

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТЫХ ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ**В. Г. Редько**

*Федеральное государственное автономное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Москва, Российская Федерация
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3748-2379>, ✉ vgredko@gmail.com*

Аннотация: в настоящей работе построена модель формирования простых познавательных процессов. Рассматривается «упорная охота» (persistence hunting), а именно погоня охотника за антилопой на жаре. Охота может быть успешной либо неуспешной. Охота успешна в следующих случаях: 1) когда антилопа выбьется из сил раньше охотника или 2) когда охотник догонит антилопу. Охота неуспешна, когда охотник теряет из виду антилопу или выбьется из сил раньше антилопы. Как охотник, так и антилопа имеют свой ресурс. Причем охотник видит следы антилопы и мысленно представляет себя в роли антилопы, оценивает величину перемещения и изменения ресурса антилопы, т.е. строит и использует гипотезы о ее движении. Модель была исследована путем компьютерного моделирования. Проанализированы обучение охотника, изменение ресурсов охотника и антилопы, динамика успешных и неуспешных случаев охоты. Полученные результаты подчеркивают важность построения и использования охотниками гипотез о поведении животных, т.е. демонстрируют, что формирование знаний охотников близко к процессам научного познания.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, автономные агенты.

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания НИЦ «Курчатовский институт» — НИИСИ по теме № FNEF-2024-0001 «Создание и реализация доверенных систем искусственного интеллекта, основанных на новых математических и алгоритмических методах, моделях быстрых вычислений, реализуемых на отечественных вычислительных системах» (1023032100070-3-1.2.1).

Для цитирования: Редько В. Г. Модель формирования простых познавательных процессов. *Успехи кибернетики*. 2026;7(1):104–113.

Поступила в редакцию: 19.02.2026.

В окончательном варианте: 19.03.2026.

SIMPLE COGNITIVE PROCESS FORMATION MODEL**V. G. Redko**

*Scientific Research Institute for System Analysis of the National Research Centre “Kurchatov Institute”,
Moscow, Russian Federation
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3748-2379>, ✉ vgredko@gmail.com*

Abstract: we constructed and analyzed a model of the formation of simple cognitive processes. The model examined a persistence hunting scenario in which a hunter pursued an antelope in very hot conditions. The hunt was successful when the antelope became exhausted before the hunter or when the hunter caught up with the antelope. The hunt was unsuccessful when the hunter lost track of the antelope or became exhausted first.

Both the hunter and the antelope had their own energy resources. The hunter followed the antelope's tracks and mentally simulated the antelope's behavior to estimate its movement and energy expenditure. In doing so, the hunter formulated and used hypotheses about the antelope's movement.

We studied the model using a computer simulation. We analyzed hunter learning, changes in the energy resources of both agents, and the dynamics of successful and unsuccessful hunts. The results show that constructing and using hypotheses about animal behavior plays a key role in hunting and suggest that human cognition in this context resembles scientific reasoning.

Keywords: computer modeling, autonomous agents.

Acknowledgements: this is a part of the FNEF-2024-0001 Deployment of Trusted AI Systems based on New Mathematical and Algorithmic Approaches and Fast Computing Models Compatible with Domestic Computer Hardware government contract (1023032100070-3-1.2.1).

Cite this article: Redko V. G. Simple Cognitive Process Formation Model. *Russian Journal of Cybernetics*. 2026;7(1):104–113.

Original article submitted: 19.02.2026.

Revision submitted: 19.03.2026.

Введение

Как возникло научное познание? Можно ли промоделировать формирование предшествующих научного познания в компьютерной программе? В настоящей работе попробуем представить такое формирование. Будем отталкиваться от монографий [1, 2]. В книге В. Ф. Турчина «Феномен науки. . .» [1] охарактеризованы известные начальные формы познания, близкие к научному познанию, появившиеся в Древнем Египте и Вавилоне (третье–первое тысячелетие до н.э.). Возникли письменность, запись чисел, простейшая математика, развивалась простейшая астрономия. Образно говоря, такие формы познания можно назвать преднаукой.

А что было до этого? Определенную помощь в анализе этого вопроса может оказать интересная монография Л. Либенберга «Происхождение науки (The Origin of Science). . .» [2], в которой характеризуются познавательные процессы охотников, изучающих следы животных в пустыне Калахари (Южная Африка), формирующих знания о поведении животных и использующих эти знания в охоте. Охотники распознавали следы многих животных (львы, леопарды, антилопы, лисы, гиены, шакалы, дикобразы и др.). Причем охотники стремились предвидеть поведение животных, умозрительно формировали в своем сознании модели поведения животных. Как пишет Л. Либенберг, охотники используют догадки о поведении животных, часто формируют новые знания ради самих знаний. Также охотники критически обсуждают между собой свойства животных, методы наблюдения следов и связи между следами и поведением животных. Таким образом, как отмечается в [2], формирование знаний охотников в определенном смысле близко к процессам научного познания.

В настоящей работе строится и анализируется компьютерная модель, характеризующая процессы познания охотников-следопытов.

Модель

Общие свойства модели

Строим компьютерную модель, предполагая, что модель характеризует познавательные процессы в древнем мире (отталкиваемся от работы [2]).

Рассматриваем охоту в мире, подобном пустыне Калахари: почва, в основном, — сухой песок, имеются отдельно растущие деревья, имеется трава, в большинстве своем высохшая. Деревья дают тень, в которой могут отдыхать и спастись от перегрева антилопа или охотник.

Как отмечено в работе [2], возможны различные виды охоты, например, «упорная охота» (persistence hunting), а именно погоня за антилопой на жаре до тех пор, пока она не выбьется из сил или перегреется и падет от теплового удара. В книге [2] аргументируется, что такой вид охоты мог возникнуть около 2 млн лет назад. Именно этот вид охоты мы и будем рассматривать в компьютерной модели. Для определенности рассматриваем отдельного охотника, который преследует одну определенную антилопу. Считаем, что до начала охоты охотник наблюдает за антилопами и изучает их следы, т.е. он уже имеет предварительные знания о поведении антилоп.

Детализируем компьютерную модель.

Имеются агент-охотник (agent-hunter) и агент-антилопа (agent-antelope). Рассматриваем клеточный мир, размер мира составляет 200 на 200 клеток. Имеются этапы охоты. Каждый этап может рассматриваться как пример отдельной охоты, на этих примерах охотник учится. Для каждого этапа задается свой мир, а именно случайно задаются клетки, в которых находятся деревья. Число клеток с деревьями составляет 10% от общего числа клеток, т.е. равно 4000. Этап состоит из тактов времени, время дискретно, $t = 1, 2, \dots$. Охотник и антилопа имеют свой ресурс, при перемещении и нагреве этот ресурс расходуется. В начале этапа ресурсы охотника и антилопы достаточно высоки. Ресурс обеспечивает возможность движения и защиту от перегрева. Расстояние, проходимое агентом за такт времени, зависит от его ресурса: чем больше ресурс, тем больше это расстояние. В начале этапа антилопа движется быстрее охотника, но ресурс антилопы расходуется быстрее, чем у охотника. При нахождении в тени дерева антилопа немного пополняет свой ресурс. Если расстояние между антилопой и охотником мало, то они видят друг друга, расстояние взаимной видимости между антилопой и охотником равно D_V . Каждый такт времени и охотник, и антилопа выполняют одно действие каждый. Охотник входит в «образ» антилопы, делает оценки ресурса воображаемой антилопы, оценивает и расстояние, проходимое антилопой каждый такт времени, и изменения ресурса воображаемой антилопы, связанные с движением и нагревом. В начале этапа антилопа и охотник находятся в удаленных от границ мира клетках недалеко друг от друга.

Антилопа и охотник каждый такт времени t оценивают свой ресурс $R_A(t)$ и $R_H(t)$ соответственно. Имеются критические пороги уменьшения ресурса, эти пороги охотника и антилопы равны R_{Hmin} и R_{Amin} соответственно. Если ресурс агента стал меньше этого порога, то агент становится истощенным.

Правила поведения антилопы и охотника

Правила поведения антилопы таковы:

1А) Если расстояние между антилопой и охотником меньше или равно D_V , т.е. антилопа видит охотника, то антилопа уходит от охотника, т.е. движется в направлении, противоположном направлению на охотника.

2А) Если расстояние между антилопой и охотником больше D_V , а ресурс антилопы достаточно большой $R_A(t) - R_{Amin} > R_{ACr}$, то антилопа уходит от охотника, но если уровень ресурса антилопы приблизился к критическому, т.е. стало $R_A(t) - R_{Amin} < R_{ACr}$, где R_{ACr} — некоторая критическая разность уровней ресурса для антилопы, то антилопа движется от охотника к ближайшему дереву; при этом за один такт времени пребывания в тени дерева антилопа получает небольшой ресурс, необходимый для убегания от охотника и защиты от перегрева: $R_A(t+1) = R_A(t) + \delta R_A$.

Правила поведения охотника таковы:

1Н) Если расстояние между антилопой и охотником меньше или равно D_V , то охотник движется прямо к антилопе.

2Н) Если расстояние между антилопой и охотником больше D_V , то охотник с достаточно большой вероятностью P_T находит след антилопы и по следу определяет направление, в котором движется антилопа, а затем движется к антилопе. Кроме того, если сразу след не находится, то охотник может попытаться проверить окрестности того места, в котором он находится, пытаясь найти новый след и направление, в котором пойдет антилопа. Так как результат при простом поиске следа и поиске с проверкой окрестностей одинаков, то объединяем эти две возможности, считая, что охотник находит след с вероятностью P_T .

3Н) Если охотник потерял след, то он с вероятностью P_3 попытается явно использовать образ воображаемой антилопы и представить, куда она могла пойти. А именно: он ищет дерево, ближайшее к последнему нахождению воображаемой антилопы в рассматриваемый момент времени, а затем движется к этому дереву.

Применение правила 3Н охотником можно образно назвать «методом Станиславского»: охотник явно пытается представить себя в образе антилопы и явно использует это представление в охоте.

Динамика движения агентов

Определим схему движения агентов и параметры, характеризующие динамику ресурсов и координат агентов. Антилопа и охотник перемещаются между клетками мира.

В начале каждого этапа начальные ресурсы агента-охотника и агента-антилопы равны R_{H0} и R_{A0} соответственно.

Расстояние $D_{HA}(t)$, проходимое охотником в такт времени t , приближенно равно

$$D_{HA}(t) = k_{DH}[R_H(t) - R_{Hmin}].$$

Расстояние $D_{AA}(t)$, проходимое антилопой в такт времени t , приближенно равно

$$D_{AA}(t) = k_{DA}[R_A(t) - R_{Amin}].$$

Здесь $R_H(t)$ и $R_A(t)$ — текущие ресурсы охотника и антилопы, k_{DH} и k_{DA} — соответствующие коэффициенты пропорциональности.

По приближенному расстоянию, проходимому антилопой, $D_{AA}(t)$ и направлению ее движения (от охотника) находится соответствующее место в мире и клетка, содержащая это место. Определяется центр этой новой клетки, и находится расстояние $D_{AC}(t)$ между центром предыдущей и центром новой клетки. Это расстояние $D_{AC}(t)$ проходит антилопа в данный такт времени.

Для охотника по приближенному расстоянию $D_{HA}(t)$ и направлению (к антилопе) определяется соответствующая клетка, и точно так же, как и для антилопы, окончательно определяется клетка, в которую перемещается охотник. Определяется центр этой новой клетки и находится расстояние $D_{HC}(t)$

между центром предыдущей и центром новой клетки. Это расстояние $D_{HC}(t)$ проходит охотник в данный такт времени.

Расходы ресурса охотника и антилопы в данный такт времени t , во-первых, пропорциональны проходимым ими расстояниям $D_{HC}(t)$ и $D_{AC}(t)$, во-вторых, связаны с нагревом:

$$R_H(t+1) = R_H(t) - k_{RH}D_{HC}(t) - r_{TH},$$

$$R_A(t+1) = R_A(t) - k_{RA}D_{AC}(t) - r_{TA},$$

где k_{RH} и k_{RA} — соответствующие коэффициенты пропорциональности, используемые при учете расходов ресурсов на движение, r_{TH} и r_{TA} — параметры, учитывающие расходы ресурсов, связанные с нагревом.

Как антилопа, так и охотник каждый такт времени оценивают уровень своего ресурса и близость этого уровня к уровню истощения. Если уровень ресурса антилопы приблизился к критическому, т.е. стало $R_A(t) - R_{Amin} < R_{ACr}$, где R_{ACr} — некоторая критическая разность уровней ресурса для антилопы, то антилопа движется от охотника к ближайшему дереву и далее ее ресурс повышается: $R_A(t+1) = R_A(t) + \delta R_A$.

Определим схему обучения охотников, т.е. схему изменения вероятности P_3 применения правила 3Н. Если применение правила 3Н в момент времени t было успешным и после этого применения расстояние между охотником и антилопой уменьшилось, то происходит обучение: вероятность применения этого правила P_3 увеличивается:

$$P_3(t+1) = P_3(t) + \alpha[1 - P_3(t)],$$

где α — положительный параметр скорости обучения.

Ресурсы охотника и антилопы в процессе этапа охоты расходуются. В зависимости от того, какой ресурс раньше достиг минимального допустимого значения, определяется успешность рассматриваемого этапа охоты. Для антилопы минимальное допустимое значение ресурса равно R_{Amin} . Для охотника минимальное допустимое значение ресурса равно R_{HCr} . Если уровень ресурса антилопы $R_A(t)$ достиг R_{Amin} , то антилопа погибает. То есть, если $R_A(t)$ достиг R_{Amin} , а ресурс охотника еще достаточно большой: $R_H(t) - R_{Hmin} > R_{HCr}$, то рассматриваемый этап охоты был успешным. Кроме того, если охотник догнал антилопу, т.е. охотник оказался в той же клетке, что и антилопа, то считается, что этап охоты был успешным. Если уровень ресурса охотника приблизился к критическому уровню, т.е. стало $R_H(t) - R_{Hmin} < R_{HCr}$, где R_{HCr} — некоторая критическая разность уровней ресурса для охотника, а антилопа еще не истощена $R_A(t) > R_{Amin}$, то охотник прекращает охоту, так как иначе он может погибнуть от истощения. В этом случае этап охоты был неуспешным. Также если охотник на определенном такте времени не смог выполнить ни одного действия (в частности, из-за того, что вероятность P_3 применения правила 3Н была мала), то этап охоты был неуспешным. Будем считать, что в последнем случае охотник теряет антилопу из вида. После того как определится, был ли этап охоты успешным или неуспешным, данный этап прекращается и происходит переход к следующему этапу.

Результаты компьютерного моделирования

Параметры моделирования

Вводим основные параметры моделирования следующим образом.

Размер мира (в числе клеток): $N_x = N_y = 200$.

Сторону одной клетки считаем равной 1 (для учета расстояний в мире).

Число деревьев в мире равно 4000.

Ресурсы охотника и антилопы в начале каждого этапа $R_{H0} = R_{A0} = 1$.

Ресурсы истощения для охотника и антилопы равны 0: $R_{Hmin} = R_{Amin} = 0$.

Коэффициенты пропорциональности, определяющие расстояния, проходимые охотником и антилопой в зависимости от ресурса, равны $k_{DH} = 2$, $k_{DA} = 4$.

Коэффициенты пропорциональности, используемые при учете расходов ресурсов на движение для охотника и антилопы, равны $k_{RH} = 0.01$, $k_{RA} = 0.02$.

Параметры, учитывающие расходы ресурсов, связанные с нагревом, равны $r_{TH} = 0.01$, $r_{TA} = 0.02$.

Критическая разность уровней ресурса для антилопы, обуславливающая ее перегрев, $R_{ACr} = 0.2$.

Добавка к ресурсу антилопы за один такт времени при нахождении ее в тени дерева $\delta R_A = 0.02$.

Критическая разность уровней ресурса для охотника $R_{HCr} = 0.2$.

Вероятность нахождения следа удаленной антилопы $P_T = 0.7$.

Расстояние видимости между охотником и антилопой $D_V = 5$.

Параметр скорости обучения для охотника $\alpha = 0.1$.

Начальная вероятность P_3 применения правила ЗН для охотника $P_{30} = 0.1$.

Некоторые из этих параметров для разных вариантов расчетов могут быть варьированы.

Типичные зависимости

Приведем результаты, полученные для основных параметров расчетов. Дополнительно считаем, что число тактов времени в этапе не может быть больше 100 ($N_T = 100$), максимальное число этапов равно 30 ($N_{Smax} = 30$), число различных расчетов (с разными генераторами случайных чисел, используемых при расчете вероятностных процессов) равно 10000. Последнее означает, что результаты усредняются по 10000 независимым расчетам. Основные результаты приведены на рис. 1–4. Рис. 1 показывает зависимость вероятности P_3 применения правила ЗН от времени t с учетом ряда последовательных этапов охоты.

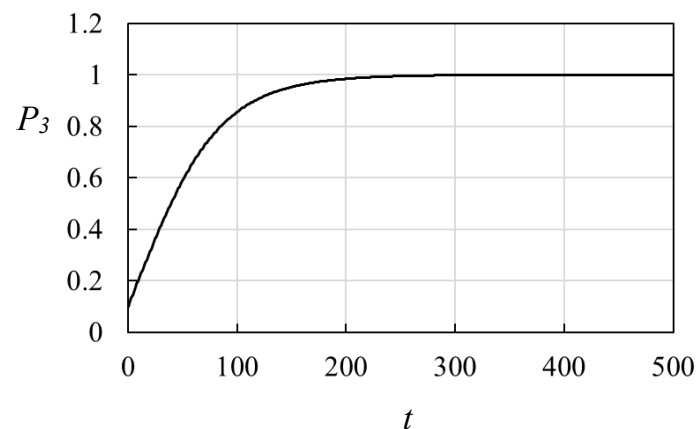


Рис. 1. Усредненная зависимость вероятности P_3 применения правила ЗН от времени t . Результаты усреднены по 10000 различным расчетам

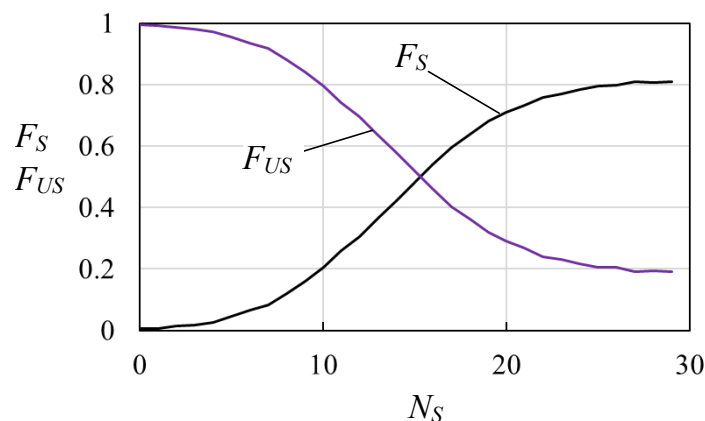


Рис. 2. Усредненная зависимость доли успешных (F_S) и неуспешных (F_{US}) этапов охоты от номера этапа N_S . Результаты усреднены по 10000 различным расчетам

Рис. 1 показывает, что с приобретением охотником опыта в результате обучения вероятность применения правила ЗН растет от малых значений до 1.

Рис. 2 показывает зависимость усредненной доли успешных (F_S) и неуспешных (F_{US}) этапов охоты от номера этапа N_S . Видно, что на самых начальных этапах охота была неуспешной, а затем в результате обучения охотника его охота становится все более успешной и, в конце концов, число успешных этапов охоты превышает число неуспешных. Отметим, что результаты, представленные на рис. 1 и рис. 2, качественно согласуются между собой: когда охотник хорошо обучился и вероятность P_3 применения правила ЗН стала близка к 1, охота у него становится более успешной.

На рис. 3 представлена усредненная зависимость ресурса охотника R_H и антилопы R_A от времени t с учетом ряда последовательных этапов охоты. Ресурсы антилопы и охотника сначала уменьшаются со временем, а затем остаются постоянными, причем ресурсы охотника превышают ресурсы антилопы.

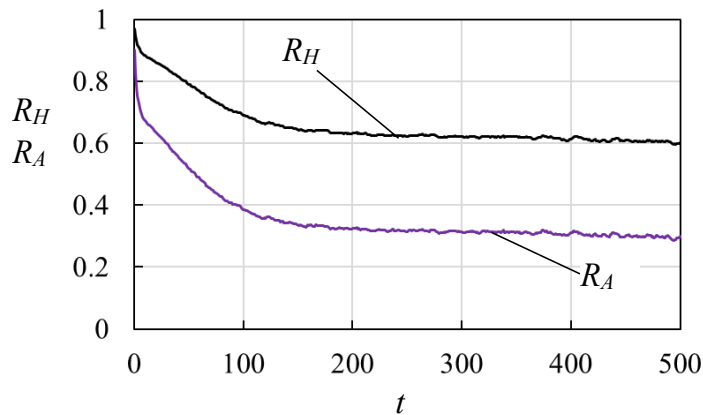


Рис. 3. Усредненная зависимость ресурса охотника R_H и антилопы R_A от времени t . Результаты усреднены по 10000 различным расчетам

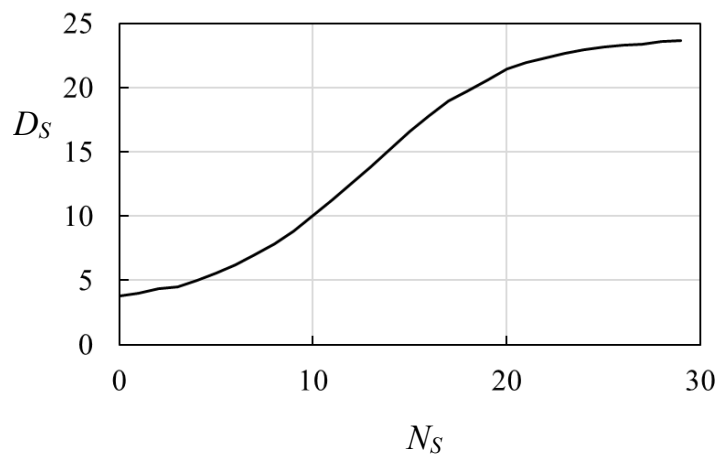


Рис. 4. Усредненная зависимость длительности этапа охоты от номера этапа N_S . Результаты усреднены по 10000 различным расчетам

Также была определена усредненная зависимость длительности этапа D_S от номера этапа (рис. 4).

Кроме этого, было проведено несколько дополнительных расчетов. Для приведенных выше результатов считалось, что вероятность нахождения следа удаленной антилопы охотником достаточно велика $P_T = 0.7$. Был проведен расчет для уменьшенной этой вероятности при $P_T = 0.3$. Оказалось, что

при $P_T = 0.3$ более быстро растет со временем величина вероятности P_3 применения правила ЗН, чем при $P_T = 0.7$, что качественно понятно, так как увеличение P_3 приводит к более эффективной охоте. Проанализирован случай, когда обучения охотника не происходит ($\alpha = 0$). В этом случае успешность охоты радикально меняется: почти все этапы становятся неуспешными.

Были проведены отдельные расчеты (без усреднения). При этом считалось, что охотник был уже обученным, т.е. вероятность P_3 уже была равна 1 (см. рис. 1). Пример такого расчета характеризуется рис. 5, 6.

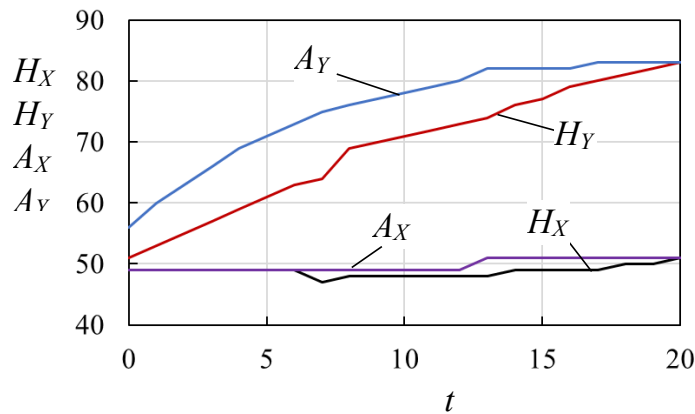


Рис. 5. Зависимость координат охотника $H_X(t)$, $H_Y(t)$ и антилопы $A_X(t)$, $A_Y(t)$ от времени t

На рис. 5 показана зависимость координат охотника и антилопы от времени, $H_X(t)$, $H_Y(t)$ и $A_X(t)$, $A_Y(t)$, соответственно. Видно, что x -координаты охотника и антилопы практически не меняются, а y -координаты растут: антилопа убегает от охотника, а охотник следует за ней и, в конце концов, при $t = 20$ догоняет антилопу, т.е. в рассматриваемом примере охота была успешной.

На рис. 6 показана зависимость ресурса охотника и антилопы от времени $R_H(t)$ и $R_A(t)$ для того же расчета. Видно, что ресурс антилопы в некоторые моменты времени (при $t = 14, 15, 16$) возрастает за счет того, что в эти моменты антилопа находится в тени дерева. Отметим, что ресурс антилопы уменьшается быстрее, чем у охотника (рис. 6), за счет этого при $t > 15$ охотник движется быстрее, чем антилопа, и догоняет ее.

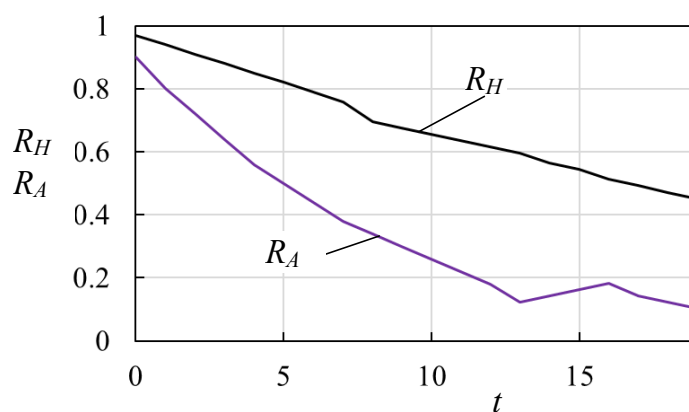


Рис. 6. Зависимость ресурса охотника и антилопы $R_H(t)$ и $R_A(t)$ от времени t

Обсуждение

Итак, построена и проанализирована компьютерная модель формирования простых познавательных процессов на примере охотников, преследующих антилоп. В этих процессах охотники мысленно строят модель поведения антилопы, предсказывают движение и свойства антилопы и исполь-

зуют такую модель в процессе охоты. Как демонстрируют полученные результаты, за счет обучения охотника, приобретения им опыта охота становится более успешной (см. рис. 2).

Как отмечено в [2], познавательные процессы охотников подобны процессам научного познания, т.е. эти процессы можно рассматривать как ранние предшественники процессов научного познания. Естественно, можно задуматься и о предшественниках познавательных свойств охотников. Какие прототипы нетривиальных познавательных процессов наблюдались у животных? Чтобы изучить этот вопрос, обратимся к работам [3–6], в которых рассматривается «элементарное мышление животных».

Л. В. Крушинский определял рассудочную деятельность как «способность животного улавливать эмпирические законы, связывающие предметы и явления внешнего мира, и оперировать этими законами в новой для него ситуации для построения программы адаптивного поведенческого акта» [3]. Это определение рассмотрено также в книге [4]. Одним из проявлений разумного поведения животных является явление озарения (инсайта). Отметим два примера этого явления.

Первый пример — хорошо известные исследования с новокаледонскими воронами в университете Оксфорда [5]. Двум воронам (молодой самке и самцу постарше) предлагали добывать ведро с пищей со дна прозрачного вертикального цилиндра. Рядом с цилиндром были прямая проволока и проволока, согнутая крючком. Ведро можно было вытащить крючком, но не прямой проволокой. Раньше с проволокой вороны дела не имели. Тем не менее они сразу поняли, что ведро можно вытащить с помощью крючка.

Неожиданность произошла, когда самец утащил крючок. Тогда самка догадалась делать из прямой проволоки крючок, зажимая один конец проволоки в одной из щелей экспериментальной установки и загибая проволоку. А затем с помощью изготовленного ею крючка доставала ведро с пищей. То есть ворона самостоятельно мысленно изобрела способ изготовления из прямой проволоки инструмента — крючка для добычи пищи.

Второй пример — опыт с шимпанзе, осуществленный Л. А. Фирсовым с коллегами в лесу на озерных островах в Псковской области [6]. Обезьянам предлагалась задача добычи приманки (баночки со вкусным компотом) из специального аппарата. Аппарат представлял собой прозрачный ящик, внутрь которого помещали баночку с компотом. Дверца ящика была плотно прижата сильной пружиной. Баночка была хорошо видна обезьянам. Чтобы получить ее, нужно было открыть дверцу аппарата, потянув за рукоятку тяги, достаточно удаленную от аппарата. Сама тяга была помещена в металлическую трубу. Проблема состояла в том, что, как только животное отпускало рукоятку тяги, дверца аппарата захлопывалась. При этом тяга была достаточно длинной и обеих рук шимпанзе было недостаточно, чтобы, держась за рукоятку тяги одной рукой, одновременно дотянуться до баночки с компотом другой рукой. Было проведено два эксперимента с такой установкой.

В первом случае (в 1972 году) расстояние между аппаратом и рукояткой тяги было не очень большим (135 см), но дотянуться рукой до аппарата, держа рукоятку второй рукой, было невозможно (этот эксперимент назывался случаем с короткой тягой [6]). Молодой самец шимпанзе Тарас справился с этой задачей следующим образом. После безуспешных попыток решить задачу «в лоб» Тарас догадался потянуть рукоятку тяги ногой, вытянуть свое тело вдоль металлической трубы с тягой и рукой достать до аппарата, это привело к успешному получению приманки.

Во втором случае (в 1973 году) расстояние между аппаратом и рукояткой тяги было увеличено на 80 см (случай с длинной тягой [6]). Тарас, приведенный к установке, посмотрел на прозрачный аппарат, пошел к рукоятке, попробовал прошлогодние приемы доставания баночки с компотом. Ничего не получилось. Тарас немного (примерно минуту) подумал и отошел в сторону ближайших кустов. Он отломил сухую веточку толщиной с карандаш, длиной полметра, посмотрел на нее и тут же отбросил. Потом Тарас выломал основательную хворостину и с ней вернулся к установке, к рукоятке тяги. Началось комбинирование двух действий: открывание дверки аппарата с помощью рукоятки тяги (одной рукой) и попытка дотянуться хворостинкой до баночки с компотом (второй рукой). Поняв наконец, что дверка не полностью закрывается, когда в аппарат засунут конец хворостины, Тарас отпустил рукоятку тяги и заклинил дверцу хворостинкой. После этого он сначала как бы оторопел, а потом крадучись, не опуская хворостины, подошел к аппарату, открыл дверцу и забрал баночку с компотом. Опыт с длинной тягой повторили через год. Тарас сразу же решил задачу добычи баночки компота, используя хворостину. То есть все детали решения задачи сохранились у него в памяти.

Подчеркнем, что Тарас явно делал мыслительные выводы (о возможности использования хво-

ростины, о невозможности использования маленькой веточки, а только основательной хворостины). И эти мыслительные выводы проверялись экспериментально, почти как в научном познании.

Интересно, что такое формирование плана добычи баночки с компотом шимпанзе Тарасом немного подобно известному методу пробных теорий и опровержений Карла Поппера (см., например, [7]):

$$P_1 \rightarrow TT \rightarrow EE \rightarrow P_2.$$

Здесь P_1 — исходная проблема, TT — пробная теория (tentative theory), EE — исключение ошибок (error elimination), P_2 — следующая проблема.

Для Тараса P_1 — начальная проблема добычи приманки, первая пробная теория TT — метод добычи приманки с помощью хворостины, путем проверки EE Тарас показал, что этим методом просто так хворостинной баночку не вытащишь и нужно решать следующую проблему P_2 , которую он решил путем заклинивания хворостинной дверцы аппарата.

Подробнее об этом и близких экспериментах с шимпанзе см. книгу [6].

Вернемся к модели формирования простых познавательных процессов. Выше был рассмотрен простой случай одного охотника, преследующего антилопу. Целесообразно также рассмотреть случаи коллектива охотников и накопления опыта в коллективе. Здесь мы только отметим характерные черты упорной охоты в небольшом коллективе: когда охота ведется несколькими охотниками, то при потере следа разные охотники могут выбирать разный гипотетический путь движения преследуемого животного, а затем, при нахождении правильного пути наиболее успешным охотником, другие охотники будут присоединяться к успешному. Также охотники могут заботиться друг о друге, помогать друг другу выбирать правильные действия, например, опытные охотники могут рекомендовать при перегреве не пить много воды сразу, так как это при перегреве опасно. Как уже отмечалось выше, часто охотники критически обсуждают между собой свойства животных, методы наблюдения следов и связи между следами и поведением животных [2]. Отметим, что роль именно критического анализа в научном познании подчеркивалась К. Р. Поппером [7].

А как двигаться дальше? Что целесообразно учитывать в развитии понимания происхождения научного познания? Отметим некоторые важные концепции и модели, развиваемые в работах по искусственному интеллекту. В работах Д. А. Поспелова строилась модель искусственного «организма» — гиromата, формирующего собственную иерархическую модель внешнего мира и строящего обобщенные гипотезы о причинно-следственных связях [8, 9]. В работе [10] также анализируются многоуровневые знания при построении модели внешнего мира. То есть изучение обобщений, понимание иерархии связей, построение моделей внешнего мира могут оказаться полезными при анализе процессов происхождения научного познания.

Заключение

Итак, построена модель формирования простых познавательных процессов на примере охоты отдельного охотника за антилопой. Рассмотрена «упорная охота», а именно погоня охотника за антилопой на жаре (аналогично тому, как это происходит в пустыне Калахари [2]). Считается, что охотник мысленно строит модель движения удаленной антилопы, предсказывает изменения ее положения и ресурса и использует такую модель в процессе охоты. За счет обучения охотника, приобретения им опыта охота становится более успешной. Модель была исследована путем компьютерного моделирования.

Дополнительно рассмотрены прототипы нетривиальных познавательных процессов животных и отмечены близкие концепции и модели, развиваемые в работах по искусственному интеллекту.

Полученные результаты согласуются с высказыванием (сделанным в книге [2]) о том, что формирование знаний охотников близко к процессам научного познания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Турчин В. Ф. *Феномен науки. Кибернетический подход к эволюции*. Изд. 2-е. М.: ЭТС; 2000. 368 с. Режим доступа: <http://www.refal.ru/turchin/phenomenon/>.
2. Liebenberg L. *The Origin of Science: The Evolutionary Roots of Scientific Reasoning and Its Implications for Citizen Science*. Cape Town, South Africa: CyberTracker; 2013. 266 p. Режим доступа: <https://www.cybertracker.org/downloads/tracking/Liebenberg-2013-The-Origin-of-Science.pdf>.

3. Крушинский Л. В. *Биологические основы рассудочной деятельности*. М.: Издательство МГУ; 1986. 270 с.
4. Зорина З. А., Полетаева И. И. *Зоопсихология. Элементарное мышление животных*. М.: Аспект-Пресс; 2012. 320 с.
5. Weir A. A. S., Chappell J., Kacelnik A. Shaping of Hooks in New Caledonian Crows. *Science*. 2002;297(5583):981. DOI: 10.1126/science.1073433.
6. Фирсов Л. А. *Поведение антропоидов в природных условиях*. Изд. 2-е. М.: КРАСАНД; 2010. 168 с.
7. Поппер К. Р. *Объективное знание. Эволюционный подход*. М.: Эдиториал УРСС; 2002. 384 с.
8. Поспелов Д. А. Теория гироматов. *Проблемы бионики*. М.: Наука; 1973:397–402.
9. Гаазе-Рапопорт М. Г., Поспелов Д. А. *От амёбы до робота: Модели поведения*. Изд. 2-е. М.: Эдиториал УРСС; 2004. 296 с.
10. Латышев А. К., Панов А. И. Методы внутренней мотивации в задачах обучения с подкреплением на основе модели. *Искусственный интеллект и принятие решений*. 2023;3:84–97. DOI: 10.14357/20718594230309.