s(t)$, $t=1,T$ (2)

при ограничениях:

$y_i(t+1)=f_i(r_i(t), y_i(t,y_{i-1}(t))), i=1,n, t=1,T, r_i(t) \in R_i(t)$

$y_i(t) = (z_{i-1}(t), z_i(t)) \in Y_i(t) \in Y_i(t)$

Обозначим область допустимых решений через F_{1n}. Из решения этой задачи определяются такие значения состояний $y_i(t), t = 1,T, i = 1,n$ всех элементов, при которых значение целевой функции последнего элемента $J_n(a_n,y_{1n})$ максимально.

Решение задачи (2) образует множество $P_n(r_n,J_n) = \arg max_{y_{1n} \in F_{1n}} J_n(a_n,y_{1n})$ и для любого состояния ТК $y_{1n}(t)^* = (y_i(t)^*, t = 1, T, i=1,n) \in P_n(r_n,J_n)$ справедливо неравенство:

$$J_n(a_n,y_{1n}^*) \geq J_n(a_n,y_{1n}),\ y_{1n}(t) \in Y_{1n}(t),\ t=1,T$$

Обозначим через $J_i^0(a_i, y_i^*(t)), t = 1,T, i = 1,n$ значения целевых функций всех элементов, определенных при состояниях $P_n(r_n,J_n)$, найденных в результате решения задачи (2).

Определим состояния элементов, которые максимизируют значения целевых функций элементов $J_i\ \left(a_i, y_{1i}^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n$. Задача определения максимального значения целевой функции i-го элемента $J_i\ \left(a_i, y_{1i}^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n$ сводится к определению не только состояний $y_i(t)$,но и определению состояний $y_s(t)$,s=1,i-1,t=1,T всех предыдущих элементов. При известной информации о возможностях элементов задача выбора состояний $y_{1i}(t)=(y_s(t)$,s=1,i-1,t=1,T) максимизирующих значение целевой функции i-го элемента $J_i\ \left(a_i, y_{1i}^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n$ можно записать в виде:

$$J_i\ \left(a_i, y_{1i}^*(t)\right) \xrightarrow[y1i(t)\ \in Y1i(t)]{} max \tag{3}$$

Пусть

$y_{1i}^*(t)\ =\ \mathrm{ar}gmax_{y_{1i}(t)\in Y_{1i}}$ $J_i(a_i,y_{1i}(t))$ - оптимальное состояние, обеспечивающее максимальное значение целевой функции i-го элемента $J_i(a_i,y_{1i}(t))$. Обозначим максимальную величину целевых функций элементов, определенных при состояниях $y_{1i}^{**}(t)$=($y_s^{**}(t)$, s=1,i-1,t=1,T), найденных в результате решения задачи (3) через $J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right), t$ = 1,T,i = 1,n-1,т.е.

$$J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right) = \max_{y1i(t)\ \in Y1i(t)} J_i\ \left(a_i, y_{1i}^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n-1$$

Величина $J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right)$ представляет собой максимальное значение целевой функции, которое может получить i-й элемент при заданном критерии $J_i\ \left(a_i, y_{1i}^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n$, заданном объеме сырья $z_0(t_0)$ и заданных технологических ограничениях для всех элементов от 1-го до i -го включительно.

Состояния элементов $y_{1i}^{**}(t)$=($y_s^{**}(t)$, s=1,i-1,t=1,T), определенные с точки зрения критерия i-го элемента $J_i(a_i,y_{1i}(t))$ могут отличатся от состояний $y_s^{**}(t)$, s=1,i-1,t=1,T, определенных на основании критерия последнего элемента $J_n(a_n,y_{1i}(t)$, характеризующего эффективность работы всей технологической цепочки. Тогда реализация выбранных элементами состояний $y_i^{**}(t)$ приведет к снижению оптимальной величины $J_i^0\left(a_i, y_i^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n$. Определив разность между значениями $J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right)$ и $J_i^0\left(a_i, y_i^{**}(t)\right), t = 1,T, i = 1,n$ можно выявить снижение уровня синхронизации по состоянию в производственной системе с последовательно соединенными элементами. Следующая лемма позволяет установить снижения уровня синхронизации между двумя значениями целевых функций каждого элемента.

Лемма 1.1. Пусть $J_i^0\left(a_i, y_i^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n$ значения целевых функций при состояниях $y_i^*(t),\ t = 1,T, i = 1,n-1$, определенных в соответствии с (2), а $J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right),\ t = 1,T, i = 1,n-1$ определяются в соответствии с (3). Тогда

$$\Delta J_i^*\left(y_i^*(t)\right) = J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right) - J_i^0\left(a_i, y_i^*(t)\right) \geq 0, \tag{4}$$

$$t = 1,T, i = 1,n-1$$

Доказательство. Значение $J_i^0\left(a_i, y_i^{**}(t)\right)$ получено при состоянии $y_i^*(t)$ обеспечивающее максимум $J_n(a_n,y_{1i}(t)$. Так как $y_i^*(t) \in Y_{1i}(t)$, то из этого следует, что

$J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right)$ =max $J_n(a_n,y_{1i}(t)$ $\geq J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right)$ = $J_i^0\left(a_i, y_i^*(t)\right)$, $t = 1,T, i = 1,n-1$, где

$y_i^{**}(t) = y_s^{**}(t), s = 1,i, t = 1,T) = \ argmax_{y_{1i}(t) \in Y_{1i(t)}}$ $J_i(a_i,y_{1i}(t))$

$y_{1n}^*(t) = y_i^*(t), i = 1,i, t = 1,T) = \ argmax_{y_{1n}(t) \in Y_{1n(t)}}$ $J_n(a_n,y_{1n}(t))$

Откуда получаем:

$$\Delta J_i^*\left(y_i^*(t)\right) = J_i^*\left(a_i, y_{1i}^{**}(t)\right) - J_i^0\left(a_i, y_i^*(t)\right) \geq 0,$$
$$t = 1,T, i = 1,n-1$$

Из доказанной леммы следует, что если какой-то элемент, реализует оптимальное состояние, выбранное с точки зрения его критерия . $J_i(a_i,y_{1i}(t))$, то максимальное значение целевой функции последнего элемента $J_n(a_n,y_{1n}(t))$ уменьшается на величину $\Delta J_i^*\left(y_i^*(t)\right)$ и, следовательно, уменьшится эффективность работы всей производственной системы. Величины снижения уровня синхронизации $\Delta J_i^*\left(y_i^*(t)\right), t = 1,T, i = 1,n-1$ характеризуют, таким образом, количественную меру несбалансированности целевой функции последнего элемента с целями всех других элементов, соединенных в последовательную схему.

Организацию синхронизации целей между последним элементом и всеми другими предыдущими элементами ТК можно осуществить рядом способов. Один из способов заключается в выборе целевых функций элементов или переменной части их таким образом, чтобы для любого реализуемого и оптимального с позиции критерия последнего элемента состояния $y_i\ (t) \in Y_i\ (t),\ y_i\ (t) \in P_n(a_n, J_n)$ разность $\Delta J_i^*\left(y_i^*(t)\right)$ была величиной неположительной, т.е. $\forall y_i^*(t) \in Y_i\ (t),\ \Delta J_i^*\left(y_i^*(t)\right) \leq 0, t = 1,T, i = 1,n-1.$

Для решения задачи синхронизации целей по состоянию введем в рассмотрение следующую целевую функцию элементов:

$$J_i^0\left(a_i, y_i^*(t)\right), y_i(t)) = J_i(a_i,y_{1i}(t)) + c_i\left(y_i^*(t), y_i(t)\right),$$
$$t = 1,T, i = 1,n-1 \qquad (5)$$

$$\text{где } c_i\left(y_i^*(t), y_i(t)\right) = \begin{cases} c_i\left(y_i(t)\right) > 0, \text{если } y_i(t) = y_i^*(t) \\ \quad\quad 0, \text{ если } y_i(t) \neq y_i^*(t) \end{cases}$$

Величина $c_i\left(y_i^*(t), y_i(t)\right)$ является переменной частью целевой функции решении в задачи синхронизации и представляет собой управляющее воздействие для i-го элемента в случае реализации состояний, обеспечивающих максимум целевой функции последнего элемента.

Для синхронизации целей последнего элемента с целями всех других предыдущих элементов необходимо выполнение следующих условий организации сбалансированного взаимодействия между элементами с последовательной схемой соединения:

$$\forall y_i(t) \in Y_i(\, y_i^*(t),\ (y_{i-1}^*(t)), y_i^*(t) \in\ P_n(a_n, J_n): J_i\big(a_i, y_i^*(t)\big) + \tag{6}$$

$$c_i\big(y_i^*(t)\big) \geq \max_{yi(t)\ \in Y_i(\, y_i^*(t), (y_{i-1}^*(t))} J_i\ \big(a_i, y_i^*(t)\big),$$

$t = 1, T, i = 1, n - t = 1, T, i = 1, n -$Целевая функция каждого элемента, как следует из (5) зависит от выбранного им состояния $y_i(t)$ и состояния $y_i^*(t)$, обеспечивающего максимум целевой функции последнего элемента. Сравнение значений состояний $y_i(t)$ и $y_i^*(t)$ позволяет осуществить оценку результатов функционирования каждого элемента и в соответствии с этой оценкой выбрать такие значения управляющих воздействий $c_i\big(y_i^*(t)\big)$, чтобы выполнялись условия (6).

Будем считать, что состояния $y_{1n-1}^*(t)$=$(y_i^*(t), t = 1, T, i = 1, n - 1$, обеспечивающие максимум целевой функции последнего элемента, согласованы с целями всех предыдущих элементов $J_i\ \big(a_i, y_i^*(t)\big), = 1, T, i = 1, n -$,если для любого $y_i^*(t)\ \in\ Y_i(\, y_i^*(t),\ (y_{i-1}^*(t))$ выполняется неравенство

$$c_i\big(y_i^*(t)\big) \geq \Delta J_i^*\big(y_i^*(t)\big) \in P_n(a_n, J_n), t = 1, T, i = 1, n - 1 \tag{7}$$

Множество синхронизированных состояний, обеспечивающих выполнение (7) запишем в виде:

$$S_i = \left(y_i^*(t) \in P_n(a_n, J_n) \middle| \begin{array}{c} c_i\big(y_i^*(t)\big) \geq \Delta J_i^*\big(y_i^*(t)\big), \\ y_i(t)\ \in\ Y_i(\, y_i^*(t),\ (y_{i-1}^*(t)) \end{array} \right), \tag{8}$$

$$t = 1, T, i = 1, n - 1$$

Введенные понятия и обозначения позволяют сформулировать задачу синхронизации состояний с последовательно соединенными элементами ТК, осуществляемого выбором управляющих воздействий: требуется найти такие управляющие воздействия, при которых для допустимого и реализованного всеми элементами состояния обеспечивается максимум целевых функций последнего и всех предыдущих элементов [1]. Реализация поставленной задачи позволяет настроить функционирование всех элементов на эффективную работу последнего элемента. В формализованном виде эту задачу можно записать следующим образом:

$$c_i\big(y_i^*(t), y_i(t)\big) = \begin{cases} c_i\big(y_i(t)\big) > 0, \text{если } y_i(t) = y_i^*(t) \\ 0, \text{если } y_i(t) \neq y_i^*(t) - ?: \\ c_i\big(y_i^*(t), y_i(t)\big) \in F_i^C \end{cases} \tag{9}$$

$y_i^*(t) \in P_n(a_n, J_n)$: $J_i\big(a_i, y_i^*(t)\big) + c_i\big(y_i^*(t)\big) \geq \max_{yi(t)\ \in Y_i(\,y_i^*(t),(y_{i-1}^*(t))} J_i\big(a_i, y_i^*(t)\big)$,

$t = 1, T, i = 1, n - t = 1, T, i = 1, n -$где F_i^C - множество допустимых управляющих воздействий для i-го элемента;

$J_i\big(a_i, y_i^*(t)\big) = J_i\big(a_i, y_i(t)\big) +$
$c_i\big(y_i^*(t), y_i(t)\big), t = 1, T, i = 1, n - c_i\big(y_i^*(t), y_i(t)\big), t = 1, T, i = 1, n -$- целевые функции элементов с учетом управляющих воздействий, получаемых при реализации состояния $y_i^*(t)$, обеспечивающего максимум целевой функции последнего элемента.

При известной информации о целевых функциях элементов выбор управляющих воздействий $c_i\big(y_i^*(t)\big), t = 1, T, i = 1, n - 1$ для решения задачи, синхронизации состояний, можно определить из следующего утверждения. **Утверждение.** Если целевые функции элементов $J_i\big(a_i, y_i(t)\big)$, $t = 1, T, i = 1, n - t = 1, T, i = 1, n -$выпуклые вверх, непрерывно дифференцируемы по $y_i(t)$ функции, то необходимым и достаточным условием синхронизации состояний $y_i(t) \in$ $Y_i(\,y_i^*(t),\ (y_{i-1}^*(t)$ обеспечивающий максимум целевой функции последнего элемента, является выполнение следующих соотношений для управляющих воздействий:

$$\left(y_i^*(t) \in P_n(a_n, J_n) \middle| \begin{matrix} S_i = \dfrac{\partial c_i\big(y_i^*(t)\big)}{\partial y_i^*(t)} \geq \dfrac{\partial J_i\,(y_i(t))}{\partial y_i(t)}, \\ y_i^*(t) \in Y_i(y_i(t), y_{i-1}(t)) \end{matrix} \right) \tag{10}$$
$$t = 1, T, i = 1, n - t = 1, T, i = 1, n -$$

Из данного утверждения следует, что выбирая управляющие воздействия $c_i\big(y_i^*(t)\big)$, $t = 1, T, i = 1, n - 1$ в соответствии с условиями (10), можно компенсировать снижение уровня синхронизации состояний выбираемые элементами, и тем самым сбалансировать целевую функцию последнего элемента с целевыми функциями всех предыдущих элементов, что позволяет повысить эффективность функционирования ТК.

Множество управляющих воздействий $c_i\big(y_i^*(t)\big)$, $t = 1, T, i = 1, n - 1$, удовлетворяющих условиям (8) или (10) и обеспечивающих максимум целевой функции последнего элемента, будем называть синхронизированными по состоянию $y_i^*(t), t = 1, T, i = 1, n - 1$.

Управляющие воздействия для каждого элемента можно организовать, путем изменения параметров, характеризующие производственные особенности их работы.

Список использованных источников:

1. Гречников, Ф.В. Модель комплектования заказа на автомобильном рынке и организация процессов синхронизации сборочных операций на конвейере/ Ф.В.

Гречников, А.В. Кобенко // Вектор науки тольяттинского государственного университета. Серия: экономика и управление. – 2016. –№.3(26). – С.18 – 23.
2. Гречников, Ф.В., Формирование критерия оценки величины снижения запасов выпуска изделий на предприятии в условиях поточного производства/ Ф.В. Гречников, А.В. Кобенко // Известия Самарского научного центра РАН. – 2016. – Том 18. – №.4. – С.82 – 85.
3. Гришанов, Г.М. Организация ритмично-цикличной последовательности выпуска продукции в условиях поточного производства/ Г.М. Гришанов, А.В. Кобенко, А.С. Клентак // Управление большими системами (УБС'2016) [Электронный ресурс] : Материалы XIII Всерос. школы-конф. молодых ученых, 5–9 сент. 2016 г. – 2016. – М.: ИПУ РАН. – С.590 – 598.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЛЕГКИХ САМОЛЕТОВ

Колычев С.А.[1], Гришанов Г.М.[2], Иванов Д.Ю.[3]
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва, г. Самара

Ключевые слова: рынок легких самолетов, потенциал регионального рынка.

Сегодня во всем мире во многих сферах хозяйственной деятельности широко применяется легкая авиация. Легкие самолеты, используются в сельском хозяйстве, в нефтегазовой и строительной отраслях, при оказании медицинской помощи населению, обучении летного персонала, проведении поисковых, экспериментальных, научно-исследовательских, и многих других, требующих применения авиатехники работ.

Международный рынок легких самолетов является частью рынка авиации общего назначения (АОН). На сегодняшний день, по данным Ассоциации производителей техники авиации общего назначения (GAMA - The General Aviation Manufacturers Association) по всему миру эксплуатируются порядка 390 тыс. воздушных судов (ВС) АОН. Абсолютным лидером по уровню развития отрасли являются Соединенные Штаты Америки. В США зарегистрировано более половины всего международного парка воздушных судов АОН, что составляет 210 тыс. ВС. В Канаде зарегистрировано 36 тыс. ВС и 142 тыс. ВС зарегистрированы в странах Европы [4].

По статистике, большинство воздушных перевозок и большинство аэропортов мира обслуживают исключительно авиацию общего назначения [6]. Данный раздел гражданской авиации во многих странах является важной частью экономической системы. В качестве примера приведена статистика отрасли АОН США.

---

[1] Старший преподаватель кафедры Экономики.
[2] Профессор кафедры Экономики, доктор технических наук.
[3] Заведующий кафедрой Организации производства, доктор экономических наук.