

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ РАМПОВЫХ САМОЛЕТОВ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Гязова М.М.

*Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
МАИ, Волоколамское шоссе, 4, Москва, А-80, ГСП-3, 125993, Россия  
e-mail: mgyazova@gmail.com*

Статья посвящена вопросам развития рынка грузовых авиаперевозок в России, и в частности исследованию проблем функционирования на рынке грузового рампового самолета Ан-124-100, осуществляющего в настоящее время основную часть авиационных перевозок тяжелых нестандартных грузов в мире. Для прогнозирования экономических показателей эксплуатации самолета данного типа использована имитационная модель, разработанная с помощью программы Vensim. Сделан вывод о том, что с ростом потребности в авиационных перевозках тяжелых нестандартных грузов возрастает необходимость организации в России серийного производства грузовых рамповых самолетов, подобных Ан-124-100.

*Ключевые слова:* проблемы функционирования на рынке грузовых рамповых самолетов, серийное производство грузовых рамповых самолетов, прогнозирование экономических показателей эксплуатации самолета Ан-124-100 с помощью имитационного моделирования, организация авиационных перевозок тяжелых нестандартных грузов.

Самолет Ан-124-100 является уникальным воздушным судном (ВС) для перевозки нестандартных крупногабаритных грузов. На российском рынке в основном данный самолет эксплуатируют две организации: авиакомпания «Волга-Днепр» и 224-й летный отряд (табл. 1). Возможно, что в перспективе ряд авиакомпаний, занимающихся пассажирскими перевозками, диверсифицируют свою деятельность и выйдут на рынок воздушных грузоперевозок. Существующий парк самолетов данного типа значительно устарел, так как в основном машины выпускались еще до распада Советского Союза. Среди производителей самолетов подобного типа на постсоветском пространстве предприятие-производитель имело монопольные позиции, которые сохранились бы и по сей день вследствие исключительных эксплуатационных характеристик рассматриваемого самолета (грузоподъемность, скорость полета (транспортировки грузов) и — сравнительно с импортными аналогами — низкой цены.

Самолет Ан-124 уникален по целому ряду причин. Это:

- единственная возможность перевозки негабаритных грузов по воздуху;
- авиаперевозки значительно быстрее морских (альтернативного способа транспортировки негабаритных грузов);

— повышенная сохранность и сокращение вероятности повреждения грузов в пути по сравнению с морскими перевозками;

— способность доставлять грузы в удаленные точки, где нет автомобильных и железных дорог и водных путей;

— возможность горизонтальной погрузки и выгрузки (Roll-on/roll-off), с аппарелями в носу и хвосте, а также возможность понижения пола самолета, что позволяет с легкостью загружать и выгружать грузы без использования специализированного внешнего погрузочно-разгрузочного оборудования.

Исходя из приведенных данных суммарный летный ресурс находящихся в эксплуатации (на 2016, 2017 гг.) 23 самолетов Ан-124-100 будет составлять ежегодно 23000 летных часов в течение горизонта моделирования до 2027 года, далее он снизится до 21 тыс. часов, а в 2029 и 2030 гг. составит 17 тыс. часов (рис. 1, табл. 2).

Рост спроса на перевозку грузов этим самолетом может быть спрогнозирован по тренду. При этом, вследствие роста затрат на техническое обслуживание и ремонт самолетов, а также связанного с ремонтом времени простоев самолетов, эффективность их использования снижается. Основным критерием экономической эффективности использования самолетов является себестоимость летного часа.

Таблица 1

**Самолеты Ан-124-100 в Государственном реестре гражданских воздушных судов Российской Федерации на январь 2016 г.**

Регистрационный номер	Год выпуска
RA-82042	4/1990
RA-82043	4/1991
RA-82044	4/1991
RA-82045	2/1992
RA-82046	2/1992
RA-82047	3/1992
RA-82074	1/1994
RA-82078	4/1995
RA-82079	2/2000
RA-82081	1/2004
RA-82077	4/1994
RA-82080	1/2004
RA-82068	1/1993
RA-82080	1/2004
RA-82075	3/1994
RA-82013	1987
RA-82014	1987
RA-82030	1989
RA-82032	1989
RA-82035	1989
RA-82037	1989
RA-82039	1990
RA-82040	1990

Он включает в себя следующие расходы: на владение, аэронавигацию, аэропортовое обслуживание, летный экипаж, содержание и техобслуживание воздушного судна, на авиаГСМ. Для целей прогнозирования при расчете данного критерия необходимо учитывать фактор времени. Стоимость 1 т топлива, заработная плата летно-техническому персоналу и летному экипажу, аэропортовые сборы и пр. не являются постоянными за весь срок эксплуатации самолета, и возникает опасность, что рассчитанные на текущую дату показатели себестоимости летного часа будут иметь недопустимую погрешность при сравнении ВС с существенно разными летно-техническими и экономическими показателями. Следствием этого является необъективная оценка авиаперевозчиком себестоимости эксплуатации самолета, что может привести к принятию неверного решения как при выборе самолета, так и при прогнозировании объемов использования ВС.

Среднегодовой налет парка ВС семейства Ан-124 варьирует в пределах примерно от 1000 до 1800 часов совокупного времени на перелеты в рамках рейсов, а средний налет оценивается в 1300–1400 часов в год (что соответствует 3–3,5 часам в сутки). Ряд факторов ограничивают налет ВС Ан-124-100:

— погрузка и выгрузка тяжелых нестандартных грузов (ТНАГ) может требовать значительного времени. Достаточно часто их погрузка и выгрузка на одном рейсе требуют по 14 часов;

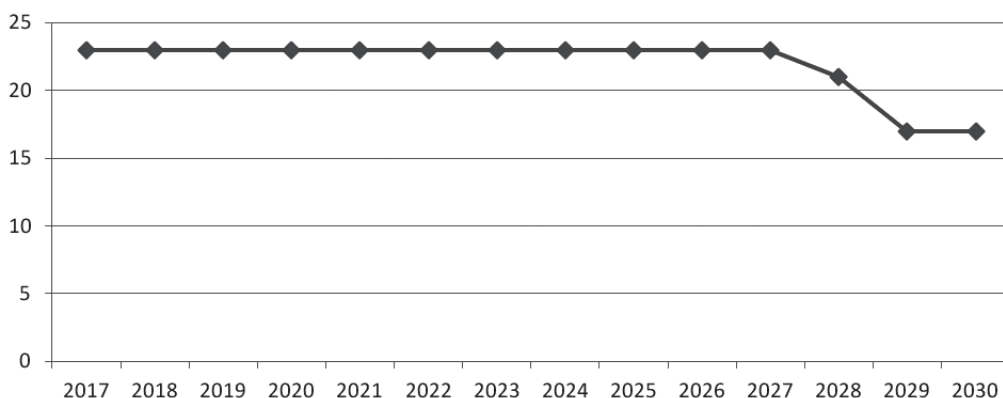


Рис. 1. Расчет количества самолетов Ан-124-100 в эксплуатации при условии отсутствия поступления новых ВС

Таблица 2

**Количество самолетов на рынке за моделируемый период**

Год	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Количество самолетов Ан-124-100 в эксплуатации	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	21	17	17

— поскольку перевозки ТНАГ являются чартерными, авиакомпания не содержит базы экипажей в разных странах и регионах мира. В связи с этим основной и сменный экипажи должны находиться на борту ВС. Когда экипажи приближаются к лимиту непрерывного летного или рабочего времени, ВС должен приземлиться и оставаться на земле на время обязательного отдыха экипажей;

— при дальности полета в 4 500 км с максимальной нагрузкой Ан-124-100 вынужден часто приземляться для дозаправки (совершать технические посадки). Так, на популярном направлении между Хьюстоном, штат Техас, и Ближним Востоком Ан-124-100 должен совершить четыре посадки для дозаправки;

— самолеты Ан-124-100 требуют большого внимания к техническому обслуживанию (ТО) — в среднем до 12 недель в году;

— в некоторой степени авиакомпанию ограничивает использование данных самолетов только для перевозки самых выгодных грузов, чтобы сохранить их эксплуатационный ресурс.

Если предположить, что к 2030—2035 гг. срок эксплуатации этих ВС истекает, то на сегодня оставшийся ресурс по количеству летных часов примерно равен 13000—15000 летных часов, т. е. 30—35 % от заявленного ресурса в 45000 летных часов.

Для прогнозирования экономических показателей эксплуатации Ан-124-100 на российском рынке будет применена имитационная модель, разработанная с помощью программы Vensim.

Имитационная модель рассматривает период эксплуатации с 2016 по 2030 год. Шаг моделирования составляет 1 год. В модели присутствуют элементы, отражающие формирование такого показателя эффективности эксплуатации самолетов, как себестоимость летного часа. Кроме того, модель предполагает прогнозирование объемов грузовых перевозок на Ан-124-100, а также прогноз имеющегося на каждый данный момент времени у авиакомпаний ресурса.

В модели делается допущение о том, что у всех компаний-эксплуатантов примерно одинаковая себестоимость летного часа.

Для прогнозирования объемов грузоперевозок использовались фактические данные за 2010—2015 гг.

Прогнозирование по экспоненциальному тренду с величиной достоверности аппроксимации 0,8569 показало, что к 2030 году (горизонт моделирования) при существующей тенденции объемы грузоперевозок с использованием ВС Ан-124-100 составят 11 500 000 тыс. т·км, т. е. прогнозируется рост спроса компаний-эксплуатантов на данный вид техники (рис. 2).

Соответственно прогнозу объемов грузоперевозок составляется прогноз потребности в самолетах данного типа.

Имитационная модель прогнозирования потребности в ВС Ан-124-100 содержит составляющие, приведенные в табл. 3.

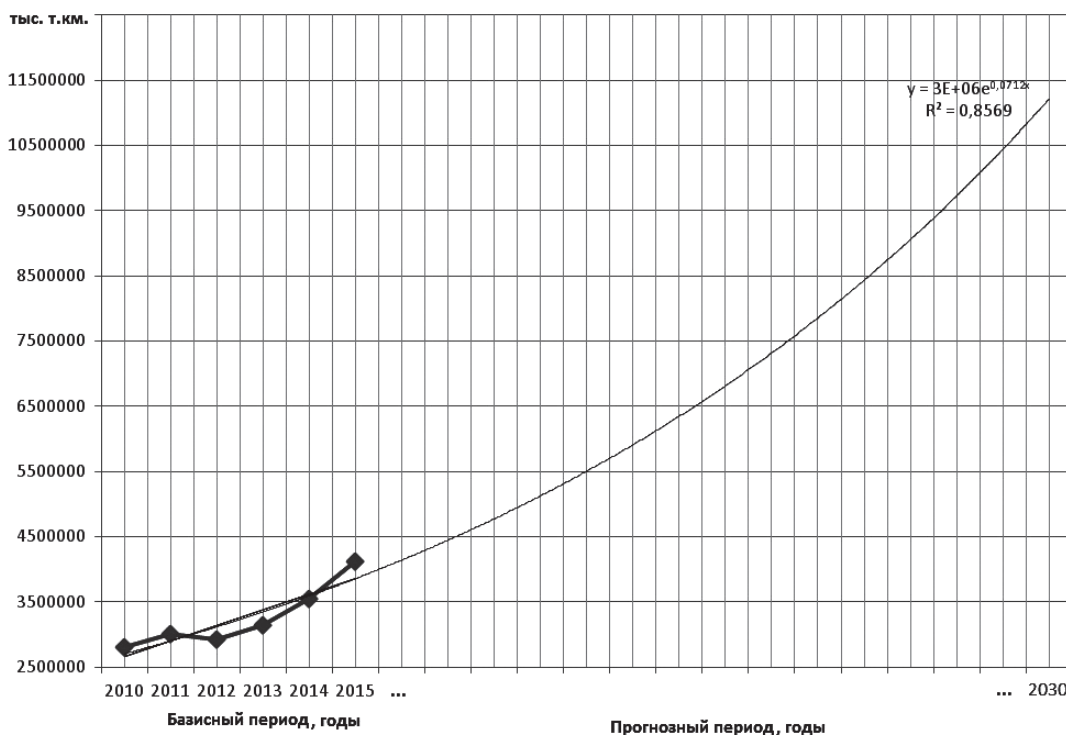


Рис. 2. Прогноз объемов грузоперевозок до 2030 г.

Таблица 3

Составляющие имитационной модели

Расчетные (вспомогательные) переменные	Константы
Дефицит АН-124-100 (разница между спросом и предложением)	Амортизация ВС и лизинг
Общие затраты на осуществление перевозок с помощью АН-124-100	Аэронавигационное обслуживание в р-не аэродрома и по трассе
Себестоимость летного часа с учетом инфляции	Аэропортовое обслуживание
Наличие и запас летных часов	Коммерческая обработка груза
	Потребность (спрос) летных часов для транспортировки
	Потребность (спрос) в АН-124 российских компаний-перевозчиков
	Прочие расходы
	Расходы на поддержание летной годности
	Страхование
	Темп инфляции
	ТО ВС
	Фонд оплаты труда персонала

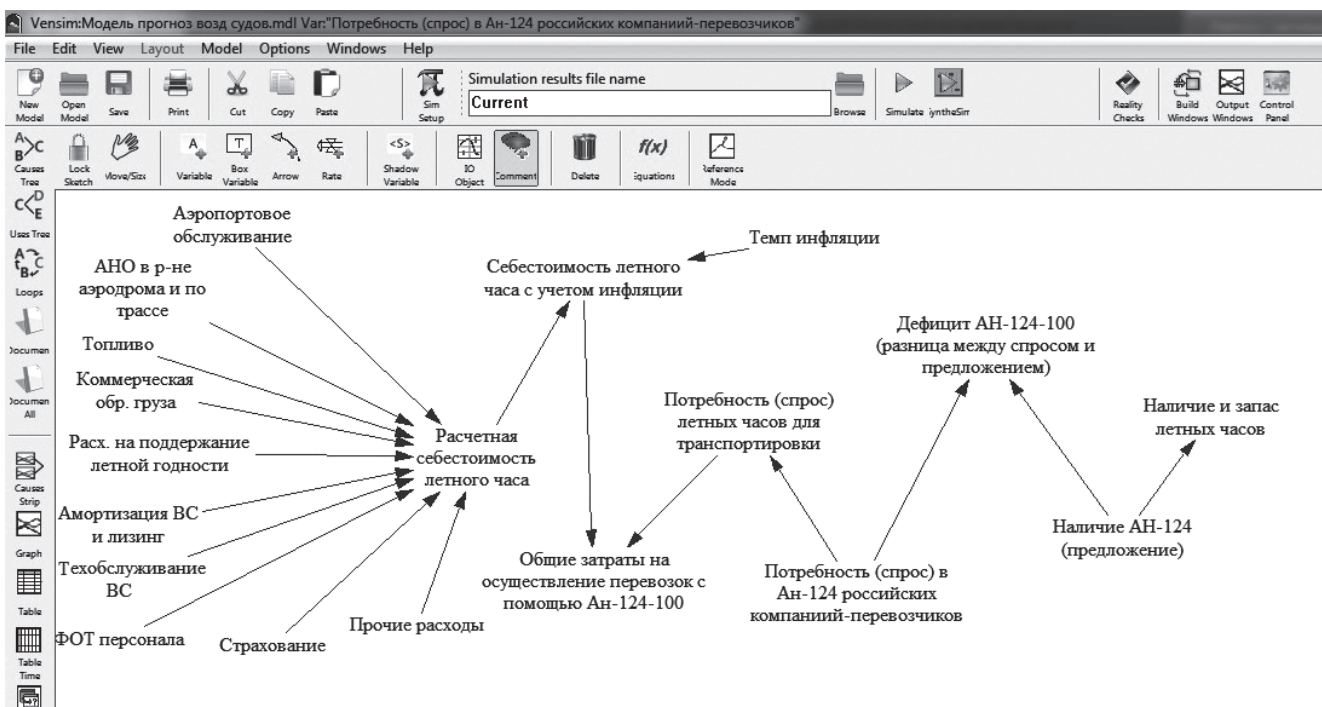


Рис. 3. Эскиз имитационной модели прогнозирования потребности в АН-124-100

На рис. 3 приведена имитационная модель в программе Vensim.

Прогон имитационной модели показал следующую динамику основных показателей модели. Потребность в самолетах АН-124-100 представлена на рис. 4. По шкале X деления составляют от 0 до 15, это означает, что горизонт моделирования с настоящего момента времени (2016 г.) по 2030 г. составил 15 лет.

Таким образом, к 2030 году потребность в АН-124-100 составит 64 самолета. В то же время данный самолет в настоящее время не выпускается, и если продолжать эксплуатировать имеющийся парк с учетом продления сроков эксплуатации, то за рассматриваемый горизонт моделирования (прогнозирования) компании-перевозчики будут иметь недостаточное их количество (рис. 5), т.е.

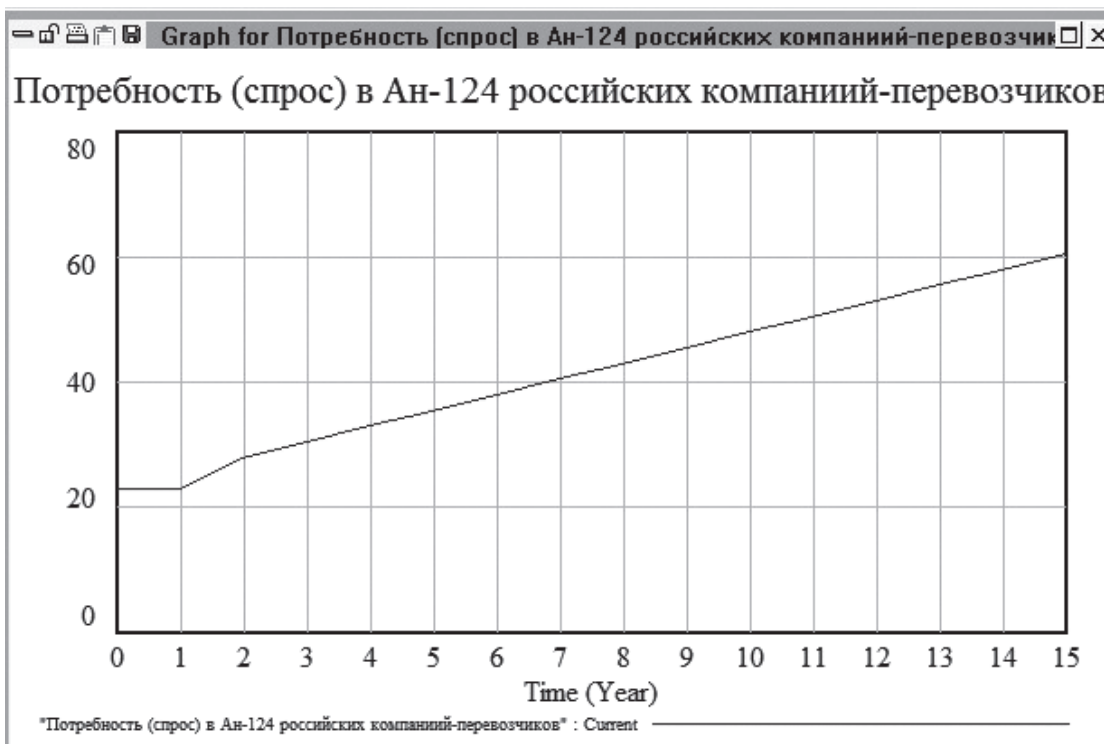


Рис. 4. Прогнозирование потребности в Ан-124-100 российских авиаперевозчиков

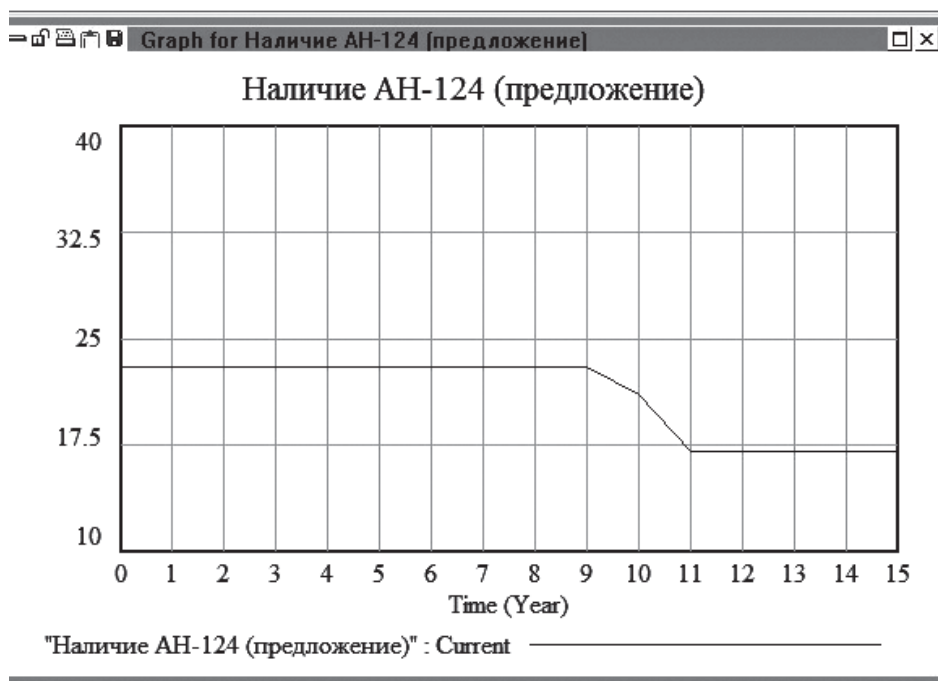


Рис. 5. Прогнозируемое количество самолетов Ан-124-100 у российских авиакомпаний с учетом отсутствия возможности возобновления их производства

возникнет дефицит в данном транспортном средстве (рис. 6).

С учетом темпов инфляции, закладываемых в модель на уровне 5 % в год на стоимость горючего и другие статьи затрат, себестоимость летного часа возрастет до 80 тыс. рублей (рис. 7)

**Выводы**

Таким образом, с ростом потребности в перевозках тяжелых нестандартных авиационных грузов возникает необходимость организации в России серийного производства грузовых рамповых самолетов, подобных Ан-124-100.

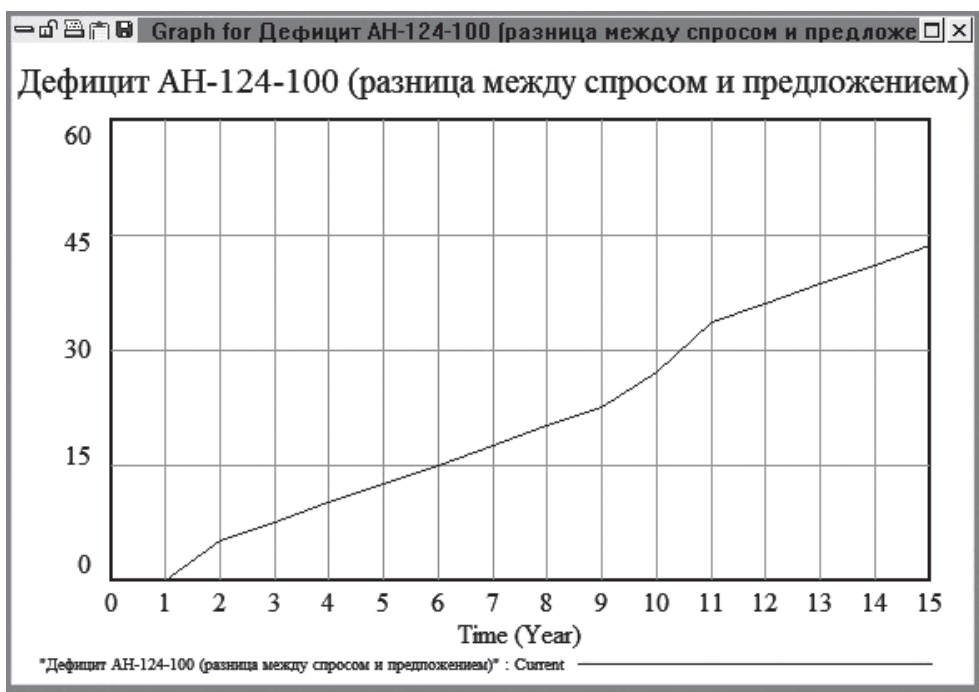


Рис. 6. Дефицит самолетов Ан-124-100

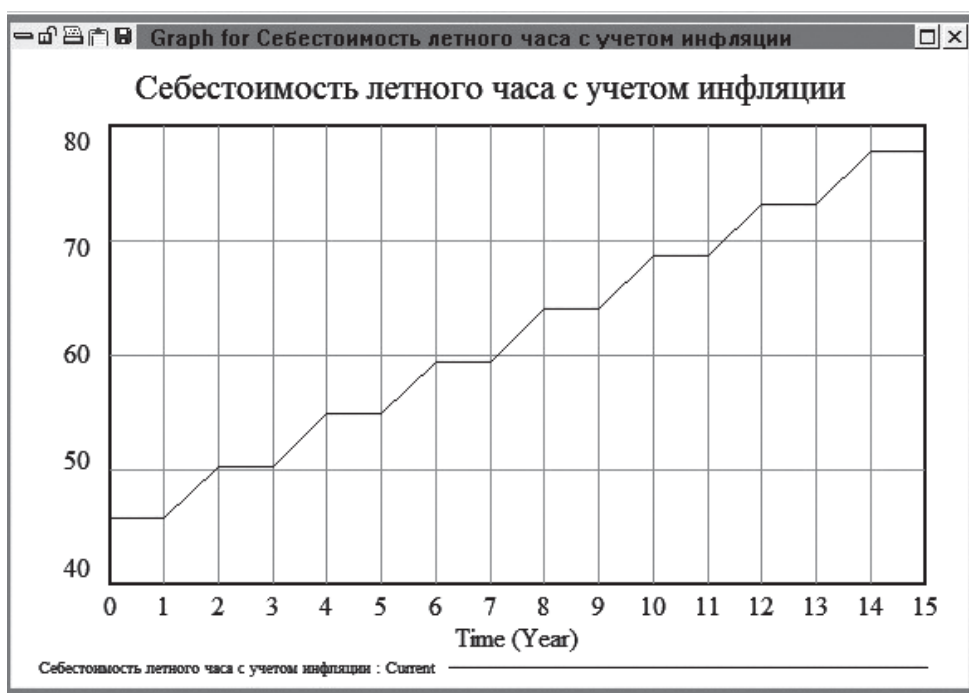


Рис. 7. Прогноз себестоимости летного часа с учетом инфляции до 2030 года

Эксперты считают, что потенциал модернизации Ан-124 по повышению технического совершенства далеко не исчерпан. Целесообразна модернизация самолета в направлении увеличения максимального взлётного веса, снижения веса планера, повышения характеристик силовых установок. Актуальным является разработка на основе Ан-124 транспортного самолёта с максимальным взлётным весом 250 т, что позволит удержать нишу коммер-

ческого применения рамповых ВС. Воздушное пространство России очень привлекательно для осуществления регулярных грузовых авиаперевозок между Китаем, другими странами Юго-Восточной Азии, между Европой и США. Данная отрасль в РФ имеет значительные перспективы, связанные прежде всего с возможностью успешного расширения экспорта услуг грузового авиатранспорта. Анализ современных тенденций развития мирового рынка

грузовых авиаперевозок показал очевидный значительный потенциал роста данного сектора экономики и его прямую взаимосвязь с такими факторами, как: степень технического и технологического развития страны, участие государства в международных торговых процессах и общий уровень развития экономики. Отрасль грузовых авиационных перевозок должна стать одним из стратегических направлений развития авиационной отрасли в целом и иметь государственную поддержку.

### Библиографический список

1. Арсланова Т.В. Современный российский рынок грузовых авиаперевозок: потенциал развития // Транспорт Российской Федерации. 2012. № 1 (38). С. 26-28.
2. Гязова М.М. Совершенствование прогнозирования и диверсификация как инструменты обеспечения экономической устойчивости авиакомпании: Монография. — М.: УМЦ «Триада», 2015. — 174 с.
3. Десятниченко И.А. Организация структурированного грузового бизнеса в составе многопрофильной авиакомпании. Автореферат дисс. канд. экон. наук. — М.: Изд-во ГУУ, 2006. — 23 с.
4. Дмитриев О.Н. Типология концептуальных схем представления задачи поликритериальной оптимизации управленческих решений в авиационно-космической сфере // Вестник Московского авиационного института. 2016. Т. 23. № 1. С. 227-232.
5. Ларионов А.И., Юрченко Т.И., Новоселов А.Л. Экономико-математические методы в планировании: Учебное пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Высшая школа, 2009. — 240 с.
6. Лукашин Ю.П. Регрессионные и адаптивные методы прогнозирования: Учебное пособие. — М.: МЭСИ, 2005. — 276 с.
7. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс: Учебное пособие. — М.: Вильямс, 2006. — 1104 с.

## CARGO RAMP AIRCRAFT IMPLEMENTATION FORECASTING BASED ON SIMULATION MODELING

Gyazova M.M.

*Moscow Aviation Institute (National Research University),  
MAI, 4, Volokolamskoe shosse, Moscow, A-80, GSP-3, 125993, Russia  
e-mail: mgyazova@gmail.com*

### Abstract

The paper is devoted to the issues of cargo air transportation market development in Russia, and exploration of ramp cargo airplane An124-100 operation in the market. At present, this plane carries out the major part of transportation of heavy oversize cargo. The plane demonstrates a unique combination of capabilities, as it is one and only air transport for oversize cargo alternative overseas transportation. The plain allows also increase safety and reduce damage probability of cargo, compared to overseas transportation. It is capable of delivering cargo to far-out regions, where there are no auto-road and railways, horizontal loading and unloading capacity through nose and tail ramps, as well as lowering the aircraft floor and unloading without specialized external cargo-handling equipment.

To forecast economic indices of the plane of a specified type simulation model run by Vensim program. The conclusion is drawn that with growth of heavy oversize cargo air transportation demand, the necessity for organizing in Russia the serial production of aircraft equal to An-124-100 increases. Analysis of cargo

transportation world market modern tendencies revealed apparent significant potential of the sector of economy in question and its direct interrelation with such factors as the degree of technological development of the country, the State participation in the trading processes and general level of economic development. The branch of group air transportations should be considered as one of aircraft industry strategic orientations totally and enjoy the State support.

**Keywords:** functioning problems in the market of cargo ramp aircraft, serial production of cargo ramp aircraft, forecasting of aircraft An-124-100 operation economic indicators by simulation, heavy outside cargo air transportation organization.

### References

1. Arslanova T.V. *Transport Rossiiskoi Federatsii*, 2012, no. 1 (38), pp. 26-28.
2. Gyazova M.M. *Sovershenstvovanie prognozirovaniya i diversifikatsiya kak instrumenty obespecheniya ekonomicheskoi ustoichivosti aviakompanii* (Improvement of forecasting and diversification as tools of ensuring

- airline economic stability), Moscow, Triada, 2015, 174 p.
3. Desyatnichenko I.A. *Organizatsiya strukturirovannogo gruzovogo biznesa v sostave mnogoprofil'noi aviakompanii* (Organization of structured freight business as part of multidisciplinary airlines). The author's abstract of Doctor's thesis, Moscow, State University of Management, 2006, 23 p.
  4. Dmitriev O.N. *Vestnik Moskovskogo aviatsionnogo instituta*, 2016, vol. 23, no. 1, pp. 227-232.
  5. Larionov A.I., Yurchenko T.I., Novoselov A.L. *Ekonomiko-matematicheskie metody v planirovanii* (Economic-mathematical methods in planning), Moscow, Vysshaya shkola, 2009, 240 p.
  6. Lukashin Yu.P. *Regressionnye i adaptivnye metody prognozirovaniya* (Retrograde and adaptive forecasting methods), Moscow, MESI, 2005, 276 p.
  7. Khaikin S. *Neironnye seti* (Neural networks), Moscow, Vil'yams, 2006, 1104 p.

Редакторы *М.С. Винниченко, Е.Л. Мочина*  
Художественное оформление *В.И. Володиной, И.В. Романовой*  
Компьютерная верстка *О.Г. Лавровой*

Сдано в набор 20.02.17. Подписано в печать 29.03.17.  
Бумага писчая. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 28,83. Уч.-изд. л. 31,00. Тираж 205 экз. Заказ 758/476.

Издательство МАИ  
(МАИ), Волоколамское ш., д. 4, Москва, А-80, ГСП-3 125993  
Типография Издательства МАИ  
(МАИ), Волоколамское ш., д. 4, Москва, А-80, ГСП-3 125993