

Категория «синтетическое» в современном естествознании¹

Николаева Евгения Михайловна,

*доктор философских наук, профессор,
профессор кафедры общей философии
Института социально-философских наук и массовых коммуникаций
Казанского (Приволжского) федерального университета,
Россия, 420008, Республика Татарстан, г. Казань,
ул. Кремлевская, 18, корп. 1
ORCID: 0000-0002-0150-1611
kaisa1011@rambler.ru*

Лагутин Марк Владимирович,

*аспирант,
ассистент кафедры общей философии
Института социально-философских наук и массовых коммуникаций
Казанского (Приволжского) федерального университета,
Россия, 420008, Республика Татарстан, г. Казань,
ул. Кремлевская, 18, корп. 1
ORCID: 0009-0006-4195-0792
mavlagutin@stud.kpfu.ru*

Аннотация

Статья посвящена переосмыслению содержания категории «синтетическое» в условиях современного естествознания (в первую очередь синтетической биологии) и ее эпистемологической ценности. Категория «синтетическое» исследуется как продукт эпистемологического метода. Авторами проведена ее экспозиция на основе наиболее современных материалов научных и философских исследований с целью определения содержания категории, ее места и области применения в современном естествознании. Рассмотрены варианты определений синтетического, их преимущества и недостатки.

В качестве теоретико-методологической основы исследования использованы подходы, рассматривающие синтетическую биологию и феномен синтетического с эпистемологического ракурса. За основу были взяты работы И. Шуммера, в которых он развивает онтологию биохимических взаимодействий и возникающих в этой связи эпистемических возможностей, что дало основания для классификации и эпистемологической оценки

¹ Работа выполнена в рамках Программы стратегического академического лидерства Казанского (Приволжского) федерального университета.

конкретных проявлений синтетического в научном поле. Также была использована концепция Ф. Бьянкини, согласно которой всякое синтетическое можно определить как искусственное и проявляющееся наиболее полно на стыке биологических и когнитивно-информационных наук.

В качестве основного результата показано, что категория «синтетическое» может применяться как теоретический конструкт, позволяющий осуществлять осмысление феноменов, чей эпистемологический статус не может быть определен однозначно как «естественное», хотя и мимикрирующий под него. В процессе конвергенции технонаук обнаруживается тенденция к становлению феномена «синтетическое» как основного ресурса, за счет которого добывается научное знание. Благодаря достижениям синтетической биологии в современном естествознании происходит обновление проблемы соотношения естественного и искусственного за счет качественного и количественного расширения проявлений феномена искусственного/синтетического и переосмысления различий между ними. Последние достижения в области синтеза организмов и их структурных частей, таких как расширенный геном, давшие больше информации об организации жизни, дают возможность онтологам и эпистемологам значительно расширить источники категоризации синтетического, а также помогают в построении его онтологии.

Ключевые слова: категория «синтетическое», синтетическая биология, эпистемология, принцип «know-through-making», метод «de novo», технонаука.

The Category “Synthetic” in Modern Natural Science

Nikolaeva Evgeniya,

Dr. Sc. (Philosophy),

Professor at the Department of General Philosophy

Kazan (Volga region) Federal University,

18 Kremlevskaya Street, Bldg. 1, Kazan, 420008, Republic of Tatarstan, Russian Federation

ORCID: 0000-0002-0150-1611

kaisa1011@rambler.ru

Lagutin Mark,

Postgraduate student,

Assistant at the Department of General Philosophy

Kazan (Volga region) Federal University,

18 Kremlevskaya Street, Bldg. 1, Kazan, 420008, Republic of Tatarstan, Russian Federation

ORCID: 0009-0006-4195-0792

mavlagutin@stud.kpfu.ru

Abstract

The article is devoted to rethinking the content of the category ‘synthetic’ in the conditions of modern natural science (first of all, synthetic biology) and its epistemological value. In this paper the category ‘synthetic’ is explored as a prod-

uct of the epistemological method. The authors carried out an exposition of ‘the synthetic’ category based on the most modern materials of scientific and philosophical research. The article attempts to determine the content of the category ‘synthetic’, its place and scope in modern science, by taking into account options for defining ‘synthetic’, its advantages and disadvantages.

The works of J. Schummer, in which he develops an ontology of biochemical interactions and the epistemic possibilities arising in this connection, were taken as a basis for the classification and epistemological evaluation of specific manifestations of ‘the synthetic’ in the scientific field. The concept of F. Bianchini defines any ‘synthetic’ as ‘artificial’.

The article shows that the category ‘synthetic’ is considered as a theoretical construct that allows for the comprehension of phenomena which epistemological status cannot be unambiguously defined as ‘natural’. In the process of convergence of technosciences, there is a tendency towards the emergence of the ‘synthetic’ phenomenon as the main resource through which scientific knowledge is obtained. Due to the achievements of synthetic biology in modern science, the problem of the relationship between ‘natural’ and ‘artificial’ is reshaped. This happens due to the qualitative and quantitative expansion of the phenomenon of ‘artificial’ / ‘synthetic’ and rethinking the differences between them.

Recent advances in the synthesis of organisms and their structural parts, such as the extended genome, allows for ontologists and epistemologists significantly expand the possibilities of categorizing ‘the synthetic’ and build an ontology of ‘the synthetic’.

Keywords: category ‘synthetic’, synthetic biology, epistemology, IVF procedure, artificial intelligence, “know-through-making” principle.

Библиографическое описание для цитирования:

Николаева Е.М., Лагутин М.В. Категория «синтетическое» в современном естествознании // Идеи и идеалы. – 2024. – Т. 16, № 3, ч. 1 – С. 167–177. – DOI: 10.17212/2075-0862-2024-16.3.1-167-177.

Nikolaeva E., Lagutin M. The Category “Synthetic” in Modern Natural Science. *Idei i idealy = Ideas and Ideals*, 2024, vol. 16, iss. 3, pt. 1, pp. 167–177. DOI: 10.17212/2075-0862-2024-16.3.1-167-177.

Научно-философский контекст категоризации «синтетического»

В процессе NBIC-конвергенции² возникает технонаука, интегрирующая в себе нано-, био-, информационные и когнитивные технологии. Как результат, обнаруживается тенденция к становлению феномена «синтетическое» как основного ресурса, за счет которого добывается научное знание. «Синтетическое» в научном познании мы определяем как синоним искусственного, следуя определению Ф. Бьянкини: «То, что создано человеком, часто по естественному образцу, путем манипулирования природ-

² NBIC – нанотехнология, биотехнология, информационные технологии и когнитивистика – Emerging technologies.

ными системами и процессами, и поддерживающее существование и действие / функционирование / поведение в открытом контексте или окружающей среде без контроля человека, независимо от вещества или материалов его составных частей» [2, р. 13]. Бьянкини выводит это определение на основе анализа развития ряда наук, в которых создание искусственных аналогов естественных объектов реального мира является наукообразующим. Эти науки создают то, что вне их деятельности не существует и не существовало. К примеру, это то, что не существовало ранее, но существует сейчас, созданное человеческой деятельностью и не имеющее своего эволюционного (естественного) родственника, называемое Synthia (Syn. 3) [5]. Этот микроорганизм, по словам американского биотехнолога К. Вентера, является первым живым организмом с минимальным геномом [5]. Он не существовал и не эволюционировал самостоятельно до момента создания, и его вполне можно отнести к синтезированному человеком существу неестественного происхождения. Следуя этой логике, термин «синтетическое» используется в качестве «искусственный», а всякий процесс синтеза есть процесс создания того, что не является в прямом смысле естественным.

Некоторые «неполные» определения (как, например, «искусственное – это то, что сделано людьми» или «искусственное – это то, что создано человеком, часто в естественной модели» [2, р. 13]) удовлетворяют самым естественным для человека событиям, снимая тем самым проблемы с интерпретацией беременности, к примеру. Однако, поскольку та же Synthia функционирует независимо от того, кем она создана, а ее ДНК может реплицироваться, критерий автономии создания оказывается необходимым, иначе Syn. 3 не попадает под определение.

При этом добавление критерия автономии не решает проблемы материалов создания, что обуславливает необходимость учета в определении критерия независимости в выборе материалов. Но и наиболее расширенная версия определения не решает будущие проблемы категоризации синтетического. Так, например, вопросы киборгов решены не будут, поскольку они являются гибридными формами, состоящими сразу из нескольких типов материалов. В какой мере следует считать киборга синтетическим, если несколько частей его тела заменены небιологическими компонентами? Или считать ли ребенка, зачатого процедурой экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), естественным, ведь она отвечает определению понятия «синтетического» Бьянкини, на основе которого мы даем свое определение?

Возвращаясь к утверждению «Рождение ребенка – это синтетический процесс», отметим, что здесь возникают трудности. Это происходит благодаря существованию как естественно рожденных, так и рожденных по-

средством использования процедур ЭКО. а также в самом процессе рождения стадий, которые могут происходить в различных условиях, основанием которых являются как естественные для нас процессы, так и вполне искусственные. В данном случае манипуляции происходят с яйцеклеткой и сперматозоидами. Опираясь на определение Бьянкини, стадия сбора материала, его оплодотворения и помещения в тело является искусственной, а дальнейшее развитие эмбриона не отличается от вынашивания естественным путем (не учитывая использование гормональных препаратов). На ЭКО, таким образом, можно посмотреть как на комбинацию искусственно созданного метода – модели, разработанной по образу естественного процесса оплодотворения и доставки биологического материала, а на человека, родившегося таким способом, как на гибрид искусственного и естественного способов возникновения жизни. Здесь мы видим возможность для того, чтобы считать людей, зачатых процедурой ЭКО, полусинтетическими. Мы не указываем, что все обстоит действительно таким образом, а лишь замечаем, что определение Бьянкини допускает такой вывод или, по крайней мере, не отрицает его.

Know-through-making: метод технонауки

Тема ЭКО как пример проявления синтетического интересна для нас еще в одном ключе: какую роль синтетический метод может играть в построении другого синтетического метода? Сегодня множественный перенос эмбрионов по-прежнему является распространенной стратегией для повышения успешности ЭКО [8, p. 837]. В этой связи важную роль начинает играть другое проявление синтетического – искусственный интеллект (AI).

Искусственный интеллект, основанный на методе машинного обучения, показывает себя относительно эффективно в сфере медицины. Однако нас интересует даже не то, что использование AI и параллельное увеличение эффективности метода ML (machine learning) приводит к повышению эффективности метода ЭКО, а то, что первое приводит к популярности второго не только как медицинской операции, но и перспективного эпистемологического метода – know-through-making.

Алгоритм взаимодействия ЭКО и AI довольно прост: производится набор данных, часто обширных: демографические сведения об пациентах, характеристики цикла ЭКО, морфологическая информация о эмбрионах и количество перенесенных эмбрионов для определения потенциальных характеристик, а также выбор метода обучения модели искусственного интеллекта, после чего ИИ самостоятельно формирует другую модель – модель беременности, частоты ее возникновения [8, p. 838]. Используемая синтетическая модель формирует новый эпистемологический феномен:

появляется новое знание, имеющее лишь косвенное отношение к человеку.

В этой связи, как и И. Шуммер, мы отметим возможность разделения самого принципа «know-through-making» (далее КТМ) на две исторические версии: сильную (жесткую и нетривиальную) и слабую (мягкую и тривиальную). Сильная версия КТМ утверждает, что создание чего-либо является необходимым условием познания. Познание чего-либо есть буквально создание этого, однако здесь есть условие, заключающееся в том, что истина, таким образом, будет иллюзорной, но единственно верной для нас.

В противоположность этому слабая версия утверждает принцип создания лишь способом увеличения и углубления знания, конечно, в определенных контекстах. При этом даже само «создание» в этой версии будет достаточным для понимания, но совершенно необязательным, и для этого есть причины. Одной из них является дифференциация слова «создание» на создание как интерпретацию и создание как творение нового.

Создание как концептуальное формирование объектов (сущностей) и создание новых пространственно-временных материальных сущностей не тождественны [4]. Например, создание концепта минимального генома [1] и его пространственно-временная материализация вместе с носителем [5, p. 1380–1381] – существенно разные вещи, при том что в обоих случаях мы имеем дело с созданием. Другим случаем будет модификация – процесс, который дополняет или сильно изменяет объект, тем самым усложняя метод КТМ и оставляя неопределенной модификацию в орбите метода.

Здесь можно задать вопрос: насколько релевантно рассматривать метод КТМ при исследовании категории «синтетическое»? Ведь исследование метода не есть исследование категорий или их взаимоотношений. Тут мы предполагаем, что синтетическое как категория современной эпистемологии естествознания возможно в первую очередь внутри метода КТМ или, вернее, проявляется наилучшим образом в этом методе. Это предположение строится на методах химии тех времен, когда ученые-химики не могли напрямую видеть расположение молекул вещества и не использовали сложных оптических инструментов. И. Шуммер называет методы того времени КТМ по той причине, что до создания подобных инструментов существовало два способа выяснения молекулярной структуры: аналитический способ, при котором рассматриваемое вещество поэтапно редуцируется к веществам с известной молекулярной структурой и представляет собой стандартное химическое превращение, и синтетический, в котором исследуемое вещество синтезируется из известных молекулярных структур [5, p. 1380–1381].

Один метод может идти за другим, и во втором методе могут использоваться структуры, полученные методом редукции. Оба этих метода дают один и тот же результат, делая это «сверху вниз» при редукции и «снизу вверх» при синтезе. Это напоминает усложненный набор Lego, где получить знание о доме можно, разобрав уже существующий дом на составляющие его блоки («сверху вниз») и собрав его заново с последующим сравнением результатов («снизу вверх»). И при каждом использовании такого метода нет гарантии, что полученный материал (дом, химическая структура) будет идеально совпадать с исходным материалом, имевшимся до редукции. Именно здесь мы видим, как метод порождает категорию – синтез рождает синтетическое. И здесь логичны вопросы, связанные с универсальностью категории: только ли в связи с методом «know-through-making» возможна категоризация синтетического? Где возможно применение этой категории еще? Будут ли ее характеристики одинаковыми в разных случаях? Чтобы ответить на все эти вопросы, потребуется большее количество примеров проявления синтетического.

Обратимся к синтетической биологии. Как и в химии, данная категория проявляется через всё тот же метод, хотя и с некоторыми особенностями, которые заключаются в том, что синтетическое в пределах синтетической биологии в большей степени неотличимо от очень глубокой модификации, нежели в химии. И более того, модификация кажется более перспективной в этой сфере по некоторым причинам. К этому можно добавить возможную выгоду от модификации в сравнении с конструированием с нуля, но это лишь предположение [5, р. 1380–1381]. Но есть хорошая, хоть и сложная, альтернатива, заключающаяся в создании *de novo* белковых структур как хорошей альтернативы естественных элементов в прокариотических и эукариотических системах [6].

С одной стороны, это является созданием с нуля, поскольку клетки с синтетическими белками-регуляторами не тождественны естественным клеткам, ведь у первых возможны новые, отличные белок-белковые взаимодействия. Как следствие, мы будем иметь новую клетку с новыми взаимодействиями, иную клетку. С другой стороны, это можно считать модификацией, поскольку необязательно создание всех элементов системы *de novo*, или, по крайней мере, возможно или эффективно создание некоторых элементов. Вследствие этого мы получим гибрид или полусинтетический механизм регуляции клетки. Но и, помимо этого, есть сложности: возможна биомимикрия (пример с набором Lego), где *de novo* будет создан белок, полностью копирующий естественно эволюционировавший.

Любопытные выводы появляются в исследовании модельной белковой логики (*modular protein logic*). Исследование американских биохими-

миков под руководством З. Чена [3] обнаруживает преимущества созданных с нуля белков перед естественными видами в создании программируемых терапевтических устройств за счет добавления новых возможностей обработки сигнала [3, p. 82]. Исследователи также обнаружили, что поскольку гетеродимеры строительных блоков разрабатываются *de novo*, а не забираются из естественных условий, можно создать гораздо больше компонентов для белковых конструкций, которые будут максимально идентичны друг другу в противоположность естественным аналогам. К тому же синтетические аналоги по сложности приближаются к естественным, добавляя при этом способность генерировать сложные кооперативные блоки [3, p. 82]. Возникает условный феномен биомимикрии. Поскольку созданные *de novo* блоки в точности не повторяют естественно эволюционировавшие по своей сложности, но лишь приближены к ним, что снимает возможность полного замещения естественного синтетическим, то и, соответственно, уничтожается вероятность тождества между ними. По крайней мере, в данном примере. Модификацией эти феномены назвать не представляется возможным исходя из новых функций и взаимодействий в системе «белок–белок». И в то же время мы можем назвать полученное гибридом, поскольку в самом создании белка или блоков *de novo* могут быть использованы как естественные, так и синтетические компоненты [6, p. 337].

Шуммер указывает на некоторые особенности синтетической биологии, в частности на превосходство технических целей над эпистемологическими [4]. Это в значительной степени усложняет задачу исследования применимости категории «синтетическое». Постараемся же рассмотреть ее эпистемологический потенциал отдельно от технического лишь на уровне теоретической рефлексии. В первую очередь обратим внимание на то, что создание для того, чтобы узнать, возможно ли создать, для синтетической биологии бессмысленно и, вероятно, губительно. При таком подходе она просто лишится финансирования. К тому же бессмысленным может быть и отделение эпистемологических целей от практических.

Формирование знания в синтетической биологии начинается с базового блока знаний о том, что живые клетки существуют путем постоянного продуцирования нужных белков, которые, в свою очередь, синтезируются с ДНК и РНК. Однако белки всегда находятся во взаимодействии друг с другом и образуют регуляторную сеть. Эти данные, полученные биологией и предоставленные синтетической биологии, формируют архив белковых взаимодействий, хранящихся в компьютере. К этим данным есть доступ у программ, которые ученые-биологи пишут вручную. Программы компилируются программным обеспечением в функцию схемы

регуляторных белковых сетей, которая представляет собой модели поведения и варианты взаимодействия белка с другими белками. Далее программное обеспечение создает последовательность ДНК, которую позже отдают в лабораторию на ее синтез. После этого ее помещают в клетку, которая воспроизводит функции, когда-то написанные ученым на компьютере [7].

Результаты

Пусть очень упрощенно, но мы получили формулу производства знания в синтетической биологии. Зная это, можно предположить, что синтетическое имеет ту же эпистемологическую ценность, что и естественное, а стало быть, и сама категория не несет ничего нового в сравнении с естественным, за исключением того, что мы теперь знаем, как это создать. В этом смысле эпистемологическое бессилие метода КТМ, которое прослеживается и у Шуммера [4], было бы справедливым. Но ранее мы заметили, что синтетические элементы, пусть и подражая естественным аналогам, способны порождать новые взаимодействия между собой, что принципиально отличает подражателя от далекого оригинала.

Эпистемологическая полезность метода «know-through-making» не ограничивается лишь тривиальным know-how только потому, что создание живой клетки из исключительно синтетических компонентов еще не произошло, а единственное, что может синтетическая биология сейчас, – это строить условно синтетические организмы из полусинтетических биоблоков. Понимание того, как создать полностью синтетический организм, следуя логике Шуммера, не дало бы больших результатов, чем просто know-how.

Категория «синтетическое» таким образом применяется как маркер знания о ступени развития живых организмов. Несовершенные, в полной мере не отвечающие своему названию организмы, попадающие под определение синтетического и отражающиеся в этой категории, закрывают эпистемологическую пустоту между двумя категориями, первая из них характеризуется сравнительными – совершенством, невозможностью создания (пока) и реализованностью, а вторая отражает сравнительное несовершенство, возможность создания и реализованность. Первая категория – «естественное», а вторая, соответственно, «синтетическое». Совершенство здесь следует понимать как высшую степень организации и адаптивности, которая позволяет организму вписываться в определенные условия среды наилучшим образом. Под реализованностью мы понимаем состояние конкретных проявлений синтетического на данный момент, характеризующееся возможностью реализации, осуществления

независимо от источника. И то, что синтетическое есть несовершенная форма естественного, по крайней мере на данный момент, имеет принципиальное значение. Эпистемологические надежды философов оправдываются, несмотря на то, как синтетическая биология относится к созданию организмов или его составляющих. Будь то отношение как к цели или как к средству, эпистемологическую ценность эта деятельность будет лишь накапливать.

Категоризацию синтетического в сформулированном определении Ф. Бьянкини мы считаем достаточно валидной, хоть и несколько проблемной, поскольку она неминуемо порождает промежуточную категорию гибридов, которые не могут быть однозначно отнесены к искусственному или к естественному и полное определение которых еще впереди. Для наиболее точного определения синтетического на данный момент к диффиниции Бьянкини стоит сделать следующее добавление: «представляющее собой зачастую несовершенную функциональную имитацию естественного прототипа и содержащее в себе способность к применению как маркер знания о ступени развития живых организмов».

Отталкиваясь от этого определения, мы проследили и то, в каких областях естествознания обнаруживаются теоретические и инструментальные «компетенции» этой категории. Сферы синтетической биологии, селекции, искусственного интеллекта, химии, биохимии, а также фармакологии и хирургии сильно насыщены феноменами, охватываемыми категорией «синтетическое».

Эта категория может применяться и как олицетворение метода «know-through-making», и как теоретический конструкт, позволяющий осуществлять осмысление феноменов, чей эпистемологический статус не может быть определен однозначно как «естественное», хотя и мимикрирующий под него.

Литература / References

1. Гельфанд М. FAQ: Минимальный геном // Постнаука. – М., 2012. – URL: <https://postnauka.org/faq/6558> (дата обращения: 13.08.2024).
Gelfand M. FAQ: Minimal'nyi genom [FAQ: Minimal genome]. *Postnauka*. Moscow, 2012. Available at: <https://postnauka.org/faq/6558> (accessed 13.08.2024).
2. Bianchini F. A New Definition of “Artificial” for Two Artificial Sciences. *Foundations of Science*, 2021, vol. 28 (1), pp. 401–417.
3. Chen Z., Kibler R.D., Hunt A., et al. De novo design of protein logic gates. *Science*, 2020, vol. 368 (6486), pp. 78–84. DOI: 10.1126/science.aay2790.
4. Schummer J. Knowing-through-Making in Chemistry and Biology: A Study of Comparative Epistemology. *Hyle – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 2021, vol. 27 (1), pp. 117–142.

5. Service R.F. Synthetic microbe has fewest genes, but many mysteries. *Science*, 2016, vol. 351 (6280). DOI: 10.1126/science.351.6280.1380.
6. Tang T.C., An B., Huang Y., et al. Materials design by synthetic biology. *Nature Reviews Materials*, 2021, vol. 6 (4), pp. 332–350. DOI: 10.1038/s41578-020-00265-w.
7. Voit C. Genetic Circuits: Programming Living Bacteria. *Ibiology*, 2015. Available at: <https://www.ibiology.org/bioengineering/genetic-circuits/> (accessed 13.08.2024).
8. Wen J.Y., Liu C.F., Chung M.T., et al. Artificial intelligence model to predict pregnancy and multiple pregnancy risk following in vitro fertilization-embryo transfer (IVF-ET). *Taiwanese Journal of Obstetrics and Gynecology*, 2022, vol. 61 (5), pp. 837–846. DOI: 10.1016/j.tjog.2021.11.038.

Статья поступила в редакцию 16.11.2023.

Статья прошла рецензирование 30.11.2023.

The article was received on 16.11.2023.

The article was reviewed on 30.11.2023.