

research papers

Preschoolers' Inductive Selectivity as a Function of Implicit and Conceptual Learning

Alexey A. Kotov

National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Tatyana N. Kotova

Laboratory of Cognitive Research, Russian Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Elizaveta V. Vlasova

Laboratory of Cognitive Research, Russian Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Abstract. From an early age, children rely on contextual information while generalizing information about new objects. It is still uncertain what underlies this inductive selectivity; it may be associative learning, which depends on an object's numbers of features, or conceptual learning, which depends on the features' content. In the first experiment, we varied objects' contextual information and found that preschoolers rely more on contextual features of the object (shape and color of the background) than on spatial ones (location). In the second experiment, we varied the combination of contextual features and showed that, given a lack of information about an object (shape only), children rely on contextual spatial features more than on the object's features. Moreover, they prefer not to rely on contextual information at all if the object's information is modified (same shape but different color). Together, these results indicate the dependence of inductive selectivity on conceptual learning, not only associative learning.

Correspondence: Alexey A. Kotov, al.kotov@gmail.com, Higher School of Economics, Volgogradsky prospect 46B, 109028 Moscow, Russia ; Tatyana N. Kotova, tkotova@gmail.com; Elizaveta V. Vlasova, elizabeth.vlasova@gmail.com

Keywords: inductive selectivity, induction, associative learning, conceptual learning, preschoolers

Copyright © 2015. Alexey A. Kotov, Tatyana N. Kotova, Elizaveta V. Vlasova. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (CC BY), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided that the original authors are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice.

Acknowledgments. This study was carried out within The National Research University Higher School of Economics' Academic Fund Program in 2014–2015, Research Grant No. 14-01-0168.

Received 13 May 2015, accepted 29 September 2015.

Introduction

Many studies in modern cognitive psychology show that both children and adults learn a great deal of contextual information while forming new categories (Macario, 1991; Allen & Brooks, 1991). This effect is known as conceptual flexibility, or inductive selectivity: the effect of memorizing additional information which is not necessary for an ongoing generalization task. This selectivity can speed up the process of category learning. For example, when people learn how to distinguish edible mushrooms from poisonous ones, apart from the shape of the mushroom they also

remember after a while near which trees an edible mushroom is likely to be found, and where they will find poisonous ones. Bearing this contextual information in mind can help people to search for new mushrooms, as contextual information is often recognized early and attention can be adjusted to the appearance of objects with certain characteristics.

The nature of the inductive selectivity effect is still an important topic of discussion. On the one hand, this selectivity may seem to contradict the principle of cognitive economy, which states that not all given information must be learned but only those which are important for category

rization (Gluck & Bower, 1988; Anderson, 1991; Nosofsky, Palmeri, & McKinley, 1994). However, further studies in this area concluded that the inductive selectivity effect actually satisfies the cognitive economy principle, as people apparently use this additional information in later, less convenient situations with more dimensions, thus saving some effort in their future learning (Bott, Hoffman, & Murphy, 2007).

The type of task is one of the factors which initiates inductive selectivity. Adults show less inductive selectivity in a classification task than in an inference task (Yamauchi & Markman, 1998; Hoffman & Rehder, 2010). However, in our previous research we found that the task factor itself is limited to the relevance of new information to the participant's cognitive schemas (Kotov & Dagaev, 2013). Therefore, even when performing the classification task, which, as previously established, does not initiate inductive selectivity, participants will still remember contextual information if it is relevant to their knowledge about categorizing objects. At the same time, there are no data to prove that the influence of the material factor can be canceled by the task factor. Thus, the question as to the ratio of different learning factors in the mechanisms of inductive selectivity remains open.

Preschool-aged children selectively use their semantic knowledge about categories to focus on relevant clues of the induction task. Opfer and Bulloch tested whether young children generalize from the exemplars to the targets on the basis of perceptual or relational similarity. When children had some causal information (parent-child relations), they ignored target-to-exemplar perceptual similarity, but if they did not have causal information they relied on perceptual similarity (Opfer & Bulloch, 2007). Nguyen also found that when 4-year-olds are presented with triads made up of a target (e.g., a reindeer) and test items that matched with respect to taxonomic (e.g., a bear) or script relations (e.g., a Christmas tree), they selectively use taxonomic categories for biological inferences and script categories for situational inferences (Nguyen, 2012).

Revealing and memorizing the regular relations between features of objects and situations during learning can occur both explicitly, when one is aware of the categorization rule and can verbally describe the defining features, and implicitly by associations (Ashby, 1998). If, in the first case, the flexibility of learning is a result of conceptual learning, then, in the second case, this flexibility could be the result of training perceptual attention, or associative learning. Associative learning has some particular qualities: it does not involve speech, it is involuntary, and it begins at birth. The differentiation between these two ways of learning allows us to ask the question: to what degree is conceptual learning and perceptual attention responsible for the conceptual flexibility effect?

As Sloutsky and Fisher showed in their experiment with preschoolers, the mechanisms of perceptual attention are sufficient for the formation of new categories with additional contextual information (Sloutsky & Fisher, 2008). In their experiment, 5-year-old participants were shown two blocks of triads. During the first block, children were told to choose between two test objects (all objects were geometric shapes of circles and triangles) and to select the one which fitted the target object by shape (the first base for categorization). In the second block, the color

of the object was the base for categorization; participants had to choose the test object and match the target by its color. All first-block triads were shown in context 1, and all second-block triads were shown in context 2. The context was set by the color of the background (green/yellow) and by the position of the triads on the screen (upper right/lower left corner). The test triads were ambiguous; both of the two relevant features (shape/color) were available. However, only one context was shown in each trial, and contexts varied between groups.

The authors found a stable relationship between the objects' features and the context. For example, participants preferred the categorization by shape significantly more often when the test ambiguous triad was shown in context 1. As the experiment revealed, the children made those decisions implicitly. These results support Sloutsky and Fisher's theory, which states that associative learning can be the initial way of acquiring new categorization rules and creating context-dependent generalizations for children below 6 years of age. At the same time, they assume that in older children, the execution of this function can be performed by another kind of learning. Altogether, the authors described the role of associative learning in the development of conceptual flexibility as follows: "These findings support the idea that early in development, smart flexible behaviors stem from mundane mechanisms grounded in associative and attentional learning" (Sloutsky, Fisher, 2008, p. 650).

The Role of Conceptual Learning in Selectivity: Methodological Issues

Some critics have noted that Sloutsky and Fisher's results are limited because they tested children in only one context, and the participants could make matches without noticing the context cue at all (Hayes & Lim, 2013). In our opinion, there are more important difficulties when interpreting Sloutsky and Fisher's results. They used meaningless material and parts of the context (location and background color) did not change in different phases, such as during training and during the test. These details produced rather restricted conditions for conceptual flexibility.

We suggest that 5-year-olds can actually rely solely on resources of attention, but only given a lack of previous knowledge or if they have difficulties in combining new information with some which is previously known. This exact situation appears in Sloutsky and Fisher's experiment (2008). First, due to the neutrality of the experimental material, the children cannot link it to the information they already have stored in their memories. Second, and much more importantly, the features of the context (background color and position of the triads on the screen) cannot be linked to the object categorization rule in any other way but by associations.

However, in reality, information about objects which both children and adults process may facilitate the choice of the optimal system of learning. If the features of the categorized object correspond strongly with the context and functional relationships can be found between them, then conceptual learning will be more suitable. In the aforementioned example about the search for mushrooms, the context contains both spatial features (positions of contextual parts including the object categorized) and

object features (features of other objects present in the context). For example, the mushrooms which are found could be connected to the direction the person was moving towards (spatial feature) as well as to the tree under which the mushroom was found (object feature). In this example, the object's feature will be more relevant for inductive selectivity than the spatial feature, as it is the object's feature that is functionally related to the context. Therefore, we can expect that although features are present simultaneously, only one of them will be remembered.

The following experiment aims to test the suggestion that only the context's features which are functionally related to the objects will be used in the effect of the inductive selectivity.

Experiment 1

Method

Participants received an inductive inference task which consisted of two stages. In the first stage, they were shown images of insects and they had to predict the direction of the insect's movement, such as where it would fly to in order to collect food and where it would put the food afterwards (see Figure 1). Participants were expected to make these predictions based on the insects' appearance (the presence of a trunk or the presence of legs). To successfully accomplish the training task, the children must have remembered both features of the insects from both groups, as well as the contextual features: spatial features included the direction of the insects' movement (up or down), and object features involved the part of the plant where the insect landed (flower or leaf). At the second stage, the children were shown hybrid images of the insects, which contained features of both groups, including the trunk and the legs. The hybrid insects were shown already sitting on either

the flower or the leaf, and participants had to decide to which house it would be returning. By pointing out the direction of the insect's returning movement, participants made a categorial decision and defined the group that they thought the insect belonged to. Since the object features such as trunks and legs were no longer of use, the children had to rely solely on the contextual information.

The structure of the contextual information, divided according to spatial and object features, was systematically varied through different experimental conditions. Participants therefore had to choose which part of the contextual information was more reliable. A choice based on the context's spatial features (top or bottom) would testify to the dependence of inductive selectivity on how associative learning works, because these features do not have a functional relationship to the insect's features. A choice based on the context's object features (flower or leaf) will testify to the dependence of inductive selectivity on the conceptual mechanisms of learning, because there is a functional relationship between these features.

Participants. Forty-one children between the ages of 4 years and 5 years, 3 months took part in the experiment (24 girls, 17 boys). All participants were recruited from two municipal kindergartens in Moscow.

Material. The training phase consisted of 16 trials, which included an image of the target object (an insect), images of two houses of different shapes, and images of a plant with its flower on the upper part of the stem (context 1), and with a leaf on the lower part (context 2). The insect had a trunk in eight of the training trials and legs in the other eight training trials. The test phase consisted of four trials. All test trials contained a hybrid image of an insect with both a trunk and legs. The images of the plant were different in the two conditions for the testing phase (see Figure 1).

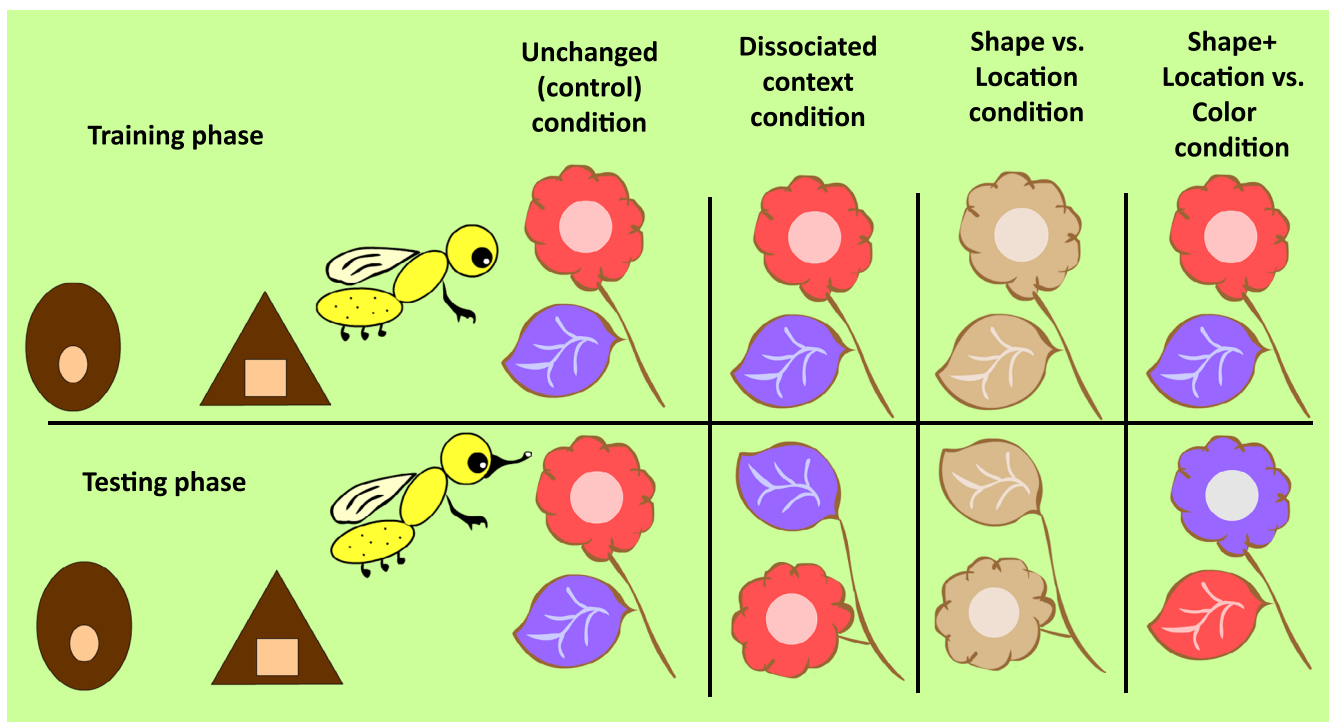


Figure 1. Examples of training and testing stimuli used in Experiments 1 and 2.

In the control condition, the images of the plant in the testing phase were the same as for the training phases (a red flower on top and a blue leaf on the bottom). In the experimental condition for the testing phase, the parts of the plant were switched (a red flower on the bottom and a blue leaf on top).

Procedure. Participants were randomly assigned to either the experimental condition or the control condition and carried out the training and the testing tasks. Participants were tested individually and all stimuli were presented to them on the screen of a laptop computer.

Training phase. Participants were invited to play a game featuring different and unusual insects. Before the game began, they were shown a scene with two houses on the left and a plant on the right of the screen. The experimenter showed them how an insect with a trunk flies out of the round house, sits on the flower and returns to the same house after a time. The experimenter told the participants that these insects (pointing to the image of the insect), which live in the round house, collect nectar and store it for the winter. Then the experimenter indicated the second insect with legs, flying out of the triangular house, landing on the leaf and returning to that same house after a time. While pointing to that insect, the experimenter said that the insects which live in the triangular house feed on leaves and store them for the winter. The experimenter did not tell the children how the two groups of insects differed from each other in terms of their appearance. Right after the introduction, the training phase began.

The training phase consisted of 16 trials, grouped into four blocks of four trials each. In the first block, participants were shown an insect which was approaching the plant from the upper left corner of the screen and stopping in between the flower and the leaf. The experimenter then asked the participant where this insect would fly to next: either to collect nectar or to gnaw on the leaf. Depending on the participant's answer, the experimenter pressed one of two buttons and the insect flew to the place that the participant indicated. If the answer was correct, the insect returned to its home in two seconds. If the answer was incorrect, the insect stayed at the place and the experimenter told the participant that he or she had made a mistake and that those insects do not eat those kinds of things. The experimenter then pressed another button and the insect flew to the right spot and then returned to its house.

The first four training trials contained small images of insects near the image of the flower and the leaf. This was done because, as discovered in the pilot series, 4-year-olds had difficulties in finding differences between the two groups of insects without an example. If the experimenter did not name the relevant features, then there was no opportunity to compare the insects from the same group simultaneously. Therefore, we asked children during those four training trials which one of the two insects would receive help from a third insect, which had just arrived. The reduced images of insects were gone after those four trials. Overall, the participants went through 16 trials, grouped into four blocks. The insects from the two groups were shown in a mixed order in the first and the last blocks (1-2-1-2 and 2-1-2-1). The second and the third blocks had the images of insects solely from one of the two groups

(varied between blocks). The mixed blocks (1st and 4th) were used to draw participants' attention towards the differences between objects; the unmixed blocks were used to draw and increase the participants' attention towards the context.

Testing phase. The testing phase began right after the training phase. The participants were shown the scene with images of houses on the left and the image of the plant on the right, just like in the training phase (see Figure 1). A hybrid insect with both a trunk and legs was sitting on the plant, either on the flower or on the leaf. The experimenter, while not emphasizing the insect's appearance, asked the participant to decide which house this bug was going to fly to ("Look, who's here! What do you think, which house is he going to fly to? Where does he live?"). At the same time, we did not name the part of the plant that the bug was sitting on, so as to not draw attention to the object features of the context. When the participant's answer was received, the experimenter pressed the corresponding button and the insect moved to the house they had indicated. There was no feedback on this phase of the experiment. Overall, there were four testing objects and they were shown on the different parts of the plant in turn.

The conditions differed in the location of the contextual objects in the testing phase. In the *dissociated context condition*, the leaf and the flower on the plant switched locations (the leaf was now in the flower's place on the top of the plant, and the flower was in the leaf's place at the bottom of the plant). In the control condition, the *unchanged context*, the leaf and the flower stayed in their locations.

Based on the participant's answer about which house the hybrid insect was going to return to, we could deduce which group he or she thought the insect belonged to. Since the participant could not solve this task based solely on the insect's appearance, he had to rely on the available information from the context. For example, participants saw in the training phase that if the insect landed on the upper part of the plant (the flower), then it would return to the round house. In the *dissociated context condition* in the testing phase, they saw a hybrid insect sitting on the upper part of the plant, but this time it was the leaf instead of the flower. If participants answered that the bug would return to the round house, then we concluded that they were relying on the spatial features of the context, but not on the object features. If participants answered that the bug would return to the triangular house, we thought that they were relying on the object features of the context, because the insects from the leaf were the ones that flew to the triangular house in the training phase.

The *unchanged context condition* did not allow us to determine which contextual features (spatial or object) the participant relied on, because the location of the plant's parts remained the same. This condition was used to replicate Sloutsky and Fisher's (2008) effect while employing meaningful material, so that both the task structure and the material of our experiment were different. Moreover, the control *unchanged context condition*, wherein both spatial and object features of the context maintained their previous correlation, allowed us to assess whether the degree of reliance on the dissociated context would be lower than reliance on the unchanged context.

If the participant relied on either spatial or object features of the context in all four test trials in the experimental condition, then their answers were marked as spatial or object respectively. Since it was impossible to distinguish those two types of answers in the *unchanged context condition*, participants' answers were marked simply as whether or not they contained reliance on the context.

Additional measures. Since participants in the testing phase actually saw a new insect in the context that was changed in some conditions — and changed in different ways — then performing the test tasks could change the knowledge that they received on the training phase. In this case, we would not be able to claim that we were assessing inductive selectivity. Therefore, just after doing the test, the participants were shown the images of the four insects from the training phase (with either a trunk or legs), appearing in the center of the screen, one after another. There were no images of houses or the plant on the screen. We asked the participants what each insect collects: nectar or leaves. By processing their answers to that question, we could tell how much doing the test changed their memory of the rule that they had learned during the training phase. We kept only those participants' data who gave all four correct answers, meaning they had correctly classified all images, for further processing.

Experimental design. We used a between-subject experimental design with dissociativity of the contextual information as an independent variable, and reliance on contextual features as a dependent variable.

Results and Discussion

Although both conditions had identical training phases, we had to be certain whether participants from both groups had learned the categorization rule equally. Therefore, we compared the performance of the categorization using two groups. The mean number of correct answers from the 16 trials in the *unchanged context condition* ($M = 15.42$; $SD = 1.07$) did not differ from the mean number of correct answers in the *dissociated context condition* ($M = 15.30$; $SD = 0.83$), $t(36) = 0.17$, $p = .87$. The performance was very high in both groups, indicating that all participants learned the features distinguishing the two groups of insects by the beginning of the testing phase. To what degree were children aware of those features, whilst still relying on them? We did not conduct any special awareness test, although we recorded their comments at the beginning of the testing phase, when they saw the hybrid bugs for the first time. It is important to bear in mind that we asked participants

the question, “Which house is that insect going to fly to?”. None of participants said that the insect had changed and none of the children refused to answer the question.

However, we did receive some indirect evidence which suggested that the children may have noticed the change in the insect's appearance. For example, there were children who sent the hybrid insect into the same house in all four testing trials. In that case, the answers were not varied by any context feature. We decided to code these answers as a separate type, called “the refusal to rely on any context features”. Therefore, the participants' answers in the *dissociated context condition* could be of three types, while answers in the *unchanged context condition* could be of two types only. Three participants' answers could not be classified into any answer type. For example, two participants from the *dissociated context condition* relied on the object feature of the context in three trials, and on the spatial feature in one trial. One participant from the *unchanged context condition* relied on the context in two trials but not in the other two. We excluded those participants' data from further processing, despite their correct identification of the nonhybrid insect in the final control task.

Perhaps these participants' answers were due to their considering the behavior of hybrid insects as characteristic of two categories simultaneously. However, the number of such answers was so small that we had no reason to assign them to a separate group when interpreting the results.

Altogether, there were data collected from 38 children participating in the experiment: 19 children in the dissociated context condition (mean age = 4 years, 4 months), and 19 children in unchanged context condition (mean age = 4 years, 6 months).

Table 1 shows the distribution of answers given by participants from different conditions. Since it is impossible to tell what the participant relied on in the unchanged context condition (the spatial or the object features of the context) we did not compare the two groups with each other. The *unchanged context condition* could give only two types of answers — with or without reliance on the context — so we compared the received distribution with the expected uniform distribution ($p = .5$). In the *dissociated context condition*, where three types of answers were possible, we also compared the received distribution with the expected one ($p = .33$).

The distribution in both conditions differed from what had been expected. Most participants from the *unchanged context condition* relied on the context, $\chi^2(1) = 8.90$, $p < .01$. Therefore, we replicated the effect of inductive selectivity from Sloutsky and Fisher's experiment (2008), this time

Table 1. Frequency (and percentages) of types of answers received from the test in the dissociated context condition and the unchanged context condition (control)

	Reliance on context		Refuse to rely on context	Total
	Reliance on object features	Reliance on spatial features		
Dissociated context condition	14 (70.6)	1 (5.8)	4 (23.6)	19 (100)
Control condition		16 (84.2)	3 (15.8)	19 (100)

using the meaningful material and with a different task structure. Indeed, as can be observed, when it is impossible to rely on the object's features, participants make their judgments based on the context.

As we expected, most participants from the *dissociated context condition* did rely on the object features of the context, $\chi^2(2) = 14.63, p = .001$. Therefore, preschoolers not only connect the features of (categorized) objects to the context, but also assign weights to contextual features. The conditions of changing contexts (in reality, context changes much more often than it remains the same) do not eliminate the effect of conceptual flexibility or inductive selectivity, but instead reveal its conceptual or nonassociative character.

However, the last statement can be disputed, because the object features of the context in our experiment consisted of two parts (shape and color) and the spatial features were actually only a single feature: direction. Perhaps the children preferred to rely on the object features not because of their functional relationship to the categorized objects' features, but simply due to an associative rule, in which more features of the previous context remained in part of the scene.

To test this hypothesis, we conducted a second experiment that included two experimental conditions (see Figure 1). We made the number of objects and spatial features of the context equal in one of those conditions, which allowed us to check if it was actually the object feature that took priority in the effect of inductive selectivity. The object features from the other condition were dissociated at the testing phase; the color of the plant's parts was changed at the testing phase, but the location was not. We therefore had an opportunity to test the influence of the associative summation of the contextual features. We were able to track whether participants would rely on both contextual features in this case. Moreover, the change which occurred broke the link between the object features of the context which had been formed at the training phase. This meant that the results in this condition could reveal the significance of the relationship between the object features for inductive selectivity.

Experiment 2

Method

Participants. We recruited an additional group of 40 children aged between 4 years, 1 month and 5 years, 5 months (28 girls, 12 boys). There were 20 children in the *Shape vs.*

Location Condition group (mean age = 4 years, 6 months), and 20 children in the *Shape+Location vs. Colour Condition* group (mean age = 4 years, 4 months).

All participants were recruited from the same municipal kindergartens as in the first experiment.

Material and procedure. The experiment was conducted individually with each child. The structure of the training and testing phases was identical to Experiment 1, with two differences. The *Shape vs. Location condition* had an equal amount of object and spatial features in the context: both the flower and the leaf had the same beige color in both the training and testing phases. The *Shape+Location vs. Color condition* had the object features of the context dissociated at the testing phase: the color of the plant parts was changed at the testing phase but the location was not, so that the children saw the plant with the red flower on top and blue leaf on the bottom at the training phase, and the plant with the blue flower on top and the red leaf on the bottom at the testing phase.

The experiment featured a between-subjects design. There were three types of answers, with two types indicating what context feature participants relied on and the third type denoting that kind of answer when the participant was giving the same response in all test trials (refuse to rely on context). After completing the test, participants received control questions about nonhybrid insects such as "What do they collect?" The participants' data were kept for further processing only if they answered correctly on all control questions.

Results and Discussion

We first assessed performance in the training task. We expected lower performance in the condition where the color of both parts of the plant was the same, because this plant looks less natural and also the difference between the two groups of insects is less emphasized in this context. Nevertheless, the mean number of correct answers out of 16 trials in the *Shape vs. Location* condition ($M = 15.50$; $SD = 0.76$) did not differ significantly from the mean number of correct answers in the changing color condition ($M = 15.80$; $SD = 0.41$), $t(38) = 1.55, p = .13$. The performance over the two groups was still very high, which suggests that participants saw the relevant feature of the insect and linked it to the contextual features. We processed the data separately in each group, and compared the received distribution with the expected uniform distribution (.33) (see Table 2).

As can be seen from the table, the majority of answers in the *Shape vs. Location condition* were "refuse to rely on context" (45%) or "reliance on location" (45%). This

Table 2. Types of answers (frequency and percentages) received for the test in the *Shape vs. Location condition* and the *Shape+Location vs. Color condition*

Shape vs. Location Condition			
Reliance on shape	Reliance on location	Refuse to rely on context	Total
2 (10)	9 (45)	9 (45)	20 (100)
Shape+Location vs. Colour Condition			
Reliance on shape and location	Reliance on color	Refuse to rely on context	Total
7 (35)	1 (5)	12 (50)	20 (100)

distribution did not differ from the expected uniform distribution, $\chi^2(2)=4.90$, $p=.09$. Most answers in the *Shape + Location vs. Color condition* were “refuse to rely on context” (50%), $\chi^2(2)=9.10$, $p=.01$. These results contradict the hypothesis of associative mechanisms of the inductive selectivity. Participants did not choose parts of the context by the amount of contextual features that remained the same as in the previous context. The results in the *Shape+Location vs. Color condition* are especially significant in this regard; participants preferred not to rely on the context at all, rather than rely on two contextual features when object features were dissociated. Note that one object feature (shape) was now in a different relationship to the other object feature (color). Some participants from that group pointed out at the beginning of the testing phase that the flower was new. Some children even called it “poisonous”. It seems that even a small change of a few object features leads to a change in the perception of an object; it is perceived as a new object with new features and a new history.

The results in the *Shape vs. Location condition* are somewhat surprising. We received the highest amount of results, indicating an associative mechanism of learning here. Evidently, only a minimum amount of object information forces children to rely on the object's location as the basis for inductive selectivity. At the same time, they practically do not rely on object features at all (10%) if object features were dissociated. Much more often, they demonstrate a refusal towards inductive selectivity. Thus, we cannot say that associative mechanisms of learning are an easier or more natural way of acquiring information at preschool age. Instead, we maintain that they are only very rarely employed, and that using them is never easy.

General Discussion

We replicated the effect of inductive selectivity as described in Sloutsky and Fisher's (2008) paper, using more meaningful material. The choice of material allowed us to establish different types of contextual features: spatial and object-based. We showed that children rely on object features of the context while making categorial decisions in ambiguous cases, if these features are salient enough (a combination of shape and color). Meanwhile, the context's spatial features will only be used to solve the categorial task if the object's features are weak. Finally, the change in the relationship between object features leads to the disappearance of the inductive selectivity effect.

In conclusion, our results show that the object features of the context adjust the effect of inductive selectivity during the process of categorial learning, because this effect follows the dynamics of the object features. The findings question the assumption that associative learning is a starting mechanism in the development of conceptual flexibility.

Moreover, our study is the first to show the limitations of the inductive selectivity effect. A dissociation of object information can lead to a shift of attention away from any contextual information, even if prior learning was successful. These results are similar to the blocking effect, whereby information was not added to the rule once the rule

had been learned, even if that information correlated with the rule (Wasserman & Berglan, 1998). However, that is not the case in our study. The radical refusal to rely on context that we observed was not a consequence of learning the rule, since it did not appear in all conditions but only when the relationship between the object features of the context was broken.

We did not conduct any additional tests for children's awareness of their reliance on contextual information. The children in Sloutsky and Fisher's experiment (2008) did not demonstrate this awareness, but participants in Hayes and Lim's study (2013) did. The structure of our experiment reveals another, and we think more important, principle of learning and inductive selectivity. We created conditions wherein participants could not make a judgment about an object's category based on its appearance (a hybrid insect), and also had to encounter a change in the context's structure. Therefore, they had to look for new bases from which to make decisions and to analyze parts of the context. Thus, it seems more important to study the process of category learning, during which people not only form rules but can also apply these rules in the future, in very different situations.

The following questions remain for further research. How do children decide that there is not enough information about an object and switch to a reliance on contextual information? It is also very important to assess how much the ability to rely on spatial and object features of the context changes with age. We presume that older children will prefer object information to spatial features, despite the small amount of object information, which is not the case with 4-year-olds.

References

- Allen, S.W., & Brooks, L.R. (1991). Specializing the operation of an explicit rule. *Journal of Experimental Psychology: General*, 120(1), 3–19. doi:10.1037/0096-3445.120.1.3
- Anderson, J.R. (1991). The adaptive nature of human categorization. *Psychological Review*, 98(3), 409–429. doi:10.1037/0033-295X.98.3.409
- Ashby, F.G., Alfonso-Reese, L.A., Turken, A.U., & Waldron, E.M. (1998). A neuropsychological theory of multiple systems in category learning. *Psychological Review*, 105(3), 442–481. doi:10.1037/0096-3445.120.1.3
- Bott, L., Hoffman, A.B., & Murphy, G.L. (2007). Blocking in category learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 685–699. doi:10.1037/0096-3445.136.4.685
- Gluck, M.A., & Bower, G.H. (1988). From conditioning to category learning: an adaptive network model. *Journal of Experimental Psychology: General*, 117(3), 227–247. doi:10.1037/0096-3445.117.3.227
- Hayes, B.K., & Lim, M. (2013). Development, awareness and inductive selectivity. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 39(3), 821–831. doi:10.1037/a0029526
- Hoffman, A.B., & Rehder, B. (2010). The costs of supervised classification: The effect of learning task on conceptual flexibility. *Journal of Experimental Psychology: General*, 139(2), 319–340. doi:10.1037/a0019042
- Kotov, A.A., & Dagaev, N.I. (2013). The role of background knowledge in the development of conceptual flexibility effect. *Psikhologicheskie Issledovaniya*, 6(29), 7. (In Russian). Retrieved from <http://psystudy.ru/index.php/num/2013v6n29/832-kotov29.html>.

- Macario, J.F. (1991). Young children's use of color in classification: Foods and canonically colored objects. *Cognitive Development*, 6(1), 17–46. doi:10.1016/0885-2014(91)90004-W
- Nguyen, S.P. (2012). Inductive selectivity in children's cross-classified concepts. *Child Development*, 83(5), 1748–1761. doi:10.1111/j.1467-8624.2012.01812.x
- Nosofsky, R.M., Palmeri, T.J., & McKinley, S.C. (1994). Rule-plus-exception model of classification learning. *Psychological Review*, 101(1), 53–79. doi:10.1037/0033-295X.101.1.53
- Opfer, J.E., & Bulloch, M.J. (2007). Causal relations drive young children's induction, naming, and categorization. *Cognition*, 105(1), 206–217. doi:10.1016/j.cognition.2006.08.006
- Sloutsky, V.M., & Fisher, A.V. (2008). Attentional learning and flexible induction: How mundane mechanisms give rise to smart behaviors. *Child Development*, 79(3), 639–651. doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01148.x
- Wasserman, E.A., & Berglan, L.R. (1998). Backward blocking and recovery from overshadowing in human causal judgement: The role of within-compound associations. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section B*, 51(2), 121–138.
- Yamauchi, T., & Markman, A.B. (1998). Category learning by inference and classification. *Journal of Memory and Language*, 39(1), 124–148. doi:10.1006/jmla.1998.2566

■ экспериментальные сообщения ■

Индуктивная селективность в дошкольном возрасте как функция ассоциативного и понятийного научения

Алексей Александрович Котов

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия

Татьяна Николаевна Котова

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС),
Москва, Россия

Елизавета Федоровна Власова

Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС),
Москва, Россия

Аннотация. При обобщении информации о новых объектах дети с дошкольного возраста полагаются также и на информацию о контексте. В настоящее время неизвестно, лежит в основе такой индуктивной селективности ассоциативное научение — зависящее от количества признаков — или понятийное — зависящее от их содержания. В первом эксперименте, варьируя сохранность контекстной информации, мы обнаружили, что дети 4–5 лет при обобщении больше полагаются на объектные (форма и цвет фонового изображения), но не пространственные свойства контекста (месторасположение). Во втором эксперименте, варьируя сочетание контекстных признаков, мы показали, что при недостатке объектной информации (только форма) дети больше полагаются на пространственные свойства контекста; и при модификации объектной информации (прежняя форма и другой цвет) предпочитают не полагаться на контекстную информацию вообще. Вместе эти результаты указывают на вклад не только ассоциативного, но и понятийного научения в эффект индуктивной селективности.

Контактная информация: Алексей Александрович Котов, al.kotov@gmail.com; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 109028, Москва, Волгоградский пр-т 46Б; Татьяна Николаевна Котова, tkotova@gmail.com; Елизавета Федоровна Власова, elizabeth.vlasova@gmail.com

Ключевые слова: индуктивная селективность, индукция, ассоциативное научение, понятийное научение, дошкольники

© 2015 Алексей Александрович Котов, Татьяна Николаевна Котова, Елизавета Федоровна Власова. Данная статья доступна по лицензии [Creative Commons "Attribution" \(CC BY\) 4.0. всемирная](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), согласно которой возможно неограниченное распространение и воспроизведение этой статьи на любых носителях при условии указания авторов и ссылки на исходную публикацию статьи в данном журнале в соответствии с канонами научного цитирования.

Благодарности. Данное научное исследование (№ 14-01-0168) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014–2015 гг.

Статья поступила в редакцию 13 мая 2015 г. Принята в печать 27 сентября 2015 г.

Введение

Многочисленные исследования в современной когнитивной психологии показывают, что при формировании новых категорий как детьми, так и взрослыми усваивается значительное количество контекстной информации (Macario, 1991; Allen, Brooks, 1991). Данный эффект получил название понятийной гибкости или индуктивной селективности, то есть эффект запоминания дополнительной информации, не являющейся необходимой для текущей задачи обобщения. Благодаря такой селективности научение новым категориям может происходить очень быстро. Например, если человек учится отличать ядовитые грибы от съедобных, то, кроме формы гриба, он через определенное время также запоминает, возле каких деревьев чаще попадаются ядовитые грибы, а возле каких — съедобные. Запоминание этой контекстной информации может помочь поиску новых грибов, так как часто контекстная информация распознается раньше и подготавливает наше внимание к появлению объектов с заданными свойствами.

Природа эффекта индуктивной селективности остается предметом дискуссий в настоящее время. Так, с одной стороны, кажется, что подобная селективность противоречит принципу когнитивной экономии, согласно которому должна быть усвоена не любая сопутствующая, а лишь необходимая для категоризации информация (Gluck, Bower, 1988; Anderson, 1991; Nosofsky et al., 1994). Однако дальнейшие исследования в этой области приводят к выводу, что эффект индуктивной селективности все же хорошо соответствует этому принципу, поскольку люди очевидно используют эту дополнительную информацию в будущем в менее удобных ситуациях с большим количеством новых признаков — и тем самым экономят усилия во время последующего научения (Bott et al., 2007).

К известным факторам, запускающим индуктивную селективность, относится прежде всего фактор задачи. Так, у взрослых испытуемых индуктивная селективность проявляется реже в задаче классификации и чаще в задаче осуществления выводов о новой информации на основе уже известной (Yamauchi, Markman, 1998; Hoffman, Rehder, 2010). Однако в наших предыдущих исследованиях мы показали, что фактор задачи ограничен в свою очередь релевантностью новой информации когнитивным схемам испытуемого (Котов, Дагаев, 2013). Даже в условиях, когда испытуемый выполняет задачу классификации, при которой, как было установлено ранее, индуктивная селективность обычно не возникает, испытуемые все же будут запоминать контекстную информацию, если она будет релевантна их знаниям об объектах категоризации. При этом, насколько нам известно, в настоящее время нет данных, указывающих, наоборот, что влияние фактора материала может быть нивелировано действием фактора задачи. Таким образом, остается открытым вопрос о том, каково соотношение различных факторов научения в механизмах индуктивной селективности?

Дошкольники избирательно опираются на свои знания о категориях при нахождении релевантных частей индуктивных задач. Дж. Опфер и М. Баллок (Opfer, Bulloch, 2007) проверяли, могут ли дети переносить информацию о примерах на целевые объекты на основе перцептивного или каузального сходства между ними. Если детям сообщали каузальную информацию (для объектов-насекомых — информация об их родителях), то они игнорировали перцептивное сходство между примером и целевым объектом. Если же им ее не сообщали, то они полагались на перцептивное сходство между примером и целевым объектом. В эксперименте С. Нгуен (Nguyen, 2012) четырехлетним детям предъявляли триады объектов, состоящих из целевого объекта (например, северного оленя) и тестовых объектов, один из которых входил вместе с целевым в одну таксономическую группу (например, медведь), а другой — в общий скрипт (например, рождественская елка). Оказалось, что для биологических суждений дети выбирали таксономические категории, а для ситуационных суждений — категории на основе скриптов.

Как известно, в ходе научения обнаружение и запоминание регулярных отношений между свойствами предметов и ситуаций может происходить как эксплицитно, то есть с осознанием правила категоризации и вербальным описанием существенных признаков, так и имплицитно или, другими словами, ассоциативно (Ashby et al., 1998). Если в первом случае мы можем говорить, что гибкость научения является следствием работы понятийного научения, то во втором случае гибкость может быть результатом тренировки перцептивного внимания, или ассоциативного научения. Ассоциативное научение имеет некоторые особенности: оно не требует участия речи, оно произвольно, оно имеется у человека с рождения. Различение этих видов научения позволяет ставить вопрос о том, в какой мере за эффект понятийной гибкости ответственно понятийное научение и в какой — перцептивное внимание. Однако в эксперименте В. Слутцкого и А. Фишера (Sloutsky, Fisher, 2008) авторы показали, что в дошкольном возрасте для создания новых категорий с запоминанием дополнительной контекстной информации достаточно механизмов перцептивного внимания.

В этом эксперименте пятилетним испытуемым предъявлялись два блока триад. В первом блоке дети должны были выбрать из двух тестовых объектов (все объекты были геометрическими фигурами — кругами или треугольниками) тот, что подходит к целевому по форме (первое основание для категоризации). Во втором блоке таким основанием был цвет объектов (испытуемые должны были выбрать из двух тестовых объектов тот, который подходил целевому по цвету). Триады первого блока всегда встречались в первом контексте, а триады второго блока — во втором. Контекст задавался цветом фона, на котором предъявлялись триады (зеленый/желтый) и положением триад на экране (верхний правый/нижний левый угол сцены).

Триады тестовой серии были «двусмысленными», то есть они были организованы так, что испытуемый, подбирая объект, соответствующий целевому, мог опи-

раться на одно из двух оснований, форму или цвет. При этом в тестовой серии каждой группе детей триады демонстрировались только в одном из контекстов.

В результате авторы обнаружили устойчивую связь, формирующуюся между свойствами стимулов и контекстом. Например, испытуемые значимо чаще опирались на основание формы объектов в условиях первого контекста по сравнению со вторым. Кроме того, как показал эксперимент, дети делали эти суждения неосознанно.

Данные результаты, по мнению В. Слуцкого и А. Фишер, подтверждают их теорию, согласно которой до шести лет ассоциативное научение может выступать начальным способом приобретения новых правил категоризации и создания контекстно-зависимых обобщений. В то же время они допускают, что в дальнейших возрастах осуществление этой функции может происходить с помощью другого вида научения. В целом место ассоциативного научения в развитии понятийной гибкости авторы описывают так: «Эти данные поддерживают идею о том, что в раннем развитии гибкое понятийное поведение произрастает из обычных механизмов внимания и ассоциативного научения»¹ (Sloutsky, Fisher, 2008; p. 650).

Роль понятийного научения в индуктивной селективности: методические вопросы

Некоторые критики отмечают, что возможности обобщения результатов эксперимента В. Слуцкого и А. Фишера ограничены тем, что экспериментаторы после тренировки тестировали испытуемых только в условиях одного из двух контекстов, и испытуемые в этих более простых условиях могли, пусть и полагаясь на контекст, уделять ему меньше внимания (Hayes, Lim, 2013). С нашей точки зрения, более существенная сложность с интерпретацией результатов эксперимента В. Слуцкого и А. Фишера заключается в том, что они использовали искусственный материал, в котором все части контекста (месторасположение триад и цвет фона) не изменялись в разных сериях (тренировка и тест). Следовательно, эти условия существенно ограничивали возможности для проявления понятийной гибкости.

Мы предполагаем, что дети в возрасте пяти лет действительно могут опираться исключительно на ресурсы внимания, но лишь в условиях дефицита имеющихся у них предыдущих знаний или трудностей объединения новой информации с уже хранящейся в их памяти. Именно эта ситуация и возникает в условиях эксперимента В. Слуцкого и А. Фишера (2008). Во-первых, из-за нейтральности материала эксперимента дети не могут соотносить его в памяти с информацией, которой они уже располагают. Во-вторых, и это гораздо более существенно, свойства контекста (цвет фона и месторасположение относительно углов экрана) нельзя никак иначе связать с правилом категоризации объектов, кроме как ассоциативно.

Однако в реальной жизни информация об объектах, с которыми имеют дело как дети, так и взрослые, возможно, «подсказывает» выбор оптимальной системы научения. Если признаки объектов хорошо соответствуют контексту и могут быть выведены из него через функциональные связи, то для этих условий наиболее удобным будет понятийное научение. В упомянутом выше примере с поиском грибов контекст содержит как пространственные, так и объектные признаки. Например, найденный гриб можно связать как с направлением, в котором мы ранее перемещались (пространственный признак), так и с деревом, возле которого гриб был найден (объектный признак). В этом примере, более релевантным для индуктивной селективности будет объектный признак, чем пространственный, так как именно объектный признак функционально связан с контекстом. Поэтому можно ожидать, что несмотря на их одновременное присутствие, один признак запомнится, а другой нет.

Данный эксперимент призван выяснить, действительно ли только признаки контекста, функционально связанные с объектом, будут задействованы в эффекте индуктивной селективности.

Эксперимент 1

Методика

Испытуемые в эксперименте получали задачу на индуктивный вывод, которая включала в себя два этапа. На первом этапе им показывали изображения насекомых, наблюдая за которыми, они должны были научиться по признакам внешнего вида насекомого (наличие хоботка или наличие лапок) предсказывать направление его перемещения — где насекомое будет собирать еду и в какой домик ее потом относить (рисунок 1 вверху). В случае успешного выполнения тренировочного этапа дети должны были запомнить как признаки насекомых обеих групп, так и признаки контекста: пространственные — направление перемещения (вверх или вниз) — и объектные — часть растения (цветок или лист). На втором этапе им демонстрировали гибридные изображения насекомых, которые содержали признаки обеих групп — и хоботок, и лапки. Гибридные объекты находились уже на цветке или листе, вверху или внизу. Испытуемые должны были решить, в какой домик вернется это гибридное насекомое, тем самым указывая, к какой группе, по их мнению, оно все же принадлежит. Поскольку на такие признаки, как лапки или крылышки, ориентироваться было уже нельзя, то дети были вынуждены полагаться исключительно на контекстную информацию.

Структуру контекстной информации мы систематически варьировали в разных экспериментальных условиях, разделяя ее на пространственные и объектные признаки контекста. Испытуемые поэтому были вынуждены выбирать, какая часть контекстной информации является более надежной. Выбор на основе пространственных характеристик контекста (верх и низ) будет свидетельствовать о зависимости индуктивной селективности от ассоциативных механизмов науче-

¹ Оригинал цитаты: “These findings support the idea that early in development, smart flexible behaviors stem from mundane mechanisms grounded in associative and attentional learning” (Sloutsky, Fisher, 2008; p. 650).

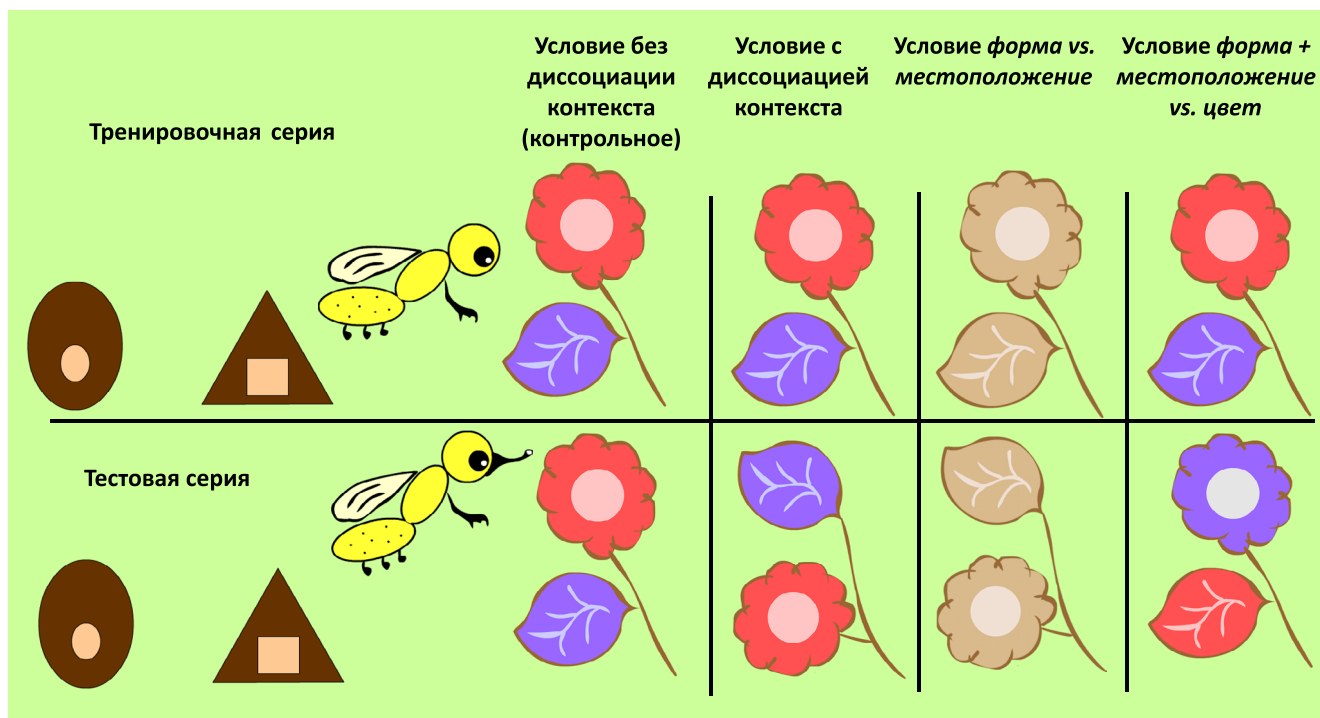


Рисунок 1. Примеры стимулов из тренировочной и тестовой серии в экспериментах 1 и 2.

ния, поскольку эти признаки не имеют функциональной связи с признаками насекомого. Выбор на основе объектных характеристик контекста (лист или цветок) — от понятийных механизмов научения, поскольку такая функциональная связь есть.

Испытуемые. В эксперименте принял участие 41 дошкольник в возрасте от 4 лет до 5 лет 3 месяцев (24 девочки, 17 мальчиков). Все испытуемые были набраны в двух муниципальных детских садах г. Москвы.

Материал. Материал включал в себя 16 тренировочных проб и 4 тестовые пробы. Тренировочные пробы состояли из целевого объекта (насекомое), изображений двух домиков разной формы и изображения растения с цветком сверху (контекст 1) и листом снизу (контекст 2). В восьми тренировочных пробах изображенное насекомое имело хоботок, а в других восьми — лапки. Во всех тестовых пробах в обоих условиях изображения насекомых содержали и хоботки, и лапки. Изображения растения на этапе тестирования были разными в разных условиях (см. рисунок 1). В контрольном условии — без диссоциации контекста — на этапе тестирования изображение растения было таким же, как и на тренировочном этапе (красный цветок вверху и синий лист внизу), а в экспериментальном условии — с диссоциацией контекста — оно было изменено: красный цветок внизу и синий лист вверху.

Процедура. Испытуемые в случайном порядке распределялись между условиями с диссоциацией и без диссоциации контекста, и в каждом условии выполняли тренировочное и тестовое задание. Эксперимент проходил с каждым испытуемым индивидуально, материал демонстрировался на экране ноутбука.

Тренировочная серия. Испытуемого приглашали поиграть в игру, в которой есть разные необычные жуки. Перед началом игры испытуемому показывали сцену, на которой слева были изображены два домика и справа — растение. Экспериментатор показывал,

что из круглого домика вылетает насекомое с хоботком, летит на цветок и через некоторое время возвращается в тот же домик. Экспериментатор говорил, что такие жуки (указывая на изображение насекомого), которые живут в круглом домике, собирают нектар на зиму. Потом он показывал второе насекомое с лапками, которое вылетало из треугольного домика, летело на листок и через некоторое время возвращалось в домик. Про него экспериментатор говорил, что такие жуки (указывая на изображение насекомого), которые живут в треугольном домике, питаются листьями и запасают их на зиму. Экспериментатор не описывал, чем внешне различаются между собой насекомые. После этапа знакомства сразу начиналась тренировочная серия.

Тренировочная серия состояла из 16 проб, сгруппированных в 4 блока по 4 пробы. В первом блоке испытуемым показывали, как насекомое подлетает к растению из верхнего левого угла экрана и останавливается посередине между цветком и листом. Экспериментатор спрашивал испытуемого, куда этот жук полетит, собирать нектар или грызть лист. В зависимости от ответа испытуемого экспериментатор нажимал на одну из двух кнопок, и жук перемещался в указанное испытуемым место. Если ответ был правильным, то через две секунды жук перемещался обратно в домик; если неправильным — он оставался на месте, и экспериментатор говорил, что это неправильный ответ и такие жуки этим не питаются. После этого экспериментатор нажимал на другую кнопку, и жук перемещался в правильное место, а затем возвращался в соответствующий домик.

В первых четырех тренировочных пробах рядом с изображением цветка и листа были уменьшенные изображения жуков. Они были необходимы, поскольку в предварительной серии мы установили, что детям четырех лет трудно без примеров найти различия меж-

ду двумя группами жуков, если релевантный признак не называется экспериментатором и нет возможности непосредственно сравнить жуков из одной группы, расположенных рядом. Во время этих четырех тренировочных проб мы спрашивали, кому из жуков будет помогать только что прилетевший. После этих четырех проб изображения двух жуков пропадали. Всего испытуемым демонстрировали 16 проб, сгруппированных в четыре блока. В первом и последнем блоках порядок предъявления насекомых, относящихся к двум группам, варьировался (1-2-1-2 и 2-1-2-1). В третьем и четвертом блоках демонстрировали 4 раза насекомых одной группы, а потом другой. Смешанные блоки (первый и четвертый) были необходимы, чтобы привлечь внимание испытуемого к различиям между объектами, а несмешанные (второй и третий) — для привлечения и усиления его внимания к контексту.

Тестовая серия. После окончания тренировочной серии начиналась тестовая серия. Испытуемому показывали сцену, на которой, также как и в тренировочной серии, слева было изображение домиков и справа — растения (см. рисунок 1). На растении в одном из двух мест располагалось гибридное изображение насекомого с хоботком и лапками. Экспериментатор, не акцентируя внимания на внешнем виде насекомого, просил испытуемого решить, в какой домик полетит этот жук («Смотри, кто у нас здесь! Как ты думаешь, в какой домик он полетит? Где он живет?»). При этом мы не уточняли, где он сидит, чтобы дополнительно не привлекать внимание к объектным признакам контекста. После ответа испытуемого экспериментатор нажимал соответствующую кнопку, и объект перемещался в указанный домик. Обратная связь на этапе тестирования не давалась. Всего было четыре тестовых объекта, они демонстрировались на разных частях растения по очереди.

Условия различались расположением объектов контекста. В условии с *диссоциацией контекста* лист и цветок на растении меняли месторасположение на противоположное (лист занимал место цветка, вверху, цветок занимал место листа, внизу). В условии без *диссоциации контекста* они оставались на прежнем месте.

Таким образом, мы могли по ответу испытуемого о том, в какой домик вернется гибридное насекомое, понять, к какой группе, по его мнению, оно относится. Поскольку испытуемый не мог решить это только по внешнему виду насекомого, то он должен был опираться на информацию, доступную в контексте. Например, в тренировочной серии испытуемые видели, что если насекомое прилетает на верхнюю часть растения, то есть на цветок, то оно возвращается в круглый домик. В условии с *диссоциацией контекста* в тесте они видели гибридное насекомое, которое располагалось на верхней части растения, но это уже был не цветок, а лист. Если испытуемый давал ответ, что жук вернется в круглый домик, то мы понимали, что он ориентировался на пространственные характеристики контекста, а не на объектные, так как насекомые с верхней части растения на тренировочном этапе возвращались в круглый домик. Если же он отвечал, что этот жук вернется

в треугольный домик, то это значило, что он ориентировался на объектные характеристики, так как насекомое с листа на тренировочном этапе перемещалось в треугольный домик.

В условии без *диссоциации контекста*, в котором внешний вид растения не изменялся, было невозможно понять, на какую часть контекста — пространственную или объектную — ориентируется испытуемый. Это условие было необходимо для воспроизведения эффекта из эксперимента В. Слутского и А. Фишера (Sloutsky, Fisher, 2008), поскольку и структура задания, и материал нашего эксперимента отличались. Напомним, что использованный в данном эксперименте материал включал естественные, знакомые испытуемому по предыдущему опыту, связи между признаками. Помимо этого, сравнение условий позволяло нам оценить, будет ли степень ориентации на диссоциированный контекст ниже, чем на недиссоциированный, поскольку в условии без *диссоциации контекста* пространственные и объектные характеристики сохранялись в прежнем соотношении.

Если во всех четырех пробах в тесте в условии с диссоциацией контекста испытуемый опирался или на пространственные характеристики контекста, или на объектные, тип ответа такого испытуемого обозначался, соответственно, или как пространственный, или как объектный. В условии без диссоциации контекста, поскольку разделить эти два типа было нельзя, ответы испытуемых обозначались лишь как содержащие ориентацию на контекст или не содержащие ее.

Дополнительные измерения. Поскольку в тестовом задании испытуемые видели фактически новое для них насекомое, при этом, в контексте, который был в некоторых условиях изменен, и изменен по-разному, то предварительное знание, полученное в тренировочной серии, могло быть изменено при выполнении тестовых заданий. В этом случае мы не могли бы говорить о том, что мы оцениваем именно индуктивную селективность. Поэтому сразу после выполнения тестового задания мы показывали испытуемому в центре экрана по очереди изображения четырех насекомых из тренировочной серии — с хоботком или лапками. Изображений домиков и растения не было. Мы спрашивали, что собирает такое насекомое — нектар или листья? Благодаря ответам на этот вопрос мы могли оценить, насколько выполнение тестового задания изменяло память о выученном правиле в тренировочном задании. Для последующей обработки мы оставляли данные лишь тех испытуемых, которые давали четыре правильных ответа, то есть правильно квалифицировали все изображения.

Экспериментальный план. Экспериментальный план был межсубъектным. Независимой переменной была диссоциированность контекстной информации. Зависимой переменной была ориентация испытуемого на характеристики контекста.

Результаты и обсуждение

Несмотря на то, что в двух условиях была идентичная тренировочная серия, нам было необходимо проверить, в одинаковой ли степени испытуемые обеих

Таблица 1. Количество (и доли) ответов каждого типа в условиях с диссоциацией контекста и без изменения контекста (контрольное условие)

	Ориентация на контекст		Отказ от ориентации на контекст	Всего
	Ориентация на объектные признаки контекста	Ориентация на пространственные признаки контекста		
Условие с диссоциацией контекста	14 (70.6)	1 (5.8)	4 (23.6)	19 (100)
Условие без диссоциации контекста		16 (84.2)	3 (15.8)	19 (100)

групп выучили правило категоризации. Мы сравнили успешность выполнения тренировочной серии в двух условиях. Среднее количество правильных ответов из 16 проб в условии *без диссоциации контекста* ($M = 15.42$; $SD = 1.07$) не отличалось от количества правильных ответов в условии *с диссоциацией контекста* ($M = 15.30$; $SD = 0.83$), $t(36) = 0.17$, $p = .87$, $d = 0.12$. Успешность в обеих в группах была очень высокой, поэтому все испытуемые к началу тестовой фазы усвоили признаки, по которым различались две группы насекомых. Мы не давали испытуемым специального теста, призванного определить, насколько они осознавали признаки, на которые ориентировались. Однако мы фиксировали комментарии испытуемых в начале стадии переноса, когда они видели гибридных насекомых, обладавших одновременно признаками обеих групп. Напомним, что мы задавали испытуемым вопрос: «В какой домик полетит этот жук?». Интересно, что ни один испытуемый не отметил, что жук изменился, и не отказался отвечать на вопрос.

Но мы получили косвенные результаты, говорящие о том, что дети могли замечать смену внешнего вида насекомого. Так, в обоих условиях мы получили некоторое количество случаев, в которых дети направляли гибридное насекомое в один и тот же домик во всех четырех тестовых пробах. В этом случае мы не могли определить, на какой признак контекста — пространственный или объектный — они ориентируются. Мы решили кодировать такие ответы в отдельный тип ответов, которые можно обозначить, как отказ от ориентации на любые признаки контекста. Таким образом, ответы испытуемых в условии *с диссоциацией контекста* могли относиться к трем типам (ориентация на объектные признаки контекста, ориентация на пространственные признаки контекста и отказ от ориентации на контекст), а ответы в условии *без диссоциации контекста* — к двум (ориентация на контекст или отказ от ориентации на контекст). Результаты трех испытуемых содержали ответы, не подпадающие полностью ни под один тип ответов. Например, в условии *с диссоциацией контекста* двое испытуемых в трех пробах ориентировались на объектный признак контекста и в одной — на пространственный признак. А в условии *без диссоциации контекста* один испытуемый в двух пробах ориентировался на контекст и в двух — нет. Мы исключили данные этих трех испытуемых из обработки по всем этапам, даже несмотря на то, что в итоговом контрольном задании они правильно опознали негибридное насекомое.

Возможно, подобные ответы связаны с тем, что испытуемые рассматривают поведение гибридных насекомых, как подчиняющееся свойствам и одной, и другой категории. Однако количество таких ответов столь мало, что не дает оснований выделить их в отдельную группу при интерпретации результатов.

Таким образом, у нас остались данные 38 детей, участвовавших в эксперименте: условие *с диссоциацией контекста* — 19 детей (средний возраст 4 года, 4 месяца), условие *без диссоциации контекста* — 19 детей (средний возраст 4 года, 6 месяцев).

Распределение ответов испытуемых по группам отображено в таблице 1. Поскольку в условии *без диссоциации контекста* нельзя определить, на какие признаки ориентируется испытуемый — на пространственные или объектные, мы не сравнивали две группы друг с другом. В данном условии были возможны лишь два типа ответов — с ориентацией на контекст или без ориентации, и мы сравнивали полученное распределение с равновероятным ($p = .5$). В условии *с диссоциацией контекста* были возможны три типа ответов, и полученное распределение сравнивали также с равновероятным ($p = .33$).

Распределение ответов разных типов значимо отличалось от равномерного в обоих условиях. В условии *без диссоциации контекста* большинство испытуемых в ответе ориентировались на контекст, $\chi^2(1) = 8.90$, $p < .01$. Таким образом, на материале, включающем естественные связи между признаками, и при другой структуре задачи мы воспроизвели эффект индуктивной селективности из эксперимента В. Слуцкого и А. Фишер (2008). Действительно, мы видим, что при невозможности ориентироваться в суждении на свойства объекта испытуемые осуществляют суждения на основе контекста.

В условии с изменяющимся контекстом, как мы и предполагали, большинство испытуемых ориентировалось на объектные свойства контекста, $\chi^2(2) = 14.63$, $p = .001$. Таким образом, уже в дошкольном возрасте дети не только связывают свойства категоризируемых объектов с контекстом, но и расставляют веса в признаках контекста. Условия, в которых контекст меняется (что в естественных ситуациях наблюдается гораздо чаще, чем неизменный контекст), не устраняют эффект понятийной гибкости или индуктивной селективности, а проявляют его понятийный, или неассоциативный, характер.

Однако последнее суждение можно оспорить, поскольку в нашем эксперименте объектные свойства контекста состояли из двух признаков — формы

Таблица 2. Количество (и доли) ответов каждого типа в условиях *форма vs. местоположение* и *форма + местоположение vs. цвет*

Условие <i>форма vs. местоположение</i>			
Ориентация на форму	Ориентация на местоположение	Отказ от ориентации на контекст	Всего
2 (10)	9 (45)	9 (45)	20 (100)
Условие <i>форма+местоположение vs. цвет</i>			
Ориентация на форму и местоположение	Ориентация на цвет	Отказ от ориентации на контекст	<i>n</i> (%)
7 (35)	1 (5)	12 (60)	20 (100)

и цвета, а пространственные из одного — направления. Возможно, дети предпочитали ориентироваться на объектные свойства не из-за их функциональных связей с признаками категоризируемых объектов, а в силу простого ассоциативного правила — в какой части сцены сохранилось большинство признаков прежнего контекста.

Для проверки этой гипотезы мы провели эксперимент 2, включавший два экспериментальных условия (см. рисунок 1). В одном из них мы уравнивали количество объектных и пространственных признаков контекста, и это позволило нам проверить, действительно ли именно объектный признак получает приоритет в эффекте индуктивной селективности. В другом же условии объектные признаки контекста диссоциированы на этапе тестирования: цвет частей растения в тестовой стадии изменяется, а расположение — нет. Это дает нам возможность проверить влияние ассоциативной суммы признаков контекста. Мы сможем проследить, будут ли испытуемые в таком случае ориентироваться на два признака контекста. Более того, произошедшее изменение нарушает связь между объектными признаками контекста, сформированную в ходе тренировочной фазы. То есть результаты по данному условию могут проявить важность связи между объектными признаками для индуктивной селективности.

Эксперимент 2

Методика

Испытуемые. В эксперименте приняла участие дополнительная группа из 40 детей в возрасте от 4 лет 1 месяца до 5 лет 5 месяцев (28 девочек, 12 мальчиков): 20 детей в условии *форма vs. местоположение* (средний возраст 4 года, 6 месяцев), 20 детей в условии *форма + местоположение vs. цвет* (средний возраст 4 года, 4 месяца). Все испытуемые были набраны в тех же муниципальных детских садах, что и участники первого эксперимента.

Материал и процедура. Эксперимент также проходил индивидуально. Структура тренировочной и тестовой стадий были идентичны эксперименту 1, за исключением двух отличий. Так, в условии *форма vs. местоположение* было уравнено количество объектных и пространственных признаков контекста: цветок и лист растения имели одинаковый бежевый цвет, и на этапе тренировки, и на этапе тестирования. А в усло-

вии *форма + местоположение vs. цвет* объектные признаки контекста были диссоциированы на этапе тестирования: цвет частей растения в тестовой стадии изменился, а расположение — нет. То есть на тренировочной стадии дети видели растение с красным цветком вверху и синим листом внизу, а на тестовой стадии — растение с синим цветком вверху и красным листом внизу.

Экспериментальный план был также межсубъектным. Ответы испытуемых были разделены на три типа: два из них соответствовали двум возможным вариантам ориентации на контекст, а третий, при котором испытуемый во всех тестовых пробах давал одинаковый ответ, рассматривался как отказ от ориентации на контекст. После выполнения тестового задания испытуемым также задавали контрольные вопросы про негибридные изображения насекомых — что они собирают. В обработку включались результаты только тех испытуемых, которые давали правильные ответы на все контрольные вопросы.

Результаты и обсуждение

Прежде всего, мы вновь оценили успешность выполнения тренировочного задания. В условиях с одинаковым цветом частей растения успешность могла быть ниже, поскольку такой вид растения, с одной стороны, менее естественен, а с другой стороны, он меньше подчеркивает разницу между двумя группами насекомых. Тем не менее среднее количество правильных ответов из 16 проб в условии с контекстной информацией без цвета хоть и было ниже ($M = 15.50$; $SD = 0.76$), но не отличалось от количества правильных ответов в условии с контекстной информацией с изменением цвета ($M = 15.80$; $SD = 0.41$), $t(38) = 1.55$, $p = .13$, $d = 0.49$. Успешность в двух группах была по-прежнему очень высокой, что говорит о том, что испытуемые выделили релевантный признак насекомого и связали его с контекстными признаками.

В данном материале все три типа ответов могли быть выделены в каждом из условий. Тем не менее анализ их количества мы по-прежнему выполняли отдельно по группам. Мы сравнили эмпирическое распределение с равномерным теоретическим ($p = .33$) (таблица 2).

Как видно, в условии *форма vs. местоположение* большинство ответов принадлежали к типу отказа от ориентации на контекст (45%) или к типу ориентации на пространственные признаки контекста (45%). Хотя распределение ответов в этом условии

не отличалось от равномерного, $\chi^2(2) = 4.90, p = .09$. В условии же *форма + местоположение vs. цвет* большинство ответов принадлежали к типу отказа от ориентации на контекст (50%), $\chi^2(2) = 9.10, p = .01$. Эти результаты противоречат гипотезе об ассоциативных механизмах индуктивной селективности. Испытуемые не выбирают части контекста, оценивая количество сохранившихся по отношению к прежнему контексту признаков. Наиболее показательны в этом отношении результаты условия *форма + местоположение vs. цвет*, где испытуемые предпочли вообще не ориентироваться на контекст, нежели ориентироваться на два признака контекста, при диссоциации объектных признаков. Напомним, что один объектный признак (форма) теперь иначе соотносился с другим (цвет). Некоторые испытуемые из этой группы отмечали, переходя к тестовой стадии, что это новый цветок. Несколько детей даже назвали его ядовитым. По-видимому, даже изменение небольшого количества объектных признаков приводит к изменению восприятия объекта, он оценивается как новый объект с новыми свойствами и новой историей.

Несколько удивительными кажутся результаты в условии *форма vs. местоположение*. Только в нем мы получили наибольшее количество ответов, демонстрирующих ассоциативный механизм научения. Мы видим, что лишь при минимальном количестве объектной информации более надежным основанием для индуктивной селективности у детей становится местоположение объекта. При этом, в случае с диссоциацией объектных признаков, они почти не выбирают опору на объектные признаки (10%), гораздо чаще они демонстрируют отказ от индуктивной селективности в целом (45%). Таким образом, нельзя сказать что использование ассоциативных механизмов научения — это более легкий или естественный способ усвоения информации в дошкольном возрасте. Скорее, мы можем утверждать, что к нему прибегают лишь в редких случаях и это не дается легко.

Общее обсуждение

В нашем эксперименте мы воспроизвели эффект индуктивной селективности, описанный в исследовании В. Слуцкого и А. Фишер (Sloutsky, Fisher, 2008), но на материале, включающем естественные связи между признаками. Использование материала такого типа позволило нам выделить среди признаков контекста признаки разного типа — пространственные и объектные. Мы показали, что дети принимают решение о категориальной принадлежности объекта в спорных случаях по объектным свойствам контекста, если эти свойства имеют достаточно выражены (сочетание формы и цвета). Только если объектные свойства контекста выражены слабо, для решения категориальной задачи будут использоваться пространственные свойства контекста. И, наконец, если изменяется связь между объектными свойствами (если у той же формы теперь другой цвет), это приводит к исчезновению эффекта индуктивной селективности.

В совокупности наши результаты показывают, что в процессе категориального научения эффект индуктивной селективности следует за динамикой объектных свойств контекста. Это подвергает сомнению предположения об ассоциативном научении как исходном механизме для появления понятийной гибкости в развитии.

Более того, наш эксперимент впервые показывает ограничения эффекта индуктивной селективности. Несогласованность объектной информации даже в случае успешного предварительного научения может привести к смещению внимания от любой контекстной информации, даже при достаточном ее количестве (пространственное расположение и форма). Эти результаты напоминают эффект блокировки, при котором после выучивания правила к нему не добавляется даже коррелирующая с ним информация (Wasserman, Berglan, 1998). Однако в нашем случае это не так. Наблюдаемый нами радикальный отказ от ориентации на контекст не был следствием выучивания правила, так как наблюдался не во всех условиях, а лишь при нарушении связи между объектными признаками контекста.

В нашем исследовании мы не проводили дополнительных тестов на осознание детьми ориентации на контекстную информацию. В исследовании Б. Слуцкого и А. Фишер (Sloutsky, Fisher, 2008) дети не демонстрировали осознания, а в эксперименте Б. Хайес с М. Лим (Hayes, Lim, 2013) — демонстрировали. Структура нашего эксперимента показывает другой, как нам кажется, более важный, принцип научения и индуктивной селективности. Мы создавали условия, в которых испытуемые не только не могли судить о категории на основании внешнего вида объекта (гибридное насекомое), но они также сталкивались с тем, что изменялась структура контекста. Поэтому они были вынуждены искать новые основания для принятия решения и анализировать части контекста. Наши результаты показывают, что уже четырехлетние дети могут это делать. Таким образом, более важным представляется исследование того, как происходит научение новым категориям, в ходе которого люди не только формируют правила, но могут применять в будущем эти правила в очень различающихся ситуациях.

Для будущих исследований остаются также следующие вопросы. Как дети принимают решение о том, что информации об объекте недостаточно и следует переходить к опоре на контекстную информацию? Также очень важно оценить, насколько способность опираться на пространственные и объектные признаки контекста изменяется с возрастом. Мы предполагаем, что в старшем возрасте дети, даже несмотря на небольшое количество объектной информации, будут предпочитать ее пространственной (чего не делают четырехлетние дети).

Литература

Котов А.А., Дагаев Н.И. Роль предыдущих знаний в порождении эффекта понятийной гибкости // Психологические исследования. 2013. Т. 6. № 29. С. 7. URL: <http://psystudy.ru/index.php/num/2013v6n29/832-kotov29.html>

Allen S.W., Brooks L.R. Specializing the operation of an explicit rule // Journal of Experimental Psychology: General. 1991. Vol. 120. No. 1. P. 3–19. doi:10.1037/0096-3445.120.1.3

Anderson J.R. The adaptive nature of human categorization // Psychological Review. 1991. Vol. 98. No. 3. P. 409–429. doi:10.1037/0033-295X.98.3.409

Ashby F.G., Alfonso-Reese L.A., Turken A.U., Waldron E.M. A neuropsychological theory of multiple systems in category learning // Psychological Review. 1998. Vol. 105. No. 3. P. 442–481. doi:10.1037/0096-3445.120.1.3

Bott L., Hoffman A.B., Murphy G.L. Blocking in category learning // Journal of Experimental Psychology: General. 2007. Vol. 136. No. 4. P. 685–699. doi:10.1037/0096-3445.136.4.685

Gluck M.A., Bower G.H. From conditioning to category learning: an adaptive network model // Journal of Experimental Psychology: General. 1988. Vol. 117. No. 3. P. 227–247. doi:10.1037/0096-3445.117.3.227

Hayes B.K., Lim M. Development, awareness and inductive selectivity // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 2013. Vol. 39. No. 3. P. 821–831. doi:10.1037/a0029526

Hoffman A.B., Rehder B. The costs of supervised classification: The effect of learning task on conceptual flexibility // Journal of Experimental Psychology: General. 2010. Vol. 139. No. 2. P. 319–340. doi:10.1037/a0019042

Macario J.F. Young children's use of color in classification: Foods and canonically colored objects // Cognitive Development. 1991. Vol. 6. No. 1. P. 17–46. doi:10.1016/0885-2014(91)90004-W

Nguyen S.P. Inductive selectivity in children's cross-classified concepts // Child Development. 2012. Vol. 83. No. 5. P. 1748–1761. doi:10.1111/j.1467-8624.2012.01812.x

Nosofsky R.M., Palmeri T.J., McKinley S.C. Rule-plus-exception model of classification learning // Psychological Review. 1994. Vol. 101. No. 1. P. 53–79. doi:10.1037/0033-295X.101.1.53

Opfer J.E., Bulloch M.J. Causal relations drive young children's induction, naming, and categorization // Cognition. 2007. Vol. 105. No. 1. P. 206–217. doi:10.1016/j.cognition.2006.08.006

Sloutsky V.M., Fisher A.V. Attentional learning and flexible induction: How mundane mechanisms give rise to smart behaviors // Child Development. 2008. Vol. 79. No. 3. P. 639–651. doi:10.1111/j.1467-8624.2008.01148.x

Wasserman E.A., Berglan L.R. Backward blocking and recovery from overshadowing in human causal judgement: The role of within-compound associations // The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section B. 1998. Vol. 51. No. 2. P. 121–138.

Yamauchi T., Markman A.B. Category learning by inference and classification // Journal of Memory and Language. 1998. Vol. 39. No. 1. P. 124–148. doi:10.1006/jmla.1998.2566