

В.А. Туголуков

---

## ДИАЛЕКТИКА РАЗВИТИЯ АВИАНОСНОГО КОРАБЛЯ КАК СЛОЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

---

Рассмотрена диалектика развития авианосного корабля как сложной организационно-технической системы. Выделены изменения, происходящие в развитии авианосных ударных сил. Описаны диалектические законы, характеризующие системодействие авианосного корабля с различных сторон и отражающие ключевые звенья его системной оптимизации. Представлен механизм решения задачи системно-диалектической и организационно-системной оптимизации авианосного корабля. Приведены основные технико-критериальные требования к системному проектированию авианосного корабля.

**Ключевые слова:** диалектика развития, оптимизация, авианосный корабль, корабельные авиационные системы, операционное функционирование, целевая функция.

V.A. Tugolukov

---

## DIALECTICS OF THE DEVELOPMENT OF AN AIRCRAFT CARRIER SHIP AS A COMPLICATED ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL SYSTEM

---

The dialectics of the development of an aircraft carrier ship as a complex organizational and technical system is considered. The changes taking place in the development of aircraft carrier strike forces are highlighted. Dialectical laws are described that characterize the system interaction of an aircraft carrier ship from various angles and reflect the key links of its system optimization. The mechanism for solving the problem of system-dialectical and organizational-system optimization of an aircraft carrier is presented. The main technical and criterial requirements for the system design of an aircraft carrier are presented.

**Keywords:** dialectics of the development, optimization, aircraft carrier ship, carried aviation systems, operational functioning, efficient function.

### *Вводные замечания*

Диалектика развития сложных технических систем актуально меняет свое содержание в соответствии с прогрессом науки, так как изменение современных научных знаний ведет к постоянному пересмотру содержания диалектических принципов взаимозависимости, количества/качества, противоположности, то есть принципов развития, разрешающих противоречия в самой сущности создаваемых систем [6, 7, 10].

Так, в развитии авианосных ударных сил в настоящее время наметились следующие содержательные изменения:

- наращивание боевого потенциала авианосных ударных сил путем качественного совершенствования авианосцев и авиационного парка, оснащения их разнообразным наступательным и оборонительным оружием с признаками унификации модульности;

### Информационные технологии и оптимизация управления

- сокращение численности кораблей авианосного ударного соединения за счет оснащения авианосцев эффективными автономными средствами обороны (ПВО, ПРО, ПЛО, ПМО, РЭБ и др.) и наблюдения;
- превращение авианосных ударных сил в автономные высокоманевренные разведывательно-ударные и амфибийно-десантные силы в целях обеспечения боевой устойчивости последних на переходе морем и огневой поддержки при высадке оперативно-стратегических морских десантов; при этом повышается роль авианосцев как сил общего назначения, резерва стратегических наступательных сил на морских и океанских театрах военных действий.

Именно системно-диалектическое развитие такой сложной и противоречивой организационно-технической системы, как авианосный корабль, становится решением задачи системно-диалектической и организационно-системной оптимизации [2, 3] и задачи формирования технико-критериального облика на уровне согласованных предложений на разработку аванпроекта авианосного корабля.

#### *Авианосный корабль как сложная организационно-техническая система*

Авианосный корабль как сложная организационно-техническая система действует, функционирует и развивается на основе разрешения актуальных противоречий (проблем) в заданных условиях среды.

Важнейшими диалектическими законами, характеризующими системодействие авианосного корабля с различных сторон и отражающими ключевые звенья его системной оптимизации, являются закон фокусированного действия и закон функциональной дополнительности.

Закон фокусированного действия заключается в том, что разрешение системой актуальных противоречий (проблем) достигается за счет фокусирования ее системных параметров на достижении функциональных результатов. Чем точнее сфокусированы все системные параметры в функциональном направлении, тем выше эффект действия системы при разрешении проблем.

Закон функциональной дополнительности вскрывает структурное достижение фокусированного действия: чтобы система работала эффективно, с высокой степенью фокусированного действия, ее элементы должны функционально дополнять друг друга по своим качествам и действиям [2, 3].

Взаимодополняемость качеств компонентов обуславливает их взаимонеобходимость в системе, что усиливает ее интегрированность, единство и эффективность действия.

С точки зрения закона функциональной дополнительности одно из главных отличий системы от механического конгломерата элементов дополняемости и связей заключается в том, что в системе элементы взаимодополняют и взаимоподдерживают действия друг друга в направлении общей цели системы.

#### *Задача системно-диалектической и организационно-системной оптимизации авианосного корабля*

Решение данной задачи характеризуется операционной конкретизацией диалектических законов и алгоритмов отображения реальной сложности функционирования авиа-

## Диалектика развития авианосного корабля ...

носного корабля, возможностью комплексного учета его важнейших системных качеств в части поиска строгого экстремума заданной функции.

В этом смысле традиционная математика во многом неадекватна задачам целостного анализа и оптимизации сложных технических систем, что отмечалось различными специалистами, в том числе математиками [1, 4, 5]. Системно-диалектическая оптимизация представляет авианосный корабль посредством качеств операционного функционирования.

Решение задачи системно-диалектической оптимизации корабельных авиационных систем создает качественные инструменты оптимизации, которые могут дополняться более специализированными математическими методами оптимизации, соотносясь с ними как стратегия и тактика, формализуя новое направление в развитии математических технологий оптимизации, приобретая стремление к строгой определенности, алгоритмичности, конструктивности, то есть по своим функциональным характеристикам становится в известной степени качественным аналогом математики.

При этом качество (эффективность) авианосного корабля целиком и полностью определяется качеством (эффективностью) носимой авиации (корабельных авиационных систем), а сам корабль «работает» на авиацию, удовлетворяя требованиям и условиям боевого применения корабельных авиационных систем в зависимости от характеристик корабля и параметров окружающей среды.

Технология системной оптимизации содействует исследованию диалектически важнейших  $i$ -х системных качеств  $Q^i$  авианосного корабля, обеспечиваемых и взаимодополняемых функционированием носимой авиации в  $k$ -й операции на море при  $i$ -м качестве  $Q^i$  авианосного корабля –  $O_k(Q^i)$ , которая, имея системный «оттенок», на языке теоретико-множественного описания может быть представлена критериальной совокупностью

$$O_k(Q^i) = (W_k^i, C_k^i, T_k^i),$$

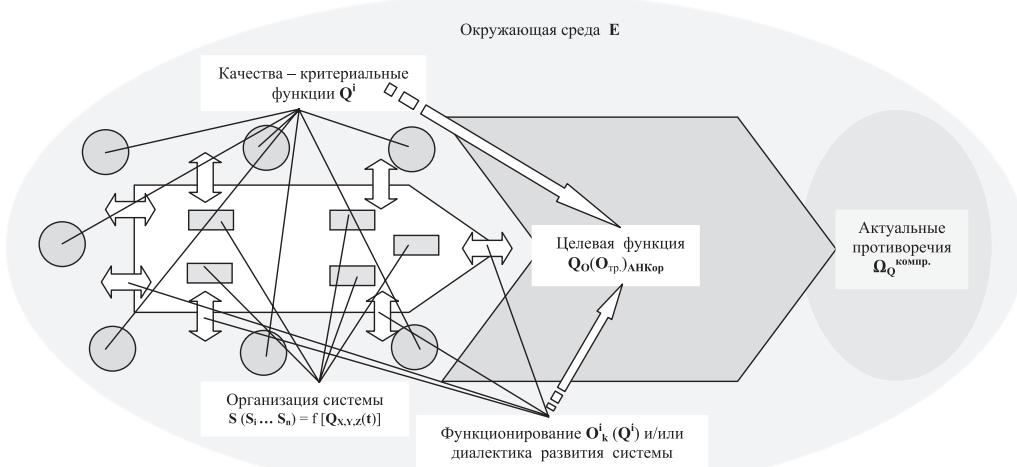
где  $W_k^i = (W_1^i, \dots, W_n^i)$  – вектор целевых, позитивных результатов (эффектов)  $k$ -й операции при  $i$ -м качестве авианосного корабля;  $C_k^i = (C_1^i, \dots, C_n^i)$  – вектор побочных, негативных затрат ресурсов  $k$ -й операции при  $i$ -м качестве авианосного корабля;  $T_k^i = (T_1^i, \dots, T_n^i)$  – вектор побочных, негативных временных затрат на достижение целевых эффектов  $k$ -й операции при  $i$ -м качестве авианосного корабля.

Диалектически важнейшие (*приоритетные*)  $i$ -е системные качества  $Q^i$  авианосного корабля образуют критериальное пространство предельно допустимых значений требуемых  $i$ -х функциональных критериев оптимальности  $O_k(Q^i)$  авианосного корабля, сфокусированное на *целевую функцию* авианосного корабля как главный оператор оптимизации (opt) и формирования облика авианосного корабля:

$$\text{opt} \sum_{i=1}^n a_i Q^i(W_k^i, C_k^i, T_k^i) = \text{opt} Q_o(O_{\text{tp}}) \text{AHK}_{\text{op}} \rightarrow \max, \\ Q^i \in \Omega_o$$

где  $Q_o(O_{\text{tp}})$  АНКор – *целевая функция* авианосного корабля (АНКор) (при требуемом результате операции  $O_{\text{tp}}$ );  $Q^i$  – критерии оптимальности (системные качества) как *приоритеты* целевой функции АНКор;  $\Omega_{Q^i}$  – область пространства критериев оптимальности  $Q^i$ ;  $a_i$  – весовой коэффициент важности  $Q^i$  в общем множестве свойств (приоритетов) АНКор ( $\sum a_i = 1,0$ ).

## Информационные технологии и оптимизация управления



**Рис. 1.** Системно-диалектический аспект оптимизации авианосного корабля

Целевая функция  $Q_O(O_{tp})$  АНКор становится исходным пунктом формирования технико-критериального облика (синтеза) авианосного корабля, функционирующего на основе разрешения актуальных противоречий (проблем) в заданных условиях окружающей среды (рис. 1).

Формирование функциональных критериев  $O(Q^i)$  в структуре целевой функции  $Q_O(O_{tp})$  АНКор является основным системно-диалектическим аспектом оптимизации и оценки эффективности функционирования АНКор по отдельным, наиболее существенным свойствам и качествам.

Структура вероятностных функциональных критериев  $O(Q^i)$  как приоритетов целевой функции АНКор определяется информационным фрагментом реальной ситуации, обеспечением сбора и регистрации информации об изменениях ситуации во времени и пространстве и оценкой прогноза (развития) ситуации, связанного с инерционностью вовлеченных в ситуацию параметров и характеристик корабельных авиационных систем в целом.

Так, в процессе боевых операций по отражению воздушного налета, нанесению ударов по надводным/ наземным целям основным боевым качеством (эффективностью) носимой авиации является результативность операции – функциональный критерий  $O(Q^{рез})$ .

Результативность зависит от эффективности наступления ( $Q_{HO}^{эф}$ ) и/или обороны ( $Q_{OO}^{эф}$ ) АНКор, выраженной эффективным усилием наступления ( $E^{HO}_{эф}$ ) и/или обороны ( $E^{OO}_{эф}$ ) через вес авиационных боеприпасов класса «воздух – поверхность» (В – П) и/или «воздух – воздух» (В – В), кг, которые могут быть доставлены носимой авиацией к целям в заданное время  $T_{зад}$  при определенной интенсивности самолетов-летов  $F_{T_{зад}}$ .

При этом должна быть обеспечена радиоэлектронная защищенность корабельных авиационных систем АНКор как функциональный критерий  $O(Q^{заш})$ . Критерий  $O(Q^{заш})$

## Диалектика развития авианосного корабля ...

характеризует защиту радиоэлектронных средств (РЭС) АНКор от радиоэлектронного противодействия (РЭП), поражения самонаводящихся на источник излучения ракет противника силами носимой авиации и электромагнитную совместимость (ЭМС) РЭС АНКор и носимой авиации.

На переходе морем и при боевом развертывании наиважнейшими качествами являются *упреждаемость* АНКор за счет более дальнего обнаружения и предупреждения угрозы силами носимой авиации, в частности самолетами радиолокационного дозора и наведения – РЛДН, как функциональный критерий  $O(Q_{\text{упреж}})$ , и *неуязвимость* АНКор при одновременной противовоздушной (ПВО) и противолодочной (ПЛО) обороне АНКор, обеспечиваемой силами носимой авиации, как функциональный критерий  $O(Q_{\text{неуз}})$ .

Немаловажную роль играет *своевременность* – качество, характеризующее способность АНКор к своевременному боевому развертыванию и возможность боевого применения носимой авиации в определенный момент времени реакции на угрозы, как функциональный критерий  $O(Q^{\text{своеvr}})$ .

Весьма критичными к боевым операциям АНКор являются такие свойства, как *досягаемость* объектов удара по тактическому радиусу действия корабельных летательных аппаратов (ЛАК) при нанесении ударов по надводным/ наземным целям – функциональный критерий  $O(Q^{\text{достг}})$ , и *автономность* плавания АНКор в обеспечении боевых действий носимой авиации по запасам авиационного топлива и боеприпасов – функциональный критерий  $O(Q^{\text{автон}})$ .

Очевидно, что все  $i$ -е функциональные критерии как системно-диалектические *приоритеты* целевой функции  $Q_o$ (Отр) АНКор сфокусированы на достижении наивысшей эффективности авианосного корабля.

В организационно-системном аспекте оптимизации полнота реализации боевых качеств авианосного корабля ( $S$ ) будет зависеть от качества построения корабельных авиационных систем ( $S_i$ ) (оптимизации построения) и качества управления ( $U$ ) в процессе боевых действий (оптимизации управления) при воздействии ( $V$ ) среды  $E$  на некотором интервале времени ( $T_k$ ).

С целью обеспечения максимальной эффективности управления боевым качеством ( $Q^i$ ) авианосного корабля как критериальной функцией  $Q^i(t)_{\max}$  используется аналитический метод построения моделей управления ( $U$ ) системой ( $S_i$ ) и воздействия среды  $E$  типа

$$Q^i = \phi [t, X(t), Y(t), Z(t), V(t), U(t), C(t), X(S_i), Y(S_i), Z(S_i), E(S_i)] \rightarrow \max,$$

где  $X(t), Y(t), Z(t), V(t), U(t), C(t)$  – параметры управления, воздействия и выходные характеристики системы  $S_i$  в момент  $t$ .

Системные параметры представляются как категориальные базисы последовательного формирования облика авианосного корабля (рис. 2).

Задача решается последовательным выбором управляющих сигналов ( $U$ ) с целью обеспечения максимальной эффективности ( $Q^{\text{рез}}_{\max}$ ) в условиях априорных неопределенностей.

## Информационные технологии и оптимизация управления

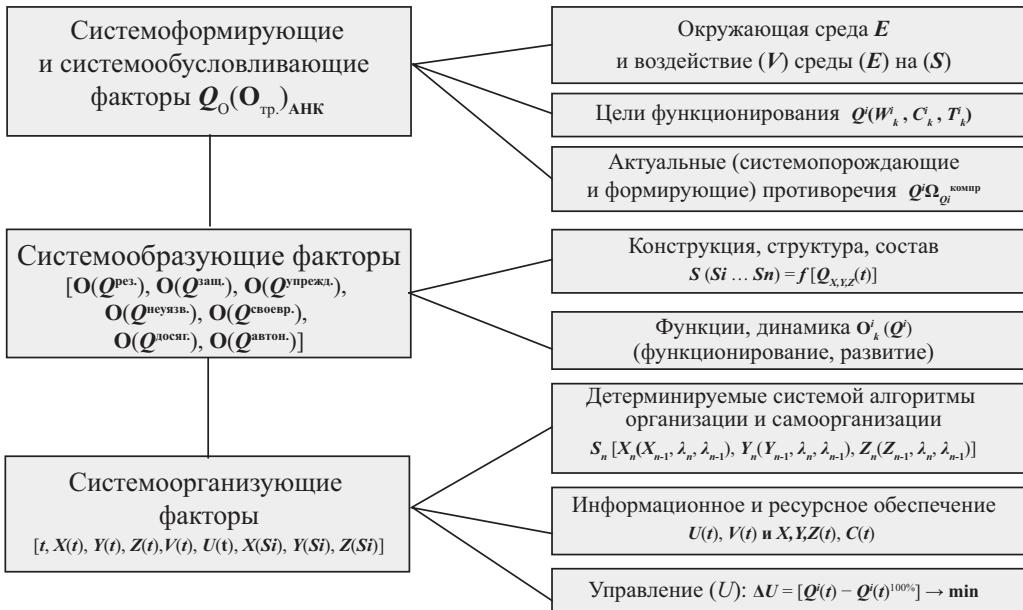


Рис. 2. Организационно-системный аспект оптимизации авианосного корабля

Организационно-системная оптимизация сводится к процессу принятия решений на начальном этапе создания эффективного авианосного корабля с количественным и качественным описанием критериального пространства требований (как функциональных критериев оптимальности  $Q^i$ ) к кораблю и его авиационным системам.

Согласованность *приоритетов* целевой функции  $Q_o(\text{Отр})$  АНКор в достижении наивысшей эффективности авианосного корабля в системно-диалектическом аспекте оптимизации является важнейшим принципом организационно-системной оптимизации и оценивается семантической *ERP*-моделью «сущность – связь – явление» (*Entity – Relation ship – Phenomenon model*) [9] «вписывания» проблеморазрешающих качественных системных инструментов  $[Q_{x,y,z}(t)]$  в критериальное пространство векторов  $O_{x,y,z} = f(X_{\text{АНКор}}, Y_{\text{АНКор}}, Z_{\text{АНКор}})$  оптимизации, формализуемых декомпозицией *приоритетов* целевой функции АНКор, превращая параметры  $X_{\text{АНКор}}, Y_{\text{АНКор}}, Z_{\text{АНКор}}$  в технико-критериальные требования, формирующие облик авианосного корабля (рис. 3).

Обозначенная задача сводится к системному проектированию авианосного корабля и принятию оптимальных проектных решений.

*Выводы*

Технико-критериальные требования фактически являются результатом оптимизации корабельных авиационных систем (подготовки, взлета, посадки, управления и корабельных летательных аппаратов), эффективность функционирования которых полностью определяет *приоритеты* (эффективность) операционного функционирования авианосного корабля на переходе морем, при боевом развертывании, в наступательных и оборонительных операциях.

## Диалектика развития авианосного корабля ...

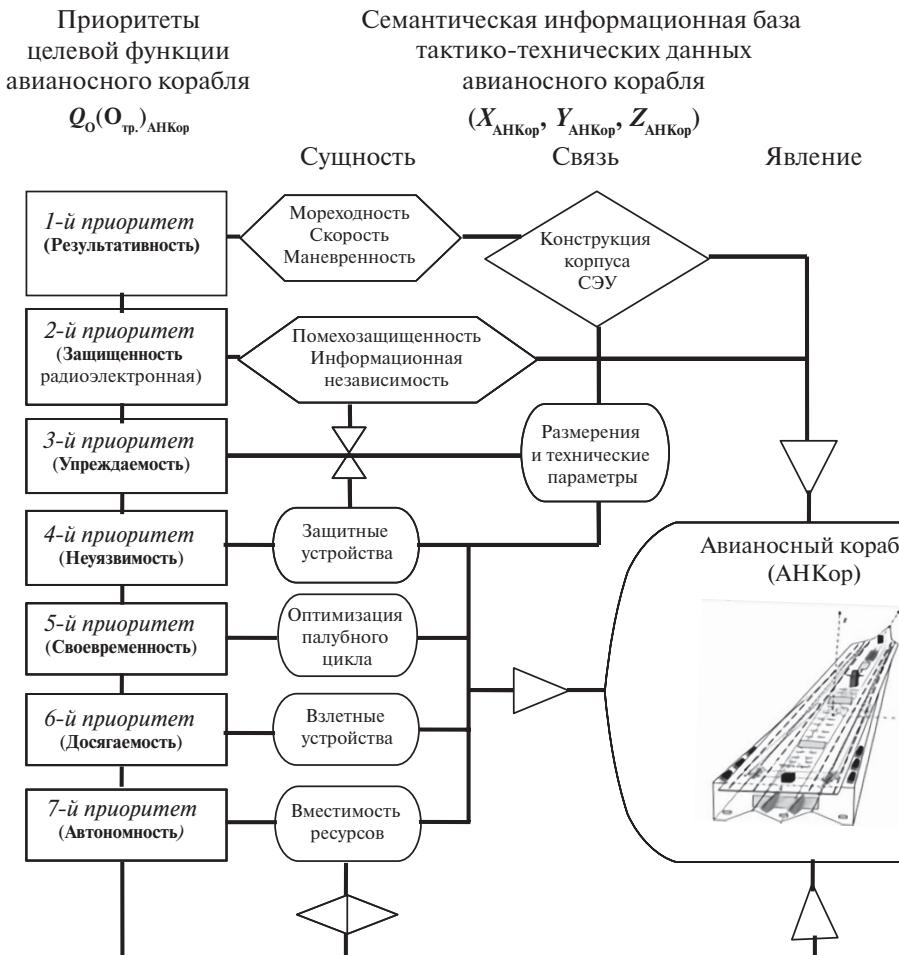


Рис. 3. Математическая ERP-модель формирования технико-критериального облика авианосного корабля

Требования затем распространяются на размеры корабля, палубное размещение корабельных авиационных систем, оборудование и снаряжение корабля и др. [8], формируя достаточный объем помещений, хранилищ и трюмов для хранения топлива и боеприпасов, а также жилых, хозяйственно-бытовых и служебных помещений, находящихся в подпалубных частях корабля, и синтезируя технико-критериальный облик авианосного корабля.

### Литература

1. Антонов Ю.С. Некоторые проблемы оптимизации построения системы вооружения и управления ее элементами в процессе боевых действий // Вестник Академии военных наук. 2005. № 3. С. 128–138.
2. Виноград Э.Г. Методологические принципы создания прогрессивной техники // Методологические проблемы создания новой техники и технологии. Новосибирск: Наука, 1989. С. 21–34.
3. Виноград Э.Г. Общая теория организаций и системно-организационный подход. Томск: Изд-во ТГУ, 1989, 236 с.

## Информационные технологии и оптимизация управления

4. Ерофеев Д.Ф. Часть VII. Авианосец во главе нового флота // Ерофеев Д.Ф. Каким должен быть российский авианосец? / Морской ВПК [Электронный ресурс]. – URL: <https://flotprom.ru/publications/science/hull/russiancarrier/7/> (дата обращения: 20.06.2020).
5. Захаров И.Г. Теория компромиссных решений при проектировании корабля. Л.: Судостроение, 1984. 280 с.
6. Орудьев З.М. Диалектика как система. М., 1973. 352 с.
7. Садовский Г.И. Диалектика мысли. Логика понятий как теория отражения сущности развития. Минск, 1982. 310 с.
8. Тенишев П.Г. Методика обоснования концепции авианесущего корабля в экспортном исполнении методами математического моделирования на ранних стадиях проектирования: дисс. .... канд. техн. наук. Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, 2018 / Санкт-Петербургский государственный морской технический университет – официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: [https://isu.smtu.ru/files/disser/54\\_disser\\_file.pdf](https://isu.smtu.ru/files/disser/54_disser_file.pdf) (дата обращения: 20.06.2019).
9. Chen P.P.-S. The Entity-Relationship Model – Toward a Unified View of Data // ACM Transactions on Database Systems. 1976. Vol. 1, no 1. DOI: 10.1145/320434.320440.
10. Sanchez-Palencia E. Promenade Dialectique Dans les Sciences. Ed. Hermann, 2012. 271 p.

## Literatura

1. Antonov Yu.S. Nekotorye problemy optimizatsii postroeniya sistemy vooruzheniya i upravleniya ee elementami v protsesse boevykh dejstvij // Vestnik Akademii voennyykh nauk. 2005. № 3. S. 128–138.
2. Vinograd E.G. Metodologicheskie printsipy sozdaniya progressivnoj tekhniki // Metodologicheskie problemy sozdaniya novoj tekhniki i tekhnologii. Novosibirsk: Nauka, 1989. S. 21–34.
3. Vinograd E.G. Obshchaya teoriya organizatsii i sistemno-organizatsionnyj podkhod. Tomsk: Izd-vo TGU, 1989. 236 s.
4. Erofeev D.F. Chast' VII. Avianosets vo glave novogo flota // Erofeev D.F. Kakim dolzhen byt' rossijskij avianosets? / Morskoy VPK [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://flotprom.ru/publications/science/hull/russiancarrier/7/> (data obrashcheniya: 20.06.2020).
5. Zakharov I.G. Teoriya kompromissnykh reshenij pri proektirovaniyu korablya. L.: Sudostroenie, 1984. 280 s.
6. Orudzhev Z.M. Dialektika kak sistema. M., 1973. 352 s.
7. Sadovskij G.I. Dialektika mysli. Logika ponyatiy kak teoriya otrazheniya sushchnosti razvitiya. Minsk, 1982. 310 s.
8. Tenishev P.G. Metodika obosnovaniya kontseptsii avianesushchego korablya v eksportnom ispolnenii metodami matematicheskogo modelirovaniya na rannikh stadiyakh proektirovaniya: diss. .... kand. tekhn. nauk. Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj morskoj tekhnicheskij universitet, 2018 / Sankt-Peterburgskij gosudarstvennyj morskoj tekhnicheskij universitet – ofitsial'nyj sajt [Elektronnyj resurs]. – URL: [https://isu.smtu.ru/files/disser/54\\_disser\\_file.pdf](https://isu.smtu.ru/files/disser/54_disser_file.pdf) (data obrashcheniya: 20.06.2019).
9. Chen P.P.-S. The Entity-Relationship Model – Toward a Unified View of Data // ACM Transactions on Database Systems. 1976. Vol. 1, no 1. DOI: 10.1145/320434.320440.
10. Sanchez-Palencia E. Promenade Dialectique Dans les Sciences. Ed. Hermann, 2012. 271 p.