

УДК 167.7

DOI:

10.15372/PS20180307

Е.А. Безлепкин

ПОНЯТИЕ «ЖИЗНЬ» КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ КАТЕГОРИЯ

В статье показано, что понятие «жизнь» является фундаментальным не только для биологии, но и для физики. Рассмотрены попытки ученых определить это понятие в более общих научных (физических) категориях, чем категории биологии. К таким категориям относятся «информация» и «энтропия», с помощью которых жизнь рассматривается как объективно существующая структура. Классифицированы фундаментальные физические признаки, присущие понятию «жизнь».

Ключевые слова: информация; знание; структура; энтропия; жизнь; Лоренц; Шредингер; Дойч

E.A. Bezlepkin

THE CONCEPT OF «LIFE» AS A FUNDAMENTAL PHYSICAL CATEGORY

The article shows that the concept of «life» is fundamental not only for biology, but also for physics. We consider scientists' attempts to define this concept through more general scientific categories than categories of biology. Such categories include information and entropy which help to treat life as an objectively existing structure. The article classifies fundamental physical features inherent in the concept of «life».

Keywords: information; knowledge; structure, entropy; life; Lorentz; Schrödinger; Deutsch

Введение

Как правило, понятие «жизнь» определяется путем соглашения о некотором неуниверсальном наборе признаков, который принимается с теми или иными оговорками большинством ученых. Довольно точно эту ситуацию описал Д. Дойч: «Моим одноклассникам и мне приходилось учить наизусть множество “характеристик живых организмов”. Все они были просто описательными. Они мало касались фундаментальных концепций. Вероятно, *перемещение*

было одной из таких характеристик – неясным эхом идеи Аристотеля, – однако среди них были и *дыхание*, и *выделение*. Также присутствовали *воспроизведение*, *рост* и незабвенно названная *раздражимость*, которая значит, что если вы окажете воздействие на что-либо, то оно окажет ответное воздействие. Этим мнимым характеристикам не хватало ясности и глубины, более того, точностью они тоже не отличались... С другой стороны, вирусы не дышат, не растут, не выделяют и не движутся (пока на них не окажут воздействие), но они живые. Бесплодные люди не размножаются, и, тем не менее, они живые» [3, с. 173].

Каждый признак в отдельности присущ не только живой природе, но и неживой. Как только мы находим у исследуемого объекта минимально возможный набор атрибутов живого, мы говорим, что этот объект живой. О возможности выделения сущностного или единственного признака живого говорить пока что не приходится.

Таким образом, «мы вынуждены признать, что не можем дать строгого определения, что же такое жизнь, и не можем сказать, как и когда она возникла. Все, что мы можем, – это перечислить и описать те признаки живой материи, которые отличают ее от неживой» [2, с. 3].

Признаки жизни как биологического феномена

Основываясь на монографиях некоторых авторов [4; 6; 9], выделим некоторый достаточно распространенный набор признаков, которые присущи живому. Это упорядоченная структура, открытость системы, реагирование на внешние воздействия, запоминание информации и адаптация, изменение и усложнение, генный состав и репликация, обмен веществ, направленная подвижность, неравновесность состояния.

Ф. Крик описал эти признаки в совокупности: «Система должна уметь свободно копировать как свои собственные инструкции, так и косвенно любой механизм, необходимый для их выполнения. Репликация генетического материала должна быть довольно точной, но мутаций – ошибок, которые можно верно скопировать, – должен быть очень небольшой процент. Ген и его “продукт” должны храниться довольно близко друг от друга. Система непременно является открытой и должна иметь запас исходного материала и, тем или иным образом, запас свободной энергии» [6, с. 44]. К этому

необходимо добавить несколько требований к генетическому материалу: «Эти структуры должны не только содержать информацию, а именно они не должны быть полностью регулярными, но их информационное содержание должно легко и точно копироваться, и, что еще важнее, информация должна быть устойчивой» [6, с. 48].

По нашему мнению, существует единственный способ минимизации количества этих критериев, который заключается в том, чтобы найти такое живое существо, которое будет стоять на «границе» между тем, чтобы признать его живым, и тем, чтобы признать его неживым. К таким организмам мы отнесем вирусы и плазмиды. Здесь не может быть никакого строго научного доказательства, потому что мы движемся индуктивным путем, выводя понятие «жизнь» с помощью анализа тех объектов, которые мы считаем живыми «в минимальной степени». Мы можем только сослаться на мнение ученых, что вирусы характеризуются как «организмы на границе живого» [13, р. 1].

Итак, нам предстоит на основе знания о вирусах попытаться минимизировать вышеприведенный список признаков живого, при этом необходимо, чтобы получившийся новый список не сделал «живой», скажем, компьютерную программу или объекты генетических алгоритмов.

Упорядоченная структура. «Вирусная частица – это структура, которая очень хорошо приспособлена для переноса нуклеиновой кислоты от одной клетки к другой. По сути она представляет собой внеклеточную органеллу» [1, с. 54]. Два важных свойства вирусов - заключаются в том, что расположение их субъединиц симметрично, а их частицы собираются из отдельных субансамблей. Форма вирусов может варьировать от простой спиральной и икосаэдрической до более сложных структур, но говоря, вирусные частицы симметричны. Почему живой организм должен находиться в упорядоченном состоянии? Вероятно, из-за свойства динамического равновесия, которое требуется для того, чтобы все части организма работали согласованно. На языке физики структурность системы есть проявление низкой энтропии этой системы.

Открытость системы. Существует по крайней мере три типа систем: закрытая система, которая может обмениваться с окружающей средой только теплом и энергией; изолированная система; открытая система, которая обменивается с окружающей средой энергией и веществом. Предположим, что изолированных систем

физически в природе не существует ввиду принципа причинной связи явлений или принципа всеобщей взаимосвязи явлений. Вирусы в данном случае представляют собой закрытые системамы вне клеток и открытые системы в клетках.

Реагирование на внешние воздействия (раздражимость). В биологии вводится специальное понятие – «тропизм», которое обозначает реакцию ориентирования клетки относительно раздражителя. Органный тропизм свойствен вирусам в высокой степени. Для того чтобы заразить клетку, «вирион должен связаться с клеточной поверхностью, проникнуть в клетку и «раздеться» до такой степени, чтобы его геном стал доступен для вирусного или хозяйского аппарата, обеспечивающего транскрипцию или трансляцию» [1, с. 127], т.е. проявить активность и раздражимость.

Запоминание информации и адаптация. Адаптация – приспособление организма к условиям окружающей среды в процессе эволюции. Адаптация связана с такими свойствами организма, как изменение и упорядоченность. Вирусы имеют свой набор генов, который реплицируется в инфицированных клетках. При этом происходят спонтанные мутации, которые могут вызывать изменения генов вируса, в частности повышать или понижать его адаптацию. Это означает, что вирусы эволюционируют путем естественного отбора.

Изменение (мутация). Как уже было сказано, при репликации вирусов возникают спонтанные мутации. Возможность тех или иных мутаций зависит от генотипа и предшествующего хода эволюции.

Репликация. Для того чтобы жизнь продолжалась, организму необходимо иметь способность к репликации, т.е. к копированию своего генетического материала. Логически возможно представить бессмертный организм, у которого нет необходимости в репликации. С другой стороны, одноклеточные организмы можно считать в некотором роде «бессмертными», поскольку их репликация заключается в делении, в результате которого образуется два новых организма. Репликация вирусов подразумевает прежде всего репликацию генома. Отметим, что вирусы способны размножаться, создавая собственные копии путем самосборки.

Обмен веществ. Обменом веществ называют набор химических реакций, который обеспечивает жизнедеятельность клетки. Как мы уже отметили, любая открытая система характеризуется обменом веществ со средой, чтобы находиться в состоянии динамиче-

ского равновесия. У вирусов нет собственного обмена веществ, поскольку они являются неклеточной формой жизни. Для репликации им необходима клетка-хозяин. Признак «открытость системы» идентичен признаку «обмен веществ». Многие авторы выделяют оба признака, однако открытая система и характеризуется обменом веществ со средой. То есть первое свойство является причиной второго.

Направленная подвижность. Существуют неподвижные организмы, например вирусы, бактерии, полипы, губки. Некоторые из них движутся за счет действия броуновского движения в среде.

Динамическое равновесие (гомеостаз). Под гомеостазом понимают способность открытой системы сохранять свою упорядоченную структуру, поддерживать постоянство параметров посредством обмена веществ, если мы говорим о живых существах. Гомеостаз коррелирует с тремя состояниями живого организма: стремлением к равновесию, нестабильностью, непредсказуемостью. Поддержание организма в упорядоченном состоянии требует «энергии», поэтому организму необходимо взаимодействовать со средой и добывать из нее «энергию».

В ходе анализа мы показали, что во-первых, некоторые признаки можно исключить из общей схемы, во-вторых, можно классифицировать признаки как более или менее фундаментальные и, в-третьих, признаки можно связать при помощи иерархической организации.

Нам кажется, можно выделить три признака жизни, которые будем считать сущностными. Это гомеостаз, репликация и адаптация. Для связи соответствующих понятий предлагаем следующую схему, приведенную ниже:

Гомеостаз	Репликация
структурность	
Открытость	Изменение
Адаптация	

Фундаментальность понятия «жизнь»

Фундаментальность понятия можно трактовать двояко: во-первых, как «начальное место» в цепочке логического вывода (например, понятия точки, прямой и плоскости являются таковыми для

геометрии Евклида); во-вторых, как неустранимость тех концепций из соответствующей предметной области, которые заложены в понятии.

В подтверждение фундаментальности понятия «жизнь» для физики во втором смысле приведем цитату из книги Д. Дойча «Структура реальности»: «Космологи Джон Барроу и Фрэнк Типлер рассмотрели астрофизические следствия, которые имела бы жизнь, если бы она выжила в течение долгого времени после того, когда Солнце могло бы во всем остальном стать красным гигантом. Они обнаружили, что жизнь, в конечном итоге, внесла бы грандиозные качественные перемены в структуру Галактики, а впоследствии, и в структуру всей вселенной. Итак, еще раз, любая теория структуры вселенной во всех стадиях, за исключением самых ранних, должна принимать во внимание то, что будет или чего не будет делать жизнь к тому времени. Этого нельзя избежать: будущая история вселенной зависит от будущей истории знания. Астрологи всегда верили, что космические события влияют на дела людей: наука в течение многих веков считала, что ни космос не влияет на людей, ни люди на космос. Теперь мы понимаем, что дела людей влияют на космические события» [3, с. 188]

Физические категории, связанные с понятием «жизнь»

Ниже опишем идеи трех ученых – Э. Шредингера, К. Лоренца и Д. Дойча, которые находят интересные связи между понятием «жизнь» и такими фундаментальными понятиями, как «энтропия», «структура», «информация», «адаптация», «знание». Интересным образом оказывается, что их идеи перекликаются между собой, что мы попытаемся показать ниже.

Идеи Э. Шредингера (жизнь как проявление низкой энтропии). Шредингер обращается к исследованию сущности жизни с позиций термодинамики. Термодинамика изучает способы передачи и превращения энергии в макроскопических системах. Одному макросостоянию можно сопоставить некоторое количество микросостояний. Например, газ в сосуде, характеризующийся определенными давлением, температурой, объемом, – это макросостояние. Детализация местоположений и импульсов молекул газа – это микросостояние. Молекулы газа могут быть распределены в сосуде по

разному. Это есть набор микросостояний системы. Шредингер использует понятие энтропии для описания сущности процессов жизнедеятельности.

Под энтропией можно понимать меру вероятности реализации какого-либо макроскопического состояния. Чем большее число состояний системы существует, тем выше энтропия. Или, иначе, чем выше вероятность существования данной системы, тем выше значение энтропии. По Шредингеру, «жизнь – это упорядоченное и закономерное поведение материи, основанное не только на одной тенденции переходить от упорядоченности к неупорядоченности, но и частично на существовании упорядоченности, которая поддерживается все время» [11, с. 73].

Далее Шредингер характеризует с помощью понятия энтропии процесс жизнедеятельности: «Что же тогда составляет то драгоценное нечто, содержащееся в нашей пище, что предохраняет нас от смерти? На это легко ответить. Каждый процесс, явление, событие (назовите это, как хотите), короче говоря, все, что происходит в Природе, означает увеличение энтропии в той части Вселенной, где это имеет место. Так и живой организм непрерывно увеличивает свою энтропию... и, таким образом, приближается к опасному состоянию максимальной энтропии, представляющему собой смерть. Он может избежать этого состояния... только постоянно извлекая из окружающей его среды отрицательную энтропию... Отрицательная энтропия – это то, чем организм питается. Или, чтобы выразить это менее парадоксально, существенно в метаболизме то, что организму удается освободиться от всей той энтропии, которую он вынужден производить, пока жив» [11, с. 75].

По Шредингеру, организму как упорядоченной системе, чтобы быть живым, необходимо находиться в состоянии порядка, которое характеризуется низкой энтропией. Для этого надо поглощать из внешней среды объекты с низкой энтропией, т.е. такие же упорядоченные объекты, как и сам организм (т.е. другие живые объекты). «Средство, при помощи которого организм поддерживает себя постоянно на достаточно высоком уровне упорядоченности... состоит в непрерывном извлечении упорядоченности из окружающей его среды» [11, с. 78].

В заключение Шредингер говорит о структурности живого: «Сходство между часовым механизмом и организмом. Оно... сводится к тому, что в основе последнего лежит твердое тело – апериио-

дический кристалл, образующий наследственное вещество, не подверженное воздействию беспорядочного теплового движения» [11, с. 87]. То есть познавательный аппарат, в данном случае – генетический код, заложенный в молекуле ДНК, понимается Шредингером как нечто типа кристаллической системы в смысле ее структурности.

Идеи К. Лоренца (жизнь как информация). По Лоренцу, «получение и накопление информации, существенной для сохранения вида, – столь же фундаментальная функция всего живого, как получение и накопление энергии» [7, с. 268]. Под знанием он понимает ту часть информации, которая нужна для адаптации организма к среде. «Поскольку геном приобретает знание посредством испытания и сохранения наиболее подходящего, в живой системе возникает отображение реального внешнего мира» [7, с. 264].

Адаптация, в понимании Лоренца, – это способность отображать реальный мир при условии исследовательского взаимодействия между формой жизни и миром. «Уже в развитии строения тела, в морфогенезе возникают образы внешнего мира: плавники рыбы и ее способ движения отражают гидродинамические свойства воды, которыми вода обладает независимо от того, загребает ли ее плавники» [7, с. 248].

Каким образом накапливается знание у организма? Так же, как и в науке, как и везде в мире – методом проб и ошибок. «Только механизм генома с его методом проб и ошибок в состоянии не только приобретать информацию, но и накапливать ее. Количество приобретаемой и сохраняемой таким образом информации почти безгранично, но время, необходимое для того, чтобы вновь полученное знание привело к полезным для сохранения вида последствиям, соответствует по меньшей мере жизни поколения» [7, с. 299]. Таким образом, организм накапливает то, что мы можем назвать ценной информацией, а именно: «значение исследовательского поведения для сохранения вида состоит в приобретении объективного знания» [7, с. 392].

Если говорить об отличии животных от человека, то Лоренц, на наш взгляд, довольно четко проводит границу, связывая ее с явлением и механизмом передачи знания, следующим образом: «...Возможность передачи знания зависит от наличия объекта, к которому относится это знание. Лишь понятийное мышление и словесный язык человека делают передачу традиционного знания неза-

висимой от объекта – с помощью образования свободных символов. Такая независимость была предпосылкой накопления знания и его превращения в традицию, что свойственно лишь человеку» [7, с. 392].

Подводя черту под своими высказываниями, Лоренц приходит к довольно интересной идее о связи между жизнью, познавательным процессом и материальными структурами, способными накапливать информацию: «Жизнь в некотором определяющем аспекте своей сущности есть познавательный процесс и ее... возникновение означает возникновение структуры, способной получать и хранить информацию и в то же время устроенной таким образом, что она может захватывать из потока рассеивающейся мировой энергии достаточное количество горячего, чтобы питать им пламя познания» [7, с. 395].

Идеи Д. Дойча (жизнь как знание). Идеи Дойча базируются на представлениях о репликации, адаптации и информации. Под репликатором понимается «любой объект, который побуждает определенные среды его копировать» [3, с. 173]. Ген функционирует как репликатор в определенной среде и характеризуется степенью адаптации к ней. Дойч определяет эту степень: «...Если большая часть вариантов репликатора не сумеет побудить большую часть сред ниши к копированию репликатора, значит, наша форма репликатора является веской причиной своего собственного копирования в этой нише, что мы и имеем в виду, когда говорим, что он в высшей степени адаптирован к нише. С другой стороны, если большинство вариантов репликатора будут копироваться в большинстве сред ниши, значит, форма нашего репликатора не слишком важна: копирование все равно произойдет. В этом случае наш репликатор делает небольшой причинный вклад в свое копирование, и его нельзя назвать высоко адаптированным к этой нише» [3, с. 176].

Понятие «степень адаптации» у Дойча, как и у Лоренца, коррелирует с понятием «знание». Дойч указывает, что «гены содержат знание о своих нишах» [3, с. 182]. Таким образом, оказывается, что в процессе эволюции важен не организм как среда, передающая гены, и даже не репликаторы – непосредственные агенты эволюции, а знание, которое передается с помощью обеих структур.

«Общим фактором между репликантными и нерепликантными генами является *выживание знания*, а не обязательно гена или любого другого физического объекта. Поэтому, строго говоря, к

нише адаптируется или не адаптируется какая-то часть знания, а не физический объект. Если адаптация происходит, то у этого знания появляется свойство: однажды реализовавшись в этой нише, знание будет стремиться оставаться там... Нерепликантное знание также может успешно реализовываться в *различных* физических формах, как, например, когда запись классического звука переводится с виниловой пластинки на магнитную ленту, а потом на компакт-диск» [3, с. 183]. Таким образом, можно дать определение адаптации непосредственно на основе знания: «объект адаптируется к своей нише, если реализует знание, заставляющее эту нишу сохранять существование этого знания» [3, с. 184].

Дойч является пропагандистом эвереттовской интерпретации квантовой механики, которая описывает мир как мультиверс, т.е. бесконечное количество параллельных вселенных. Он пишет следующее: «Мы видим, что древняя идея о том, что живая материя имеет особые физические свойства, почти истинна: физически особенна не живая материя, а материя, *несущая знание*. В одной вселенной она выглядит нерегулярно; во всех вселенных она имеет регулярную структуру» [3, с. 193]. Далее Дойч поясняет свою мысль: структуры, переносящие знание, «регулярны во многих близлежащих вселенных, тогда как все “негены”, отрезки дефективной последовательности, нерегулярны. Что касается степени адаптации гена... Гены с лучшей адаптацией будут иметь одну и ту же структуру в более обширном диапазоне вселенных – у них будут более крупные “кристаллы”» [3, с. 195].

Возможные определения понятия жизни

На прикладном уровне фундаментальность понятия «жизнь» заключается в сведении его к таким базовым физическим и философским понятиям, как «энтропия», «информация» и «знание». Ни же мы хотим выделить некоторые попытки ученых свести понятие «жизнь» к этим базовым понятиям.

«Энтропийные» понятия:

«Живыми называются системы, которые способны самостоятельно поддерживать свою очень высокую степень упорядоченности в среде с меньшей степенью упорядоченности» [9, с. 12]

«Жизнь – это упорядоченное и закономерное поведение материи, основанное не только на одной тенденции переходить от

упорядоченности к неупорядоченности, но и частично на существовании упорядоченности, которая поддерживается все время» [11, с. 73]

Жизнь – это «высокоустойчивое состояние вещества, используемое для выработки сохраняющих реакций информацию, кодируемую состояниями отдельных молекул» [8].

«Информационные» понятия:

«Жизнь состоит в физической реализации знания... Физически особенна не живая материя, а материя, несущая знание. В одной вселенной она выглядит нерегулярно; во всех вселенных она имеет регулярную структуру» [3, с. 193].

«Жизнь в некотором определяющем аспекте своей сущности есть познавательный процесс и ее возникновение означает возникновение структуры, способной получать и хранить информацию и в то же время устроенной таким образом, что она может захватывать из потока рассеивающейся мировой энергии достаточное количество горячего, чтобы питать им пламя познания» [7, с. 395].

В заключение предложим собственное определение понятия «жизнь», основанное на «энтропийных» и «информационных» определениях и дополненное всем тем, о чем мы писали выше: *жизнь – это низкоэнтропийное, структурно упорядоченное, динамически равновесное состояние вещества, способное получать, хранить, физически реализовывать и передавать информацию, необходимую для адаптации к окружающей среде, посредством копирования своих элементов.*

Литература

1. *Вирусология*: В 3 т. / Под ред. Б. Филдса, Д. Найпа. – М.: Мир, 1989. – Т. 1. – 492 с.
2. *Грин Н., Стаут У., Тейлор Д.* Биология: В 3 т. – М.: Мир, 1990. – Т. 1. – 368 с.
3. *Дойч Д.* Структура реальности. – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2001. – 400 с.
4. *Иваницкий Г.Р.* XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики? // Успехи физических наук. – 2010. – Т. 180, № 4.
5. *Кастлер Г.* Возникновение биологической организации. – М.: Мир, 1967. – 90 с.
6. *Крик Ф.* Жизнь как она есть: ее зарождение и сущность. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 160 с.
7. *Лоренц К.* Обратная сторона зеркала. – М.: Республика, 1998. – 393 с.

8. *Ляпунов А.А.* Об управляющих системах живой природы и общем понимании жизненных процессов // Проблемы кибернетики. – 1963. – Вып. 10. – С. 179–193.
9. *Основы общей биологии* / Гюнтер Э., Кемпфе Л., Либберт Э. и др.; под общ. ред. Э. Либберта. – М.: Мир, 1982. – 440 с.
10. *Чернавский Д.С.* Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики // Успехи физических наук. – 2000. – Т. 170, № 2. – С. 157–183.
11. *Шредингер Э.* Что такое жизнь? Физический аспект живой клетки. – Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 1999. – 92 с.
12. *Яковлев В.А.* Жизнь как метафизическая проблема современной физики // Философия науки. – 2012. – № 1 (52). – С. 81–95.
13. *Mahy B.W.J., Van Regenmortel M.H.V.* Desk Encyclopedia of General Virology. – Oxford, UK: Academic Press, 2009.

References

1. *Fields, B. & D. Knipe* (Eds.). (1989). *Virusologiya: V 3 t.* [Virology: In 3 vol.], Vol. 1. Moscow, Mir Publ., 492. (In Russ.).
2. *Green, N., W. Stout & D. Taylor.* (1990). *Biologiya: V 3 t.* [Biology: In 3 vol.], Vol. 1. Moscow, Mir Publ., 368. (In Russ.).
3. *Deutsch, D.* (2001). *Struktura realnosti [The Fabric of Reality].* Izhevsk, Reguljarnaya i Khaoticheskaya Dinamika [R&C Dynamics] Publ., 400. (In Russ.).
4. *Ivanitskiy, G.R.* (2010). XXI vek: chto takoe zhizn s tochki zreniya fiziki? [The XXI century: what is life in terms of physics?]. *Uspekhi fizicheskikh nauk [Advances in Physical Sciences]*, Vol. 180, No. 4.
5. *Quastler, H.* (1967). *Voznikovenie biologicheskoy organizatsii [The Emergence of Biological Organization].* Moscow, Mir Publ., 90. (In Russ.).
6. *Crick, F.* (2002). *Zhizn kak ona est: ee zarozhdenie i sushchnost [Life Itself: Its Origin and Nature].* Moscow, Institute of Computer Science, 160. (In Russ.).
7. *Lorentz, K.* (1998). *Oborotnaya storona zerkala [Behind the Mirror: A Search for a Natural History of Human Knowledge].* Moscow, Respublika Publ., 393. (In Russ.).
8. *Lyapunov, A.A.* (1963). *Ob upravlyayushchikh sistemakh zhivoy prirody i obshchem ponimanii zhiznennykh protsessov [On control systems of living nature and general understanding of life processes].* In: *Problemy kibernetiki [Problems of Cybernetics]*, Iss. 10, 179–193.
9. *Libbert, E.* (Ed.), *E. Günter, L. Kampfe et al.* (1982). *Osnovy obshchey biologii [Compendium of General Biology].* Moscow, Mir Publ., 440. (In Russ.).
10. *Chernavskiy, D.S.* (2000). *Problema proiskhozhdeniya zhizni i myshleniya s tochki zreniya sovremennoy fiziki [The problem of the origin of life and thinking from the point of view of modern physics].* *Uspekhi fizicheskikh nauk [Advances in Physical Sciences]*, Vol. 170, No. 2, 157–183.
11. *Schrödinger, E.* (1999). *Chto takoe zhizn? Fizicheskiy aspekt zhivoy kletki [What is life? The physical aspect of a living cell].* Izhevsk, Reguljarnaya i Khaoticheskaya Dinamika [R&C Dynamics] Publ., 92. (In Russ.).
12. *Yakovlev, V.A.* (2012). *Zhizn kak metafizicheskaya problema sovremennoy fiziki [Life as a metaphysical problem of modern physics].* *Filosofiya nauki [Philosophy of Science]*, 1 (52), 81–95.
13. *Mahy, B.W.J. & M.H.V. Van Regenmortel.* (2009). *Desk Encyclopedia of General Virology.* Oxford, UK, Academic Press.

Информация об авторе

Безлепкин Евгений Алексеевич – кандидат философских наук, младший научный сотрудник, Институт философии и права СО РАН (630090, г. Новосибирск, ул. Николаева 8, e-mail: evgeny-bezlepkin@mail.ru)

Information about the author

Bezlepkin Evgeniy Alekseevich – Candidate of Sciences (Philosophy), the junior scientific worker, Institute of Philosophy and Law, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (8 Nikolaeva str., Novosibirsk, 630090, Russia, e-mail: evgeny-bezlepkin@mail.ru)

Дата поступления 19.06.2018