Сибирский математический журнал
Июль—август, 2005. Том 46, № 4

УДК 515.14

ДИАДИЧЕСКИЕ ОТОБРАЖЕНИЯ И ДИАДИЧЕСКИЕ СУПЕРПАРАКОМПАКТНЫЕ ТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ

Д. К. Мусаев

Аннотация: Вводится понятие диадического суперпаракомпакта, обобщающее классическое понятие диадического бикомпакта, и дается аналог теоремы В. И. Кузьминова и Л. Н. Ивановского о диадичности пространства бикомпактной топологической группы для суперпаракомпактных групп. Кроме того, обобщается теорема Л. С. Понтрягина, утверждающая о существовании открытой бикомпактной подгруппы в любой окрестности единицы локальной бикомпактной вполне несвязной топологической группы.

Ключевые слова: диадическое отображение, суперпаракомпактное пространство, морфизм, группа.

Всюду ниже под пространством понимается топологическое пространство, под отображением — непрерывное отображение пространств.

Напомним основные для этой работы определения.

Определение 1 [1]. (а) Звездно-конечное открытое покрытие пространства называется *конечнокомпонентным*, если все его компоненты сцепленности конечны; (б) пространство называется *суперпаракомпактным*, если в любое его открытое покрытие можно вписать конечнокомпонентное покрытие; (в) хаусдорфовы суперпаракомпактные пространства называются *суперпаракомпактами.*

Определение 2 [2]. (а) Сюръективное T_2-отображение [3] $f : X \to Y$ называется *диадическим*, если существует сюръективный морфизм $[1, 3]$ $\lambda : \pi \to f$, где $\pi : Y \times D^\tau \to Y$ — проекция; (б) хаусдорфово пространство X называется *диадическим суперпаракомпактным*, если оно диадически отображается на некоторый нульмерный в смысле $\dim$ паракомпакт.

Следующее утверждение очевидно.

Лемма 1. *Проекция $pr : X \times B \to X$ произведения $X \times B$ любого пространства X на диадический бикомпакт (в частности, компакт) является диадическим отображением. При этом существующий морфизм $\lambda : \pi \to pr$ совершенен, где $\pi : X \times D^\tau \to X$ — проекция.*

Определение 3 [4]. *Бикомпактным* называется совершенное (т. е. непрерывное, замкнутое и послойно бикомпактное) отображение.

Определение 4 [1, 3]. Ограничение отображения $f : X \to Y$ на (замкнутое, открытое, типа F_σ, типа G_δ и т. д., всюду плотное) подмножество пространства X называется (*замкнутым*, *открытым*, *типа* F_σ, *типа* G_δ и т. д., *всюду плотным*) *подотображением отображения* f.

Для любого фиксированного топологического пространства Y рассматривается категория Top_Y [5], объектами которой являются непрерывные отображения топологических пространств в пространство Y, а для объектов $f : X \to Y$ и $g : Z \to Y$ морфизмом f в g считается такое непрерывное отображение $\varphi : X \to Z$, что $f = g \circ \varphi$. Символ $\lambda : f \to g$ есть запись того, что λ — морфизм f в g. Морфизм $\lambda : f \to g$ называется [1, 3] *инъективным*, *сюръективным*, *биективным*, *замкнутым*, *совершенным*, *открытым*, *вложением*, если соответственно таковым является отображение $\lambda : X \to Z$. Если (а) $[\lambda X] = Z$, (б) $\lambda : X \to Y$ является гомеоморфизмом, то морфизм λ будет называться соответственно: (а) плотным, (б) изоморфизмом. Для морфизма λ ограничение отображения $\lambda : X \to Z$ на подпространство пространства X называется [1, 3] *подморфизмом морфизма* λ. Морфизм $\lambda : f \to g$ называется *продолжением морфизма* $\lambda^* : f^* \to g$, если λ^* есть подморфизм морфизма λ (точнее, если фиксирован изоморфизм отображения f^* и некоторого подотображения отображения f).

Предложение 1 [2]. *Любое диадическое отображение $f : X \to Y$ бикомпактно и открыто. Поэтому при диадическом отображении $f : X \to Y$ образ и прообраз суперпаракомпактны или нет одновременно.*

Доказательство. В силу диадичности отображения $f : X \to Y$ существует сюръективный морфизм $\lambda : \pi \to f$, где $\pi : Y \times D^\tau \to Y$. Поскольку проекция $\pi : Y \times D^\tau \to Y$ бикомпактна и открыта [6], а $\lambda : \pi \to f$ есть сюръективный морфизм, то отображение f бикомпактно (см. [1, утверждение 2.3]) и отображение f является (см. [7, лемма 1.2]) открытым. В силу того, что любое совершенное открытое отображение будет Λ-отображением [8], образ Y суперпаракомпактного пространства X при диадическом отображении $f : X \to Y$ суперпаракомпактен (см. [8, теорема 6]).

Обратно, если $f : X \to Y$ — диадическое отображение пространства X на суперпаракомпактное пространство Y, пространство X является суперпаракомпактным (см. [1, теорема 3]). Предложение доказано.

Поскольку любой нульмерный в смысле $\dim$ паракомпакт суперпаракомпактен (см. [1, предложение 2.4]), то из предложения 1 и определения 2 вытекают

Следствие 1. *Если $f : X \to Y$ есть диадическое отображение пространства X на нульмерный в смысле* $\dim$ *паракомпакт, то пространство X суперпаракомпактно.*

Следствие 2. *Любое диадическое суперпаракомпактное пространство суперпаракомпактно.*

Пример 1. Любое диадическое отображение $f : X \to Y$ бикомпактно и открыто (см. предложение 1). Отображение $g : A_1 \to Y$ «две стрелки» П. С. Александрова A_1 (см. [6]) в одноточечное пространство Y бикомпактно и открыто, но не является диадическим отображением. Действительно, в противном случае существовал бы сюръективный морфизм $\lambda : \pi \to g$, где $\pi : Y \times D^\tau = D^\tau \to A_1$, и бикомпакт A_1 был бы диадическим бикомпактом.

Поскольку любое отображение диадического бикомпакта в одноточечное пространство является диадическим, согласно определению 2 имеет место

Предложение 2. *Любой диадический бикомпакт является диадическим суперпаракомпактом.*

Пример 2. Пусть пространство X является дискретной суммой бесконечного числа отрезков I_α, $\alpha \in A$, т. е. $X = d \cup \{I_\alpha, \alpha \in A, |A| \geq \aleph_0\}$. Тогда пространство X (см. [1, предложение 1.1.S]) суперпаракомпактно и не бикомпактно. Поскольку пространство X локально связно и фактор-пространство локально связного пространства является [6] локально связным, то пространство X/C разбиения на его компоненты дискретно и поэтому суперпаракомпактно и $\dim X/C = 0$ (см. [1, теорема 2.2.S]).

Тогда легко видеть, что естественное фактор-отображение p данного пространства X на пространство X/C разбиения его на компоненты является диадическим. Поэтому согласно определению 2 суперпаракомпакт X — диадический суперпаракомпакт и в силу небикомпактности пространства X оно не будет диадическим бикомпактом.

Оказывается, в классе связных пространств имеет место следующее

Предложение 3. *Для связного пространства X следующие утверждения равносильны:* (а) *X — диадический бикомпакт;* (б) *X — диадический суперпаракомпакт.*

Доказательство. (а)$\Rightarrow$(б) вытекает из предложения 2. Если X — диадический суперпаракомпакт, то по следствиям 2 и 2.4 из [1] пространство X является диадическим континуумом, и поэтому существует диадическое отображение континуума на некоторый нульмерный в смысле $\dim$ бикомпакт Y. Тогда из нульмерности бикомпакта Y и связности X следует, что Y есть одноточечное пространство. Следовательно, континуум X является диадическим бикомпактом. Предложение доказано.

Пример 3. Стоун-чеховское расширение βR числовой прямой R не является диадическим бикомпактом (см. [9, утверждение 3.12.12(д)]). Поскольку числовая прямая R связна, то βR является континуумом (см. [9, теорема 6.1.14]) и поэтому суперпаракомпактно, но не диадически суперпаракомпактно. Действительно, в противном случае согласно предложению 3 бикомпакт βR являлся бы диадическим бикомпактом.

Определение 5. Отображение $f : X \to Y$ назовем: (a_1) *послойно диадическим*; (a_2) *послойно суслинским*; (a_3) *послойно с первой аксиомой счетности*; (a_4) *послойно метризуемым*, если для любой точки $y \in Y$ каждый слой $f^{-1}y$ (т. е. прообраз $f^{-1}y$) является соответственно: (A_1) диадическим бикомпактом; (A_2) пространством со свойством Суслина; (A_3) пространством с первой аксиомой счетности; (A_4) метризуемым.

Предложение 4. *Если $f : X \to Y$ — диадическое отображение, то отображение f является послойно диадическим. Кроме того, если отображение f является еще и послойным с первой аксиомой счетности, то отображение f послойно метризуемо.*

Доказательство. Поскольку отображение $f : X \to Y$ диадическое, то отображение f хаусдорфово и согласно определению 2 существует сюръективный морфизм $\lambda : \pi \to f$, где $\pi : Y \times D^\tau \to Y$ — проекция. Поэтому для любой точки $y \in Y$ слой $f^{-1}y$ есть диадический бикомпакт как непрерывный образ слоя $\pi^{-1}y = D^\tau \times y = D^\tau$. Следовательно, отображение f послойно диадично. При этом если еще отображение f является послойным с первой аксиомой счетности, то каждый слой $f^{-1}y$, $y \in Y$, метризуем (см. [5, теорема 6.29]) и поэтому отображение f послойно метризуемо согласно определению 5. Предложение доказано.

В силу теоремы Марчевского — Шпильрайна (см. [5, терема 6.15]) из предложения 4 вытекает

Следствие 3. *Послойно диадическое отображение является послойно Суслинским.*

Предложение 5. *Пусть даны отображения $f : X \to Y$, $g : Z \to Y$ и $\lambda : f \to g$ есть сюръективный морфизм. Если отображение g хаусдорфово и f является диадическим, то диадическим будет и отображение g.*

Доказательство. В силу диадичности отображения f существует (см. определение 2) сюръективный морфизм $\mu : \pi \to f$, где $\pi : Y \times D^\tau \to Y$ — проекция.

Поскольку $\mu : \pi \to f$ и $\lambda : f \to g$ — морфизмы, то $\pi = f \circ \mu$, $f = g \circ \lambda$ и $\pi = g \circ \lambda \circ \mu$. Положим $\sigma = \lambda \circ \mu$. Так как μ и λ — сюръективные морфизмы, то отображение σ — сюръективный морфизм отображения $\pi : Y \times D^\tau \to Y$ в отображение $g : Z \to Y$, т. е. $\sigma : \pi \to g$.

Следовательно, отображение g является диадическим согласно определению 2. Предложение доказано.

Как известно (см. [5, теорема 22]), всякий бикомпакт веса τ есть непрерывный образ лежащего в D^τ нульмерного бикомпакта веса τ. Аналогом этого утверждения является

Теорема 1. *Всякий суперпаракомпакт веса τ является непрерывным образом нульмерного в смысле* dim *суперпаракомпакта веса τ, лежащего в произведении $X_0 \times D^\tau$ нульмерного в смысле* dim *паракомпакта X_0 веса $\leq \tau$ на обобщенный канторов дисконтинуум D^τ веса τ.*

Доказательство. Можем предполагать (см. [1, теорема 3.3.S]), что суперпаракомпакт X веса τ есть замкнутое подпространство произведения $X_0 \times I^\tau$ нульмерного в смысле dim паракомпакта X_0 веса $\leq \tau$ на тихоновский кирпич I^τ. Тихоновский кирпич I^τ есть непрерывный образ D^τ, т. е. (см. [5, предложение 6.3]) существует сюръективное отображение $\varphi : D^\tau \to I^\tau$. Положим $\psi = \mathrm{id}_{X_0} \times \varphi : X_0 \times D^\tau \to X_0 \times I^\tau$. Отображение ψ совершенно [9] как произведение совершенных отображений $\mathrm{id}_{X_0} : X_0 \to X_0$ и $\varphi : D^\tau \to I^\tau$. Тогда пространство $\psi^{-1}X$ есть суперпаракомпакт (см. [1, теорема 3.1]) и суперпаракомпакт X — непрерывный образ суперпаракомпакта $\psi^{-1}X \subseteq X_0 \times D^\tau$ при совершенном отображении $\psi|_{\psi^{-1}X}$. Произведение $X_0 \times D^\tau$ суперпаракомпактно (см. [10, следствие 1]), и очевидно, что $\dim(X_0 \times D^\tau) = 0$. Тогда в силу монотонности размерности dim по замкнутым подмножествам имеем $\dim(\psi^{-1}X) = 0$, и так как $\omega(X_0 \times D^\tau) = \tau$, то $\omega(\psi^{-1}X) \leq \tau$. С другой стороны, $\omega X \leq \omega\psi^{-1}X$ (см. [6, гл. 6, предложение 41]). Итак, $\omega\psi^{-1}(X) = \tau$. Теорема доказана.

Определение 6 [11]. (а) Для пространства X, его подпространства W и множества $B \subset X \backslash W$ (точки $x \in X \backslash W$) будем говорить, что покрытие λ пространства W *выкалывает множество* B (*точку* x) в X, если $B \cap (\bigcup[\lambda]_X) = \varnothing$ ($x \notin \bigcup[\lambda]_X$);

(б) для кардинального числа $\tau \geq \omega$ покрытие λ пространства X назовем *τ-покрытием*, если $|\lambda| \leq \tau$.

Определение 7 [1]. Тихоновское пространство X называется: (а) (τ-) П-*полным*, если для любой точки $x \in \beta X \backslash X$ существует такое (τ-) конечнокомпонентное покрытие пространства X, выкалывающее точку x в βX; (б) *слабо* (τ-)

П-*полным*, если для любой точки $x \in \beta X \backslash X$ существует открыто-замкнутое τ-покрытие пространства X, выкалывающее точку x в βX.

Определение 8. Пространство X называется (A_1) K-*компонентным*, (A_2) *пространством класса* K [1], если соответственно выполняются следующие условия:

(a_1) все компоненты пространства X бикомпактны;

(a_2) X является K-компонентным, и в любой окрестности каждой компоненты содержится ее открыто-замкнутая окрестность.

Поскольку в любом вполне несвязном пространстве X компоненты его тривиальны, т. е. все они одноточечны, согласно определению 8 имеем

Предложение 6. *Любое вполне несвязное пространство X класса K является индуктивно нульмерным T_1-пространством* (*следовательно, тихоновским*).

Пример 4. Любое индуктивно нульмерное T_0-пространство является пространством класса K, а любое вполне несвязное пространство K-компонентно. Поскольку пример X_0 — «Веер Кнастера и Куратовского» (см. [9]) — является одномерным вполне несвязным метрическим пространством, то пространство X_0 K-компонентно и не является пространством класса K согласно предложению 6. Очевидно, что связное двоеточие — пространство класса K и в силу его нетихоновости оно не слабо П-полное пространство.

Теорема 2. *Для локально бикомпактного хаусдорфова пространства X следующие условия равносильны:*

(а) *X является пространством класса K;*

(б) *X K-компонентно.*

Доказательство. (а)$\Rightarrow$(б) очевидно.

Пусть пространство X является K-компонентным и C — какая-нибудь его компонента, а W — ее произвольная окрестность.

Поскольку X — локально бикомпактное хаусдорфово пространство и компонента C бикомпактна, существует (см. [12, § 15, предложение G]) такая открыто-замкнутая в X окрестность O, что $C \subset O \subset W$. Поэтому X является пространством класса K, и теорема доказана.

Определение 9 [2]. Топологическую группу G, пространство которой (a_1) K-компонентно; (a_2) класса K [1]; (a_3) слабо П-полно; (a_4) П-полно; (a_5) суперпаракомпактно, назовем соответственно (A_1) K-*компонентной*; (A_2) *группой класса* K; (A_3) *слабо* П-*полной*; (A_4) П-*полной*; (A_5) суперпаракомпактной.

Из теоремы 2.1.СП в [1], леммы 1.1.П в [1] и примера 4 следует, что любая суперпаракомпактная отделимая группа П-полная, любая П-полная группа слабо П-полная, любая слабо П-полная группа является группой класса K и, наконец, любая группа класса K будет K-компонентной. Обратное, вообще говоря, неверно (см. пример 4).

Теорема 3. *Для сильно паракомпактной отделимой группы G следующие утверждения равносильны:* (а) *G есть группа класса K;* (б) *G суперпаракомпактно;* (в) *компонента C единицы группы G бикомпактна, а фактор-группа G/C суперпаракомпактна и нульмерна в смысле* dim; *при этом пространство группы G гомеоморфно топологическому произведению $C \times G/C$ компоненты C на пространство группы G/C.*

Доказательство. (а)$\Rightarrow$(б). Если сильно паракомпактная отделимая группа G является группой класса K, то группа G суперпаракомпактна (см. [10, теорема 5]).

(б)⇒(в). Если группа G суперпаракомпактна, то фактор-группа G/C есть отделимая суперпаракомпактная группа и $\dim G/C = 0$ (см. [1, теорема 2.2.S]). Тогда очевидно, что и $\operatorname{ind} G/C = 0$.

Поскольку группа G сильно паракомпактна, компонента C единицы группы G бикомпактна и $\operatorname{ind} G/C = 0$, то пространство группы G гомеоморфно (см. [13, следствие 5]) топологическому произведению $C \times G/C$ компоненты C на фактор-пространство G/C.

(в)⇒(а). Если компонента C единицы группы G бикомпактна, а фактор-группа G/C суперпаракомпактна, то топологическое произведение $C \times G/C$ пространств группы C и G/C суперпаракомпактно (см. [10, следствие 1]). Поэтому и пространство группы G суперпаракомпактно, следовательно, группа G суперпаракомпактна согласно определению 9. Тогда группа G является группой класса K (см. [1, теорема 2.1.СП, следствие 1.2]). Теорема доказана.

Теорема 3 является аналогом теоремы Мостерта [14] о том, что пространство локально бикомпактной топологической группы G гомеоморфно топологическому произведению ее компоненты C на фактор-пространство G/C.

Поскольку пространство любой локально бикомпактной топологической группы сильно паракомпактно [15], из теоремы 3 вытекают

Следствие 4. (а) *Локально бикомпактная отделимая группа G суперпаракомпактна тогда и только тогда, когда G является K-компонентной;*

(б) *локально связная группа G суперпаракомпактна тогда и только тогда, когда группа G является K-компонентной.*

Следствие 5. *Локально связная отделимая K-компонентная* (*в частности, суперпаракомпактная*) *группа G конечной размерности есть группа Ли.*

Доказательство. В силу локальной связности и K-компонентности группы G компонента C единицы группы G открыта и бикомпактна и поэтому группа G локально бикомпактна.

Поскольку группа G локально связна, локально бикомпактна и конечномерна, то известно (см. [13]), что G есть группа Ли. Следствие доказано.

Следствие 5 является обобщением соответствующего утверждения для бикомпактных топологических групп [12].

Теорема 4 [2]. *Если G — локально бикомпактная отделимая K-компонентная* (*в частности, суперпаракомпактная*) *группа, то в любой окрестности компоненты C единицы группы G содержится открытая бикомпактная подгруппа группы G.*

Доказательство. По теореме 2 G — группа класса K и естественное отображение $p : G \to G/C$ совершенно [13] и является [12] открытым гомеоморфным отображением топологической группы G на фактор-группу G/C. При этом фактор-группа G/C локально бикомпактна и очевидно, что $\operatorname{ind} G/C = 0$. Пусть O — произвольная окрестность компоненты C единицы группы G. В силу замкнутости отображения p у единицы e группы G/C существует (см. [12, теорема 16]) такая открытая бикомпактная подгруппа H группы G/C, что $p^{-1}H \subseteq O$. Известно [12], что множество $p^{-1}H$ есть открытая подгруппа группы G. Ясно, что $C \subseteq p^{-1}H \subseteq O$. Бикомпактность подгруппы $p^{-1}H$ вытекает из совершенности отображения p. Теорема доказана.

Отметим, что данная теорема является обобщением соответствующего утверждения для вполне несвязных локально бикомпактных топологических групп [12].

Определение 10. Топологическую группу G назовем *диадической*, если ее пространство является диадическим суперпаракомпактом.

Теорема 5 [2]. *Любая суперпаракомпактная группа G-диадически суперпаракомпактна.*

Доказательство. Поскольку группа G суперпаракомпактна, по теореме 3 компонента C группы G бикомпактна и пространство группы G гомеоморфно топологическому произведению $G \times G/C$ пространства своей компоненты C на фактор-пространство G/C группы G. Согласно теореме Л. Н. Ивановского [16] и В. И. Кузьминова [17] группа C диадична, поэтому C является образом D^τ при некотором непрерывном отображении φ.

Тогда сюръективное отображение

$$g = \varphi \times \mathrm{id} : D^\tau \times G/C \to C \times G/C$$

как произведение непрерывных отображений $\varphi : D^\tau \to C$ и $\mathrm{id}_{G/C} : G/C \to G/C$ непрерывно и является сюръективным морфизмом отображения $\pi : D^\tau \times G/C \to G/C$ на естественное отображение $p : C \times G/C \to G/C$. Поэтому естественное отображение p диадично. Так как фактор-пространство G/C согласно теореме 3 есть нульмерный в смысле $\dim$ суперпаракомпакт, согласно определениям 2 и 10 суперпаракомпактная группа является диадической. Теорема доказана.

Из данной теоремы в силу [10, теорема 5] вытекают

Следствие 6. *Сильно паракомпактная или финально компактная группа G диадически суперпаракомпактна тогда и только тогда, когда группа G является K компонентной.*

Следствие 7. *Локально бикомпактная (локально связная) группа G диадически суперпаракомпактна тогда и только тогда, когда группа G является K-компонентной.*

Теорема 6. *Пространство полно метризуемой не локально бикомпактной суперпаракомпактной группы G веса τ гомеоморфно топологическому произведению $B(\tau)\times K$ бэровского пространства $B(\tau)$ веса τ на компакт K, являющийся пространством компоненты единицы группы G.*

Доказательство. По теореме 3 пространство группы G гомеоморфно топологическому произведению $C \times G/C$ компоненты C единицы группы G на фактор-пространство группы G/C и $\dim G/C = 0$. Поскольку произведение $C \times G/C$ не локально бикомпактно, пространство G/C не локально бикомпактно и $\omega(G/C) \geq \aleph_0$. Так как

$$\omega(K \times G/C) = \max\{\omega(K); \omega(G/C)\} \quad \text{и} \quad \omega(G/C) \geq \omega(K),$$

имеем $\omega(G/C) = \tau$. В силу того, что пространство группы G/C полно метризуемо и не локально бикомпактно, оно гомеоморфно [6, 9] бэровскому пространству $B(\tau)$ веса τ. Теорема доказана.

Теорема 7. *Пространство n-мерной метризуемой абелевой суперпаракомпактной группы G веса $\leq \tau$ вкладывается в произведение $B(\tau) \times R^{n+2}$ бэровского пространства $B(\tau)$ веса τ и $(n+2)$-мерного евклидова пространства R^{n+2}.*

Доказательство. По теореме 3 пространство группы G гомеоморфно топологическому произведению $C \times G/C$ компоненты единицы группы G на фактор-пространство G/C и $\dim G/C = 0$. Пространство G/C метризуемо (см. [8, предложение 1]), $\dim G/C = 0$, и $\omega(G/C) \leq \tau$. Тогда существует (см. [9, теорема 7.3.15]) вложение f пространства G/C в бэровское пространство $B(\tau)$ веса τ.

Так как $\dim(K \times G/C) \leq \dim K + \dim G/C$ [18] и $\dim G/C = 0$, то $\dim K = n$. Следовательно, по теореме М. Богнара [19] существует вложение g пространства K в $(n+2)$-мерное евклидово пространство R^{n+2}. Простое произведение $f \times g$ вложений f и g есть [9] вложение произведения $G/C \times K$ в произведение $B(\tau) \times R^{n+2}$. Теорема доказана.

Теорема 7 аналогична теореме М. Богнара о вложимости n-мерной локально компактной топологической абелевой группы со счетной базой в $(n+2)$-мерное евклидово пространство R^{n+2}.

Из теоремы 7 и предложения 5.1 в [1] вытекает

Следствие 8. *Пространство n-мерной полной метризуемой абелевой суперпаракомпактной группы G веса $\leq \tau$ замкнуто вкладывается в произведение $B(\tau) \times R^{n+2}$ бэровского пространства $B(\tau)$ веса τ на $(n+2)$-мерное евклидово пространство R^{n+2}.*

ЛИТЕРАТУРА

1. *Мусаев Д. К., Пасынков Б. А.* О свойствах компактности и полноты топологических пространств и непрерывных отображений. Ташкент: Фан, 1994.
2. *Мусаев Д. К.* Диадические отображения и аналог теоремы В. И. Кузьминова и Л. Н. Ивановского о диадичности пространства бикомпактной топологической группы для суперпаракомпактных групп // Тр. междунар. конф. «Дифференциальные уравнения с частными производными и родственные проблемы анализа и информатики». Ташкент, 16–19 ноября 2004 г. Т. 2. С. 198–200.
3. *Пасынков Б. А.* О распространении на отображения некоторых понятий и утверждений, касающихся пространств // Отображения и функторы. М.: Изд-во МГУ, 1984. С. 72–102.
4. *Вайнштейн И. А.* О замкнутых отображениях метрических пространств // Докл. АН СССР. 1947. Т. 57, № 4. С. 319–321.
5. *Федорчук В. В., Филиппов В. В.* Общая топология. Основные конструкции. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988.
6. *Архангельский А. В., Пономарев В. И.* Основы общей топологии в задачах и упражнениях. М.: Наука, 1974.
7. *Пасынков Б. А.* Частичные топологические произведения // Тр. Моск. мат. об-ва. 1965. Т. 13. С. 136–245.
8. *Мусаев Д. К.* Характеризации суперпаракомпактных пространств и их Λ-отображения // Докл. АН УзССР. 1983. № 6. С. 7–8.
9. *Энгелькинг Р.* Общая топология. М.: Мир, 1986.
10. *Мусаев Д. К.* О суперпаракомпактных пространствах // Докл. АН УзССР. 1983. № 2. С. 5–6.
11. *Мусаев Д. К.* О характеризации полных отображений посредством морфизмов в нульмерные // Мат. труды. 2004. Т. 7, № 2. С. 72–97.
12. *Понтрягин Л. С.* Непрерывные группы. М.: Наука, 1973.
13. *Пасынков Б. А.* О топологических группах // Докл. АН СССР. 1969. Т. 188, № 2. С. 286–289.
14. *Mostert P. S.* Sections in principal fibre spaces // Duke Math. J. 1956. V. 23, N 1. P. 57–71.
15. *Архангельский А. В.* О совпадении размерности $\operatorname{ind} G$ и $\dim G$ для локально бикомпактных групп // Докл. АН СССР. 1960. Т. 132, № 5. С. 980–981.

16. *Ивановский Л. Н.* Диадичность бикомпактных фактор-пространств локально бикомпактных групп // Тез. докл. Всесоюз. топологической конф., 1959. Тбилиси. С. 22–28.
17. *Кузьминов В. И.* О гипотезе П. С. Александрова в теории топологических групп // Докл. АН СССР. 1959. Т. 125, № 4. С. 727–729.
18. *Александров П. С., Пасынков Б. А.* Введение в теорию размерности. М.: Наука, 1973.
19. *Богнар М.* Вложение локально компактных топологических абелевых групп в евклидово пространство // Успехи мат. наук. 1960. Т. 15, № 3. С. 133–136.

Статья поступила 17 января 2005 г.

Мусаев Давлатали Кахарович
Институт Математики АН РУз,
ул. Ф. Ходжаева, 29, Ташкент 700125, Узбекистан
mathinst@uzsci.net