

*Geyets Iryna Olegovna, National aviation university,  
PhD, Department of international economic*

*Геец Ирина Олеговна, Национальный авиационный университет  
к.э.н., доцент кафедры международной экономики*

## **Model of optimal forming capacity for concern "Antonov"**

### **Модель оптимального формирования производственной мощности для концерна «Антонов»**

Обеспечения конкурентоспособности экономики страны на мировом рынке зависит, в первую очередь, от развития высокотехнологичных отраслей. Авиационная промышленность Украины может сыграть роль ключевого фактора повышения конкурентоспособности национальной экономики. Сейчас авиарынок достаточно насыщенным, конкуренция на нем идет не между отдельными компаниями, а между авиационными государствами. Роль эффективного промышленного производства в значительной степени зависит от объема, структуры, технического состояния и уровня использования основных производственных фондов. Производственная мощность является важнейшим инструментом процесса планирования производства, который позволяет определить оптимальную сменность работы парка основного технологического оборудования, выявить внутрипроизводственные резервы производственных площадей и трудовых ресурсов, разработать план организационно-технических мероприятий, обосновать производственную программу, необходимость расширения кооперации и специализации производства авиационных предприятий. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема эффективного формирования производственной мощности авиационных предприятий.

Построена оптимизационная модель формирования производственной мощности авиастроительного предприятия, позволит усовершенствовать производственные процессы, увеличить значение качественных и количественных показателей деятельности предприятия и, как результат, достичь полного использования производственных возможностей учитывая мировые тенденции развития рынка авиастроения.

Рассмотрим основные составляющие производственной мощности, используя однородные совокупности элементов производственного процесса и на основе этого построим вариационные ряды распределения по количественным признакам. Определение исходных элементов модели оптимального формирования производственной мощности авиастроительного предприятия:

1. Совокупность производственных подразделений:  
1, 2, 3, ...,  $J$ ;  $\{ \bar{J} \}$  - множество производственных подразделений.
2. Совокупность готовой продукции:

1, 2, 3, ...,  $M$ ;  $\{ \bar{M} \}$  - множество номеров готовой продукции.

3. Совокупность номенклатуры изделий:

1, 2, 3, ...,  $l$ ;  $\{ \bar{l} \}$  - множество номеров номенклатуры изделий.

4. Совокупность номенклатуры производится определенным видом оборудования в подразделении:

1, 2, 3, ...,  $K_j$ ;  $\{ \bar{K}_j \}$  - множество номеров номенклатуры изделий.

5. Множество номеров комплектующих изделий, товары в разделе:

$$\bar{I} = (I_1, I_2, I_3, \dots, I_j), I_j \subset \bar{l}, \quad (1)$$

Определение ограничений производственных возможностей авиастроительного предприятия:

$$\sum_{i \in I_j} T_{ij}^{(k)} * x_{ij} \leq \Phi_j^{(k)} \quad (2)$$

$T_{ij}^{(k)}$  - затраты времени работы оборудования группы  $k$  подразделения  $j$  на производство единицы продукции изделия  $i$ ;

$x_{ij}$  - годовой объем выпуска продукции изделий  $i$  подразделением  $j$ ;

$\Phi_j^{(k)}$  - годовой фонд времени работы оборудования группы  $k$  подразделением  $j$ .

Определение ограничений по количеству работников задействованных на выпуск определенного изделия в специализированном подразделении предприятия:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sigma_{ij}} \quad (3)$$

$r_{ij}$  - количество работников занятых на выпуск изделия  $i$  подразделением  $j$ ;

$\sigma_{ij}$  - производительность труда с выпуск изделия  $i$  подразделением  $j$ .

Определение взаимосвязи между выпуском комплектующих изделий  $i$  выпуском конечной продукции:

$$\sum_{j=1}^J (x_{ij} + W_{ij}) = \sum l_{im} * y_m (1 + \delta_m) \quad (4)$$

$y_m$  - годовой выпуск конечной продукции вида  $m$ ;

$W_{ij}$  - запас комплектующих изделий  $i$  в подразделении  $j$  на начало временного периода, для которого строится либо остается неизменной;

$l_{im}$  - число изделий  $i$ , входящих в конечную продукцию (коэффициент комплектации);

$\delta_m$  - норматив переходящего запаса продукции вида  $m$  на следующий временной период (в относительных единицах).

Выделение составляющей из множества элементов производственной совокупности, способной оперативно адаптироваться к изменениям организационно-технических условий, связанных с переходом на изготовление дополнительной или иной продукции или ее модификации.

$\bar{M}_1$  - производимая по государственному заказу. Объем произведенной продукции и соответствующая объема производственная мощность является постоянной величиной. Варьировать производственной мощностью авиастроительного предприятия, которая закреплена за данным объемом производства продукции по государственному заказу, невозможно.

$\bar{M}_2$  - производимая по долгосрочным стабильными контрактами и договорами. Объем произведенной продукции и соответствующая объема производственная мощность является определенной величиной, установленной согласно заказами на изготовление продукции по долгосрочным контрактам и договорам.

Объем производства продукции, производимой по госзаказу имеет меньшую степень риска, чем объем продукции, который закреплён в долгосрочных контрактах и договорах.

$\bar{M}_3$  - производимая временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами. Данная составляющая способна оперативно адаптироваться к изменениям организационно-технических условий, связанных с переходом на изготовление дополнительной или иной продукции или ее модификации, поэтому именно в данной составляющей можно эффективно сформировать производственную мощность авиастроительного предприятия.

Определение взаимосвязи элементов производственной совокупности и их составляющих:

$\bar{M}_1 = \{1, 2, \dots, M_1\}$  - составные элементы производимой продукции по государственному заказу;

$\bar{M}_2 = \{M_1 + 1, M_1 + 2, \dots, M_2\}$  - составные элементы производимой продукции по долгосрочным стабильными контрактами и договорами.

$\bar{M}_3 = \{M_2 + 1, M_2 + 2, \dots, M_3\}$  - составные элементы производимой продукции временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами.

Определена взаимосвязь структурных элементов производственной совокупности. Во-первых, структурные элементы производственной совокупности не могут быть взаимозаменяемыми и должны реализовываться параллельно под определении проекты  $\bigcap_{t \neq p} M_t, M_p = \emptyset$ . Так, составляющие

номенклатуры по госзаказу или по долгосрочным стабильными контрактами и договорами не должны использоваться для изготовления выпускаемой продукции временно за счет неполного использования производственной мощности. А также нельзя использовать номенклатуру изделий по госзаказу для производства готовой продукции по долгосрочным стабильными контрактами и договорами.

Во-вторых, структурные элементы производственной совокупности составляют множество всей продукции, производимой на авиастроительном предприятии  $\bar{M} = \bigcup_{t=1}^3 \bar{M}_t$ .

В-третьих, анализируя взаимосвязь элементов, необходимо установить возможность изготовления продукции на авиастроительном предприятии, временно выпускаемой продукции за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами. Согласно определим, есть ли возможность выпуска дополнительной продукции  $y_m$  - продукция из множества  $\bar{M}_1(m \in [1; M_1], m \in N)$  должно соответствовать условиям  $y_m \geq y_{m,пл}$ , аналогично  $y_n \geq y_{n,компр}$ ,  $y_n \in \bar{M}_2$ , ( $n \in [M_1 + 1, \dots, M_2], n \in N$ ).

Определены вектор продукция, которая может производится временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами:

$$\exists (y_{M_2+1}, y_{M_2+2}, y_{M_3}) \neq \bar{0} \quad (5)$$

Соответственно, проанализировав возможности выпуска дополнительной продукции, возможны два варианта, которые предоставляются для рассмотрения руководства авиастроительного предприятия, учитывая производственные возможности, и принимается решение о целесообразности производства продукции производится временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами:

Первая ситуация,  $\bar{Y}_{(M_2+1, \dots, M_3)}$  - недопустим план, т.е.  $\exists$  величин  $\{x_{i,j}\}$ , которые удовлетворяют условиям ограничений по количеству работников задействованных на выпуск определенного изделия в специализированном подразделении предприятия и взаимосвязи между выпуском комплектующих изделий и выпуском конечной продукции, тогда необходимо уменьшать размерность  $\bar{Y}_{(M_2+1, \dots, M_3)}$ , то есть уменьшать множество элементов выпуска продукции.

Вторая ситуация  $\bar{Y}_{(M_2+1, \dots, M_3)}$  допустимый план, тогда существует бесконечное количество размещения контрактов (краткосрочных) и при всем определенной доля производственных мощностей может быть незадействованной. Соответственно для улучшения деятельности авиастроительного предприятия, достижение финансовой стабильности, увеличения объема производства, диверсификации производственного процесса, обеспечение гибкости производства, снижение уровня затрат и себестоимости продукции, учитывая тенденции на мировом рынке самолетостроения целесообразно использовать свободные производственные мощности, которая не используется при изготовлении продукции по госзаказу и по стабильным долгосрочным контрактам и договорам.

Обе ситуации приводят к необходимости пересмотра руководством авиастроительной компании свободной номенклатуры, для чего создается система пропорций или отношения элементов множества изготовления продукции:

$$\begin{cases} y_{M_2+1} = \theta \bar{y}_{M_2+1} \\ y_{M_2+2} = \theta \bar{y}_{M_2+2} \\ y_{M_3} = \theta \bar{y}_{M_3} \end{cases} \quad (6)$$

$\theta$  - коэффициент пропорциональности, становится единственным параметром.

Таким образом, взаимосвязь между выпуском комплектующих изделий и выпуском конечной продукции приобретает вид:

$$\sum_{j=1}^J (x_{ij} + W_{ij}) = \sum_{m=1}^{M_1} l_{im}(1 + \delta_m) + \sum_{m=1}^{M_2} l_{im}(1 + \delta_m) + \sum_{m=1}^{M_3} l_{im}(1 + \delta_m) \quad (7)$$

Взаимосвязь между выпуском комплектующих изделий и выпуском конечной продукции по госзаказу и долгосрочным контрактам и договорам приобретает вид:

$$\sum_{m=1}^{M_1} l_{im}(1 + \delta_m) + \sum_{m=1}^{M_2} l_{im}(1 + \delta_m) \quad (8)$$

А взаимосвязь между выпуском комплектующих изделий и выпуском конечной продукции производится временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами имеет вид:

$$\sum_{m=1}^{M_3} l_{im}(1 + \delta_m) \quad (9)$$

Пусть,  $W_i = \sum_{j=1}^J W_{ij}$  - суммарный запас изделия и на предприятии на

начало временного периода, тогда:  $H_i = \sum_{m=1}^{M_1} l_{im} * y_m(1 + \delta_m) + \sum_{m=M_1+1}^{M_2} l_{im} * y_m(1 + \delta_m)$  -

суммарный объем изделия и, необходимый для производства конечной продукции, производимой по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами.

$\alpha_i = \sum_{m=M_2+1}^{M_3} l_{im} * y_m(1 + \delta_m)$  -  $i$ -тая компонента выпускаемой продукции

временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами учитывая соотношение выпуска комплектующих изделий.

Соответственно:  $\sum_{j=1}^J (x_{ij} + W_{ij}) = \alpha_i \theta + H_i$ ,  $i = \overline{1, I}$  - или  $V_i = W_i - H_i$  (10)

$$b_{ij}^{(k)} = \frac{T_{ij}^{(k)}}{\Phi_{jk}^{(k)}} \quad (11)$$

Согласно приведенных формул и определений построена оптимизационная модель формирования производственной мощности,

которая может быть задействована в производственном процессе, учитывая ограничения годового объема выпуска изделий в подразделении, годового фонда времени работы оборудования группы в подразделении, затрат времени работы оборудования группы подразделения на производство единицы изделия, производительность труда, количество работников, задействованных на выпуск изделия в подразделении и взаимосвязь между выпуском комплектующих изделий и выпуском конечной продукции по госзаказу, по стабильным долгосрочным контрактам и договорам и производимой продукции временно за счет неполного использования производственной мощности.

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{\substack{i \in I_j \\ k \in k_j}} b_{ij}^{(k)} * x_{ij} \leq 1, j = \overline{1, J}; \\ x_{ij} \begin{cases} \geq 0, i \in I_j, j = \overline{1, J}; \\ = 0, i \notin I_j, j = \overline{1, J}; \end{cases} \\ \alpha_i \theta - \sum_{j=1}^J x_{ij} = V_i, i \in \overline{I}; \\ \theta \geq 0. \end{array} \right. \quad (12)$$

Данная оптимизационная модель позволит руководству авиастроительного предприятия, учитывая ограничения и взаимосвязи, принимать решение относительно оптимального формирования производственной мощности.

Для использования методических подходов относительно оптимального формирования производственной мощности авиастроительного предприятия избран ГЭК «Антонов», что является лидером авиастроения Украины на рынке пассажирских и грузовых региональных самолетов. Основным параметром данной модели является показатель пропорциональности, определив оптимальное значение которого, руководство предприятия сможет принять решение или принимать заказы на выполнение работ.

Используя модель, определена взаимосвязь между выпуском комплектующих изделий и выпуском конечной продукции для ГАП «Завод 410 ГА» (рис. 1), а также изображены резерв использования производственной мощности, которую можно использовать для производства продукции, товары временно за счет неполного использования производственных мощностей по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами.

Как видно из рис. 1 предприятие может увеличить объемы производства авиационной продукции и услуг по капитальному ремонту авиационных двигателей Д-36 и техническому обслуживанию самолетов Ан-24, Ан-26, Ан-30, Ан-32, Ан-72, Ан-74, поскольку большое количество воздушных судов данного типа находятся в эксплуатации во всем мире и требуют технического переоснащения. Также, используя резервные производственные мощности, руководство ГАП «Завод 410 ГА» может за

относительно короткое время модернизировать самолеты типа Ан-24 и Ан-30, повысив комфортность использования данных воздушных судов авиакомпаниями бизнес авиации.

Резерв использования производственной мощности ГП «АНТК им. О.К. Антонова» составляют более 830 млн. грн. при полной загрузке производства (рис. 2).

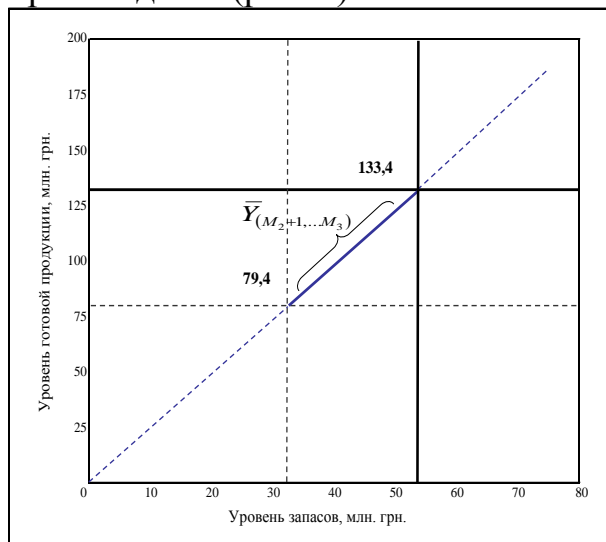


Рис. 1. Резерв использования производственной мощности ГАП «Завод 410 ГА»

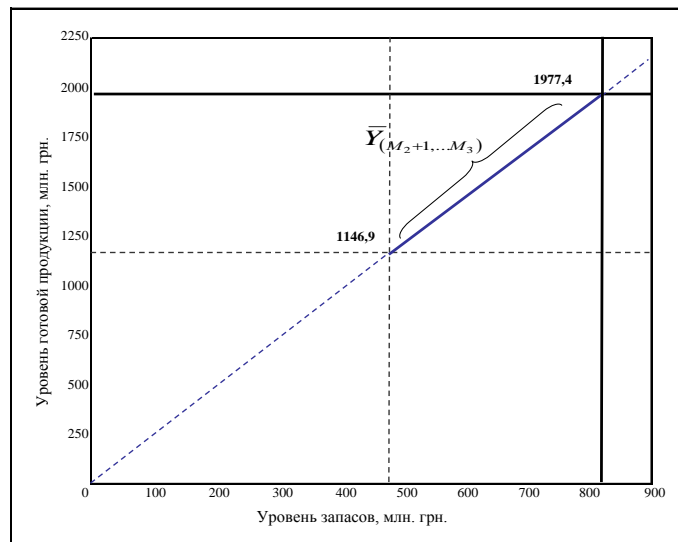


Рис. 2. Резерв использования производственной мощности ГП «АНТК им. О.К. Антонова»

В настоящее время производственные возможности используются всего на 58%, увеличение загрузки работы оборудования хотя бы на 1%, может приносить нашей стране прибыль почти 20 млн. грн. ежегодно. В настоящее время «Антонов» единственный авиационный завод, который выполняет полный цикл работ от создания до эксплуатации летательных аппаратов, включая проектирование, конструирование опытных образцов, проведение летных испытаний и сопровождение летательных аппаратов в их эксплуатации. Основным недостатком производственного процесса на предприятии является устарелость основных производственных фондов. Для модернизации отрасли нужно вложить не менее 300 млн. дол. США, деньги нужны для модернизации заводов, создания сервис-центров по обслуживанию самолетов за рубежом, создание лизинговой компании и налаживание эффективной работы корпорации.

Расчет резерва использования производственной мощности Харьковского государственного авиационного производственного предприятия, показал значительный потенциал, который можно использовать для производства авиационной техники (рис. 3).

Коэффициент использования производственной мощности ГП «КиАЗ «Авиант» имеет наибольшее значение из всех участников ГАК «Антонов», поскольку специализируется на серийном производстве современной авиационной продукции нового поколения: военно-транспортный самолет АН-70, региональный пассажирский самолет Ан-148-100, самолет АН-32П для борьбы с пожарами (рис. 4).

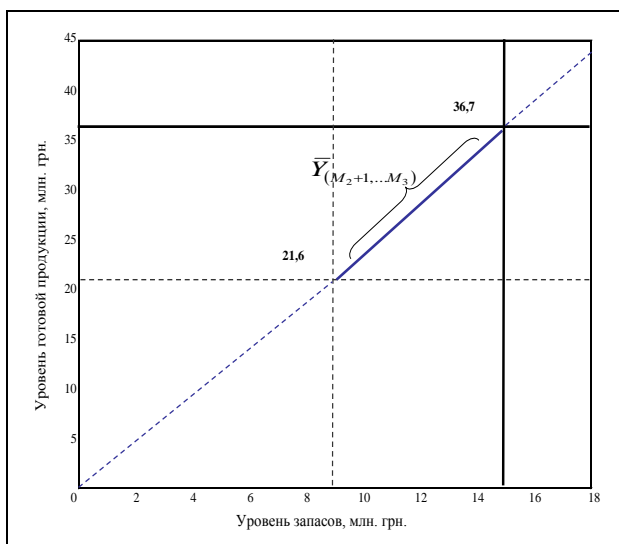


Рис. 3. Резерв использования производственной мощности ХГАПП

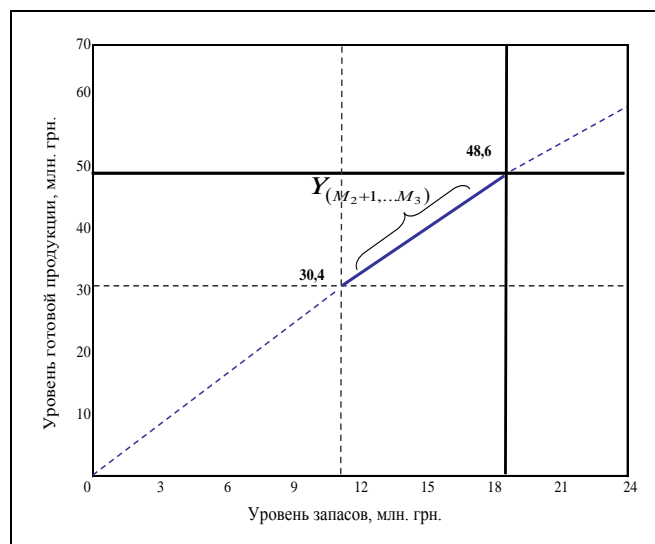


Рис. 4. Резерв использования производственной мощности ГП КиАЗ «Авиант»

Согласно прогноза развития мирового рынка авиаперевозок, ожидается увеличение количества новых магистральных пассажирских и грузовых самолетов на 17 300 общей стоимостью 1,9 трлн. долл. США. Ежегодные поставки в среднем составят 860 - 865 самолетов. Благодаря растущему спросу состоятся расширения рынка международных перевозок за счет освоения новых маршрутов и последующее сосредоточение пассажиропотоков в главных мировых транспортных узлах («хабах»). Основными факторами, способствующими росту перевозок, станут концентрация населения, материальных ресурсов и промышленной деятельности в определенных регионах, а также стремление уменьшения себестоимости воздушных перевозок. Потребность авиакомпаний в пассажирских самолетах большой вместимости и грузовых (грузоподъемностью свыше 100 тонн) оценивается в 1648 единиц. Их стоимость составит 416 млрд. дол. США, что соответствует 22% общей стоимости всех новых самолетов. Потребность авиакомпаний в широкофюзеляжных пассажирских самолетах с числом мест от 250 до 400 сохранится достаточно высокой. Их суммарные поставки составят около 4450 единиц на общую стоимость 682 млрд. дол. (38% от общей стоимости прогнозируемых поставок). Такие самолеты предназначены для обслуживания разных сегментов рынка авиаперевозок.

Предполагается, что более 50% заказов на новые грузовые самолеты будет сделано именно на самолеты с высокой грузоподъемностью, поэтому украинским производителям авиационной техники нужно эффективно формировать производственный потенциал и приложить все возможные усилия для сохранения конкурентоспособных позиций в данном секторе.

Определив ограничения и взаимосвязи между готовой продукцией и запасами, определены значения оптимального показателя пропорциональности. Лучшей является ситуация, когда уровень запасов равен уровню готовой продукции при полном использовании производственных мощностей. Данная ситуация предоставляет возможность



получить наибольшие доходы при полной загрузке производства при имеющихся производственных и трудовых ограничениях. Определен показатель для участников концерна «Антонов».

Таким образом, проведенный расчет коэффициента пропорциональности модели оптимального формирования производственной мощности предприятий участников ГАК «Антонов» с использованием всех производственных возможностей и ограничений, позволил получить оптимальные значения, использование которого позволит принимать обоснованные решения относительно реализаций и внедрение в производство продукции производится временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами (табл.1).

Таблица 1

Коэффициент пропорциональности модели оптимального формирования производственной мощности предприятий

Предприятие	Коэффициент пропорциональности
ГАП «Завод 410 ГА»	$\theta = 2,47$
ГП «АНТК им. О.К. Антонова»	$\theta = 2,38$
ХГАПП	$\theta = 2,44$
ГП КиАЗ «Авиант»	$\theta = 2,66$

Согласно прогноза развития мирового рынка авиаперевозок, ожидается увеличение количества новых магистральных пассажирских и грузовых самолетов на 17 300 общей стоимостью 1,9 трлн. долл. США. Ежегодные поставки в среднем составят 860 - 865 самолетов. Основными факторами, способствующими росту перевозок, станут концентрация населения, материальных ресурсов и промышленной деятельности в определенных регионах, а также стремление уменьшения себестоимости воздушных перевозок. Потребность авиакомпаний в пассажирских самолетах большой вместимости и грузовых (грузоподъемностью свыше 100 тонн) оценивается в 1648 единиц. Их стоимость составит 416 млрд. дол. США, что соответствует 22% общей стоимости всех новых самолетов. На долю самолетов с числом мест для ГП «Завод 410 гражданской авиации» оптимальное значение составляет 2,47, если этот показатель меньше данное число, то принимать заказы к реализации будет нецелесообразно. Для ГП «Авиационный научно-исследовательский комплекс им. О.К. Антонова» данный показатель составляет 2,38 и является наименьшим значением среди полученных, о чем свидетельствует низкий процент использования имеющейся производственной мощности. Харьковское государственное авиационное производственное предприятие также может принимать заказы на производство продукции по краткосрочным договорам и контрактам, выбирая оптимальное значение коэффициента пропорциональности более 2,44. ГП «Киевский авиационный завод «Авиант» имеет наибольшее

значение показателя и соответственно наименьшие возможности для выполнения заказов на производство продукции, товары временно за счет неполного использования производственной мощности по государственному заказу и по долгосрочным стабильными контрактами и договорами.

Используя характеристики центра распределения, определены среднюю арифметическую взвешенную коэффициента пропорциональности модели оптимального формирования производственной мощности предприятий, которая составляет 2,39 для ГАК «Антонов».

Таким образом, предложенная модель оптимального формирования производственной мощности авиастроительного предприятия и расчет коэффициента пропорциональности в целом является одной из важных задач экономической теории и практики, решение которой позволит эффективно осуществлять сформировать производственные мощности на уровне отдельных предприятий, регионов или всего народного хозяйства в целом. Можно с уверенностью сказать, что улучшение использования производственных мощностей предприятий реального сектора нашей экономики является одним из важнейших инструментов вывода ее из кризиса, укрепления и развития.

#### Список литературы:

1. Геец И.А. Теоретические аспекты формирования государственного авиастроительного концерна в Украине [Текст] / И.А. Геец // Научно-практический журнал: Инвестиции: практика и опыт. Сб. науч. работ. - М.: «ДСК Центр», 2007. - Вып. 20 - С. 34-36.

2. Геец И.А. Модель оптимального управления производственной мощностью авиастроительного предприятия [Текст] / И.А. Геец // Проблемы системного подхода в экономике: Сб. науч. работ. - К.: НАУ. - 2011. - № 2. - С. 21-27.

3. Геец И.А. Исследование проблемы использования производственной мощности авиастроительными предприятиями Украины [Электронный ресурс] / И.А. Геец // Проблемы системного подхода в экономике: Сб. науч. работ. - К.: НАУ, 2011. - Вып. - Режим доступа: URL <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/PSPE/texts.html>.

4. Герасимчук Н. А. Эффективность использования основных фондов пищевой промышленности [Текст] / Н. А. Герасимчук. - К.: Урожай, 1989. - 208 с.

5. Ложачевська О.М., Геец И.А. Современный вектор развития авиастроительных предприятий Украины в мировом сообществе [Текст] // Материалы Международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития мировой экономики» (Харьков, 16-17 октября 2009 г.). - М.: ООО Павлов М.Ю., 2009, - С. 13-15.

6. Петрович И.М. Методы выбора вариантов планирования загрузки производственных мощностей предприятий [Текст] / И.М. Петрович // Вестник Технологического университета Подолья: Сб. науч. работ. - М.: Экономические науки, 2002. - Вып. 1. - С. 123-127.