

УДК 004.827

СТРУКТУРА МЕТОДОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М.В. Белов¹, Д.А. Новиков²

¹Комания ИБС, Москва, Россия
mbelov@ibs.ru

²Институт проблем управления Российской академии наук, Москва, Россия
novikov@tushino.com

Аннотация

Работа посвящена изложению концепции методологии комплексной деятельности, развивающей общую методологию на случай любой сложной (имеющей нетривиальную многоуровневую внутреннюю структуру) человеческой деятельности. Рассматриваются структурные элементы комплексной деятельности, конструктивно описываются её логическая, причинно-следственная и процессная структуры. Значительное внимание уделяется организации и управлению, неопределённости, а также жизненным циклам деятельности, её субъектов, предметов, ресурсов, знаний и технологий. Использование системы согласованных формальных моделей обеспечивает практическую применимость результатов как специалистами-практиками, так и учёными, занимающимися исследованиями общих принципов организации деятельности (практической, научной и др.) и управления организационно-техническими системами. Впервые предложен формализм описания сложной деятельности вместе с субъектом – организационно-технической системой. Разработаны формальные модели организации и управления как комплексной деятельности.

Ключевые слова: комплексная деятельность, неопределённость, организация, управление.

Цитирование: Белов, М.В. Структура методологии комплексной деятельности / М.В. Белов, Д.А. Новиков // Онтология проектирования. – 2017. – Т.7, №4(26). – С.366-387. – DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-4-366-387.

Введение

В книге [1] с позиций системного анализа в логике современного проектно-технологического типа организационной культуры изложены основы методологии как учения об организации деятельности (научной [2], практической [1], художественной [3], учебной [4] и игровой [5]).

Разработке единой теории *комплексной деятельности* (КД) в виде последовательности утверждений и совокупности общих и универсальных её моделей посвящена книга [6], которая продолжает методологическое направление [1]. С одной стороны, КД рассматривается как интегрированная совокупность единообразно описываемых элементов, каждый из которых в общем случае может быть декомпозирован. С другой стороны, КД рассматривается как сложная система. Она опирается на методы *теории систем* (Systems Science) и её прикладного расширения - *системотехники* (Systems Engineering) и развивает их подходы [7, 8]. В общем случае субъектами и предметами КД являются *организационно-технические системы* (ОТС - сложная система, включающая людей, и, быть может, технические и природные элементы).

Настоящая работа посвящена изложению структуры методологии КД и включает описание взаимосвязи общей методологии (ОМ) и методологии КД (разделы 1-2 и 11-12), а также корпуса основных результатов методологии КД (разделы 3-10).

1 Общая методология

Методология – учение об организации *деятельности* (деятельность – целенаправленная активность человека) [1]. Организовать деятельность означает упорядочить её в целостную систему с чётко определёнными характеристиками, логической структурой и процессом её осуществления – *временной структурой*.

Логическая структура включает в себя следующие компоненты: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы деятельности, её результат. Внешними по отношению к этой структуре являются следующие *характеристики деятельности*: особенности, принципы, условия, нормы.

Исторически известны разные типы культуры организации деятельности. Современным является проектно-технологический тип, который состоит в том, что продуктивная деятельность человека (или организации) разбивается на отдельные завершённые циклы, которые называются *проектами*. Процесс осуществления деятельности в [1] предложено рассматривать в рамках проекта, реализуемого в определённой временной последовательности по фазам, стадиям и этапам, причём последовательность эта является общей для всех видов деятельности. Завершённость цикла деятельности (проекта) определяется тремя фазами:

- 1) *фаза проектирования*, результатом которой является построенная модель создаваемой системы и план её реализации;
- 2) *технологическая фаза*, результатом которой является реализация системы;
- 3) *рефлексивная фаза*, результатом которой является оценка реализованной системы и определение необходимости её дальнейшей коррекции или «запуска» нового проекта.

В [1] предложена следующая *схема методологии*:

- характеристики деятельности: особенности, принципы, условия и нормы деятельности;
- логическая структура деятельности: субъект, объект, предмет, формы, средства, методы, результат деятельности;
- временная структура деятельности: фазы, стадии, этапы деятельности.

Такое понимание и построение методологии позволяет с единых позиций и в единой логике обобщить различные имеющиеся в литературе подходы и трактования понятия «методология» и его использование в самых разнообразных видах деятельности.

ОМ рассматривает деятельность в виде совокупности *процессуальных компонентов* (см. рисунок 1 [1, с. 31], основная терминология определена в [9]), обобщающих и структурирующих психологическую *теорию деятельности* (Activity Theory) [10], интенсивно развивавшуюся в середине XX века и ставшую общепризнанной основой многих современных разделов теории управления ОТС – см. обзоры в [11, 12].

Процессуальными компонентами деятельности являются [1]: потребность, цель, задачи, технология (в т.ч. - формы, средства и методы деятельности), действие и результат деятельности («процессные» связи между ними показаны на рисунке 1 жирными стрелками). Внешними по отношению к этой совокупности являются следующие *характеристики деятельности*: особенности, принципы, критерии, условия и нормы. *Субъект деятельности* (кто осуществляет деятельность) и *предмет деятельности* (что изменяется в процессе деятельности) являются ключевыми категориями, без которых описание деятельности заведомо неполно. В рамках психологической теории деятельности С.Л. Рубинштейна - А.Н. Леонтьева [10, 13] (см. обзоры в [14-16]), рассматривающей деятельность человека или групп¹ [17], деятель-

¹ Использование понятия «деятельность» для ОТС является непривычным с точки зрения психологии, которая традиционно считает, что деятельность – активность человека (действия могут совершать либо люди, либо животные). Тем не менее, ОТС включают людей, поэтому, говоря о «деятельности ОТС» будем подразумевать именно их деятельность, а для «технических» составляющих использовать термины «функционирование», «работа» и т.п.

ность имеет трёхуровневую структуру: *деятельность – действие – операция – психофизиологические функции* (деятельность определяется мотивом, действие - целью, ция - конкретными условиями её осуществления).

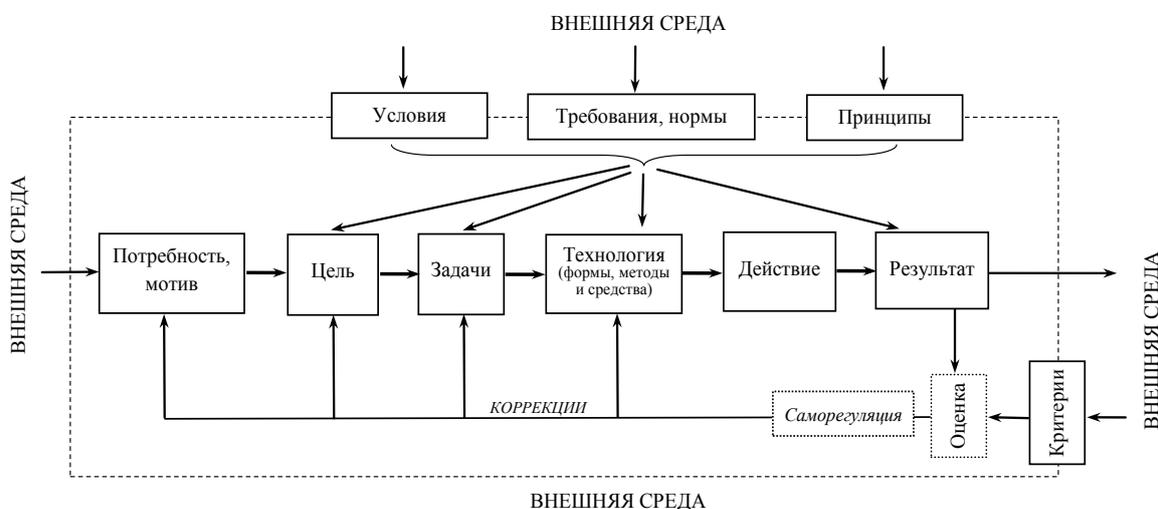


Рисунок 1 - Процессуальные компоненты деятельности [1]

Зарубежный последователь школы крупнейшего советского психолога А.Н. Леонтьева – финский психолог и педагог Ю. Энгестрём [18]. На его неиерархическую структуру деятельности [15, с. 78] ссылаются почти все современные исследования по теории деятельности – см., например [19]. Вряд ли деятельность сложной ОТС можно описать трёхуровневой схемой А.Н. Леонтьева или «сетевой» структурой Ю. Энгестрёма. Поэтому востребованы многоуровневые иерархические модели деятельности, позволяющие единообразно описывать её сложную структуру, оперировать с её элементами, в т.ч. в их динамике и развитии.

2 Элементарная и комплексная деятельности

В современной методологии [1] представление процессуальных компонентов деятельности (см. рисунок 1) не предполагает декомпозиции целей, технологии и результата деятельности и не содержит соответствующих процедур. Описание результата или технологий в виде недетализируемых и неструктурируемых объектов существенно сужает применимость данного подхода для исследования практически интересных нетривиальных примеров деятельности. Например, представление деятельности по разработке модели автомобиля или стиральной машины, или любого другого сложного технического объекта, по его производству, продажам, сервису и т.д. на уровне абстракции (рисунок 1) не позволит получить какие-либо конструктивные и операциональные результаты, полезные для анализа рассматриваемой деятельности или создания системы управления ею.

Поэтому введём понятия элементарной и КД. Под *элементарной* будем понимать такую деятельность, цели, технологии и результат которой не имеют собственной нетривиальной внутренней структуры (или, согласно принципу обобщения и абстрагирования, введение такой структуры не даёт дополнительного знания, качественно нового эффекта). Характеристиками элементарной деятельности является в т.ч. то, что выполнены три условия:

- 1) технология деятельности не изменяется в течение деятельности, сама деятельность имеет рамки, чётко определённые для наблюдателя (исследователя, субъекта деятельности, потребителя);

- 2) предмет деятельности единственный и изменяется в её процессе согласно технологии (что и составляет цель деятельности), но не изменяет своего места и роли в контексте (не изменяются требования к предмету деятельности);
- 3) субъект, осуществляющий деятельность, единственен, чётко определён и ограничен, и также не трансформируется в процессе осуществления деятельности.

В случае элементарной деятельности структура рисунка 1 достаточна для описания самой деятельности, и нет необходимости рассматривать субъект и предмет вместе с собственно деятельностью – они играют роль понятного контекста (в течение периода деятельности эволюционирует только предмет в соответствии с используемой субъектом технологией). Поэтому ОМ [1] можно условно назвать *методологией элементарной деятельности*.

В противоположность этому деятельность, не являющаяся элементарной, в [6] предложено называть *комплексной*. То есть, КД – деятельность, обладающая нетривиальной внутренней структурой, с множественными и/или изменяющимися целями, субъектом, технологией, ролью предмета в его целевом контексте. КД может быть и научная, и практическая, и художественная и др.

Разнообразие элементов КД позволяет выделить среди них несколько характерных групп. Прежде всего, это элементы «*основной деятельности*», то есть непосредственно направленной на изменение *предмета*, на достижение конечной цели. Две другие группы образуют элементы, относящиеся к *управлению* и *организации* (как деятельности). Наконец, к четвёртой группе целесообразно относить элементы «*вспомогательной деятельности*», цели которых связаны с процессуальными компонентами других элементов деятельности, прежде всего с технологией и ресурсами. Очевидно, введённая типология является относительно условной, потому что в каждом конкретном случае будут существовать элементы, которые по различным признакам могут быть отнесены к различным классам (в частности, все элементы КД относятся к «основной деятельности», так как, в конечном счёте, обеспечивают достижение именно её целей).

3 Методология комплексной деятельности: актуальность и основные результаты

В силу названных особенностей КД она рассматривается вместе с осуществляющим её субъектом (как правило, являющимся сложной ОТС). Соответственно, теорию, излагаемую в [6] в виде последовательности утверждений и интегрированной системы моделей и являющаяся учением об организации КД, авторы назвали *методологией комплексной деятельности* (МКД), которая развивает ОМ [1] на случай КД.

МКД обеспечивает систематизированный базис для решения таких задач как:

- проектирование новой КД;
- рассмотрение альтернативных решений при таком проектировании;
- разработка регламентной документации;
- моделирование КД, прежде всего, компьютерное;
- создание систем управления КД в виде описаний процессов управления, регламентов, знаний и данных, реализованных в соответствующих информационно-технологических системах, и, конечно же, обученных сотрудников;
- и многих других.

Из-за «универсальности» деятельности проблематика МКД затрагивает многие области знаний. Соответственно, МКД связана со многими разделами науки и многими интеллектуальными традициями, поэтому имеет смысл кратко перечислить факторы новизны предложенных подходов:

- Предложены унифицированные средства формального описания и анализа любой КД.
- Проанализирована роль неопределённости и показано, что сложность деятельности заключается в проявлениях неопределённости и её преодолении. Неопределённость реализуется в форме наступления априори непредсказуемых событий, и реакцией на это может быть новая деятельность, отсутствовавшая до их наступления. КД, несмотря на сложность, в основном «механистична», и априори она «проектируется» детерминированной. В подавляющем большинстве примеров КД неопределённость хотя и оказывает влияние на неё, но реакция на неопределённость формируется вовне: например, рабочий-сборщик авиастроительного предприятия, столкнувшись с проблемой, не имеет права изменять технологию работы или вносить изменения. Он обязан строго соблюдать технологические регламенты и оперативно сообщить о проблеме своему начальнику и далее в инженерные подразделения. Эта сложность проявляется в необходимости создания новых технологий деятельности [20].
- Формализованы и исследованы такие виды деятельности как *управление* и *организация*. Выявлены и изучены компоненты организации: *анализ, синтез и конкретизация*, а также компоненты *управления: организация, регулирование и оценивание*.
- Выявлена роль технологии деятельности: действительно «сложна» деятельность, связанная с созданием технологии; вся остальная деятельность, включая организацию и управление, – регулярна! Управление и организация становятся «сложными», когда в ходе их выполнения из-за наличия неопределённости приходится создавать технологию новой деятельности, т.к. известной технологии становится недостаточно для адекватной реакции на неопределённость.

Модели, составляющие разработанную теорию, являются разнообразными и достаточно многочисленными, что отражает естественную сложность КД как системы, поэтому моделирование большого количества конкретных элементов КД является достаточно трудоёмким. Однако система моделей построена таким образом, что не требует обязательного описания каждый раз «всей» КД. Она позволяет абстрагироваться и сфокусироваться на представляющих интерес элементах и подробно моделировать именно их, оставляя абстрактными «чёрными ящиками» остальные, не теряя при этом выразительных свойств моделей и не ухудшая качества представления.

4 Комплексная деятельность и организационно-технические системы

Деятельность, как целенаправленная активность человека, является настолько же общим аспектом его существования, как и удовлетворение им базовых потребностей. Однако, в отличие от последних, КД достаточно сложна, вместе с этим, сложен и субъект КД. В современном мире подавляющая часть валового продукта (как результата человеческой деятельности) создаётся в рамках предприятий, фирм, организаций, проектов, проектных программ, государственных, региональных и муниципальных агентств и образований, транснациональных корпораций, их подразделений, а также различных объединений и композиции всех вышеперечисленных объектов вместе со связанными с ними всевозможными информационными и техническими объектами, системами, устройствами. Все эти объекты объединяют несколько оснований: во-первых, они являются *сложными системами*, во-вторых, включают в качестве элементов *людей*, в-третьих, существенная доля их составных частей является *искусственной*, то есть созданной человеком. Объединяя подобные объекты по перечисленным основаниям, можно отнести их к ОТС.

Понятие ОТС охватывает практически все используемые и создаваемые в результате человеческой деятельности системы, в состав которых входят люди. С одной стороны, ОТС

являются результатами и предметами человеческой деятельности, а с другой – человеческая деятельность реализуется в рамках ОТС - ОТС выступают в качестве сложных субъектов деятельности. Т.е. ОТС являются субъектами, предметами и/или средствами КД.

Таким образом, КД и ОТС вместе образуют сложную *диалектическую пару* и двояко противостоят друг другу (см. рисунок 2): «субъект (ОТС) vs деятельность» и «деятельность vs предмет (в частном случае - ОТС)».

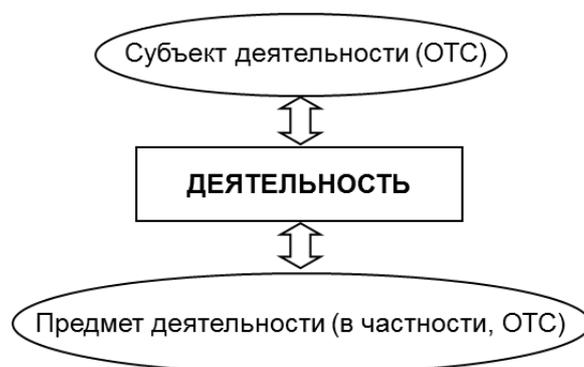


Рисунок 2 - Деятельность, её субъект и предмет

В паре КД и ОТС, КД является первичной по отношению к своему субъекту – неэлементарной ОТС. Из этого следует существенный практический вывод: при анализе, создании, управлении ОТС основное внимание необходимо уделять не самой ОТС, а КД, для реализации которой эта ОТС создана или привлечена. То есть, помнить о своего рода «вторичности» фирм, организаций, проектных команд, предприятий, и тем более, производственных и непроизводственных активов, по отношению к деятельности (целям, результатам), которую они призваны реализовывать. Фактически, КД задаёт требования к ОТС, которая является её субъектом. Для многих современных предприятий именно деятельность является *системообразующим фактором*. Не секрет, что многие организации функционируют ради самосуществования, осуществляя, например, поиск заказов для того, чтобы «прокормить» сотрудников, загрузить оборудование и т.д. Более ярким примером является бюрократия, которая зачастую сама «придумывает» деятельность для себя и других (подчиненных, населения и т.д.), чтобы оправдать своё существование и обеспечить собственный рост.

5 Модель элемента деятельности

Рассмотрим модель, описывающую элемент КД. В качестве основания естественно взять известную схему [1] процессуальных компонентов деятельности (см. рисунок 1). Часть компонентов, приведённых на указанном рисунке, относится к управлению, целеполаганию и ограничениям, являясь «организующей надстройкой» над другой, «осуществляющей», частью (см. рисунок 3). Важным фактором внешней (по отношению к деятельности) среды является спрос, который воспринимается субъектом и актуализируется им в форме уже его собственной внутренней потребности.

Процессуальные компоненты деятельности, приведённые на рисунке 3, отражают «элементарный цикл деятельности», в котором в соответствии с технологией предпринимается некоторые *действия*, приводящие к определённому *результату* (который в общем случае может и не совпадать с *целью*, как с желательным, предвосхищаемым образом результата деятельности). Последовательное прохождение этого цикла – от потребности до результата – будем условно называть *реализацией деятельности* или реализацией элемента деятельности.

Сконцентрируемся на «осуществляющих компонентах», а «организующие» - агрегируем. «Осуществляющими» компонентами являются технология, действие и результат.

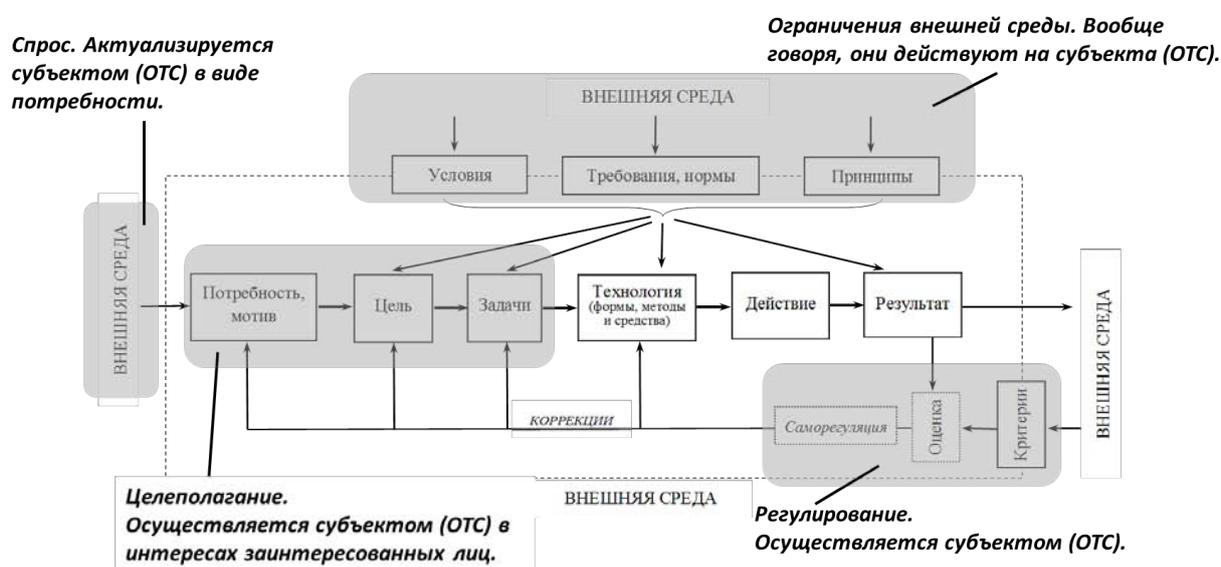


Рисунок 3 - Структуризация процессуальных компонентов деятельности

Кроме указанных компонентов, модель элемента КД следует дополнить компонентами, представляющими *субъект* и *предмет* КД (которые, строго говоря, не являются элементами собственно деятельности, но неотъемлемы от неё). Необходимость их включения объясняется несколькими факторами.

Во-первых, предметом МКД является сложная пара – КД, как первичный предмет, и ОТС, играющая роль субъекта/предмета деятельности, как вторичный, поэтому ОТС также является предметом рассмотрения.

Во-вторых, для практического использования методологии КД в качестве инструмента построения систем управления деятельностью и ОТС разрабатываемые модели должны обеспечивать формирование требований к ОТС, а для этого в модель необходимо включить субъект КД.

В-третьих, субъект деятельности всегда является активным, и свойства его активного, более того, рефлексивного, поведения требуют отражения и анализа. Субъект деятельности (ОТС) «сравним с исследователем (с системой управления) по совершенству» [20], поэтому его необходимо рассматривать в составе моделей КД.

В-четвертых, КД является сложной системой, поэтому при её анализе следует рассматривать также наиболее значимые элементы внешней (по отношению к деятельности) среды: это субъект, реализующий деятельность, и предмет деятельности, изменение которого и составляет суть последней. Субъект функционирует в условиях ограничений *внешней среды* и «транслирует» их в деятельность; также субъект воспринимает *спрос* - ожидания и интересы заинтересованных лиц, осуществляет целеполагание и управление деятельностью. Таким образом, субъект и предмет «инкапсулируют» всё взаимодействие внешней среды с деятельностью как системой.

В-пятых, в большинстве случаев именно на изменение предмета КД расходуется значительная часть ресурсов, поэтому для учёта использования ресурсов предмет деятельности неизбежно должен быть представлен в модели КД.

Введём понятие «структурный элемент деятельности» (СЭД), который будем понимать как имеющий приведённую на рисунке 4 структуру объект [2, 21]:

- созданный для достижения определённой цели / получения определённого результата (преобразования предмета деятельности);
- характеризующий деятельность (направленную на получение результата) в соответствии с определённой технологией над определённым предметом;
- субъектом которого является некоторая ОТС.

В терминах системотехники [8] деятельность «1» является целевой системой, предметы «3» – системами, выражающими операционное окружение, субъект (2) – системой, обеспечивающей целевую систему. Все элементы «1»-«3» образуют единую систему, ассоциированную с КД. Каждый из элементов триады «1»-«3» является системой, поэтому триада «1»-«3» является *системой систем*.

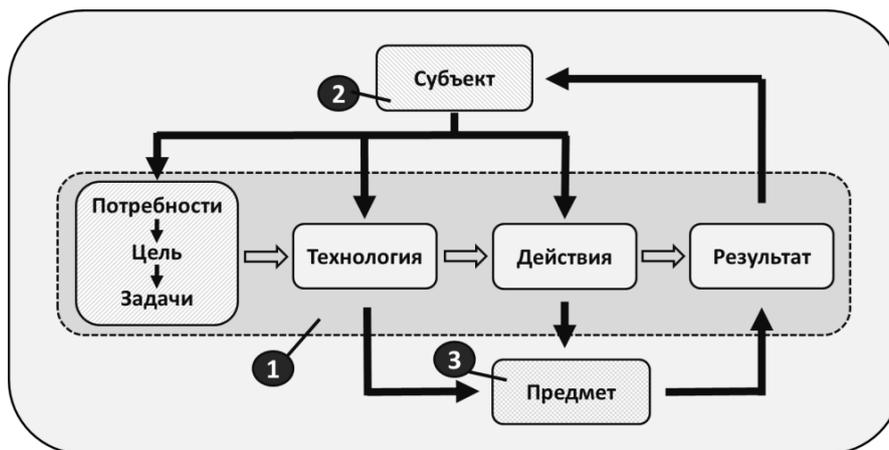


Рисунок 4 - Модель структурного элемента деятельности

На рисунке 4 стрелка от субъекта к целевому агрегату (потребность-цель-задачи) отражает тот факт, что именно субъект осуществляет целеполагание; от субъекта к технологии и действиям – что субъект реализует технологию совокупностью действий (действует соответственно технологии). Стрелка от результата к субъекту отражает оценку им результата, саморегуляцию и рефлексии субъекта. Стрелки от технологии и от действий к предмету означают, что предмет изменяется в результате действий соответственно технологии, от предмета к результату – что результат является конечным состоянием предмета, его эволюции в процессе деятельности.

Структура элемента КД (рисунок 4) фактически является композицией схемы процессуальных компонентов деятельности (рисунок 1) и схемы деятельности, её субъекта и предмета (рисунок 2).

СЭД будем использовать в качестве унифицированного формализма, типовой модели элементов КД. В силу сложности КД и принципа дополнительности, одной этой модели недостаточно для описания всех общесистемных характеристик КД. Поэтому в [6] представлены и другие виды моделей. Структурные модели КД обеспечивают моделирование нетривиальных структур КД. Процессные модели отражают реализацию стадий жизненного цикла (ЖЦ) элементов КД, их динамические аспекты. Формализм СЭДа используется во всех этих моделях в качестве основного и универсального элемента.

Итак, элементы КД описываются формализмом СЭДа (см. рисунок 4), сопровождаемым структурными и процессными моделями.

Введём ряд определений, конкретизировав категорию ЖЦ КД применительно к элементу КД.

«Реализацию СЭДа» или «Выполнение СЭДа» будем понимать как завершённый процесс, включающий осознание спроса и актуализацию потребности, целеполагание, структуризацию целей и задач, организацию структуры КД (СЭДов нижестоящего уровня), формирование технологии, выполнение действий (в соответствии с технологией), получение результата, рефлексию: «Реализация СЭДа» соответствует ЖЦ СЭДа. ЖЦ осуществляется в интервале времени.

«Завершение СЭДа» или «Получение результата СЭДа» будем понимать как завершение выполнения действий в соответствии с технологией СЭДа, получение результата и завершение процесса рефлексии. «Завершение СЭДа» не эквивалентно достижению цели СЭДа, т.к. результат может не полностью соответствовать цели. «Завершение СЭДа» характеризуется моментом времени.

Понятия «СЭД» и «элемент КД» будем употреблять как взаимозаменяемые, если это не приводит к неточностям.

Методически важным для корректного построения моделей является частный случай элемента КД, имеющий тривиальное структурное и процессное представления, для его обозначения используется термин *элементарная операция*. Этот случай соответствует элементарной деятельности, имеющей единственную цель, не допускающей или не требующей дальнейшей детализации, и у которой все стадии ЖЦ и/или все процессуальные компоненты, кроме действия, вырождены. Элементарная операция отражает случай, когда фиксация спроса субъектом означает начало выполнения единственного действия, а оценка результата как самостоятельная стадия отсутствует. Детальное рассмотрение стадий ЖЦ элементарной операции не даёт дополнительных знаний, весь ЖЦ можно считать единой стадией «действие и получение результата».

Из определения элементарной операции следует, что её структурные и процессные представления являются тривиальными и состоят из единственного модельного элемента. В этом смысле элементарная операция играет в методологии КД роль тривиального элемента деятельности.

Таким образом, любой СЭД является композицией других элементов КД - СЭДов и/или элементарных операций, а любая элементарная операция является «вырожденной композицией, состоящей из самой себя». Причём это относится как к декомпозиции по элементам структуры, так и по фазам и стадиями ЖЦ КД.

Элементарность операции, очевидно, зависит от точки зрения исследователя. В зависимости от решаемых задач в каких-то случаях имеет смысл абстрагироваться от деталей и считать достаточно сложные элементы КД единым объектом, следовательно, в модели описывать их элементарной операцией, или наоборот, детализировать интуитивно простые элементы для получения нетривиальных выводов. Все *общесистемные модели*, и структурные, и процессные, построены на основании этого приёма.

6 Модели и структуры комплексной деятельности

Интегрированная совокупность моделей КД, которые отражают общесистемные свойства КД, описывают её как систему в единстве своих компонентов (потребностей, отражающих в т.ч. спрос, целей, технологий и т.д.) вместе с субъектами и предметами [12, с. 8] на всём ЖЦ КД включает следующие компоненты [6].

- СЭД и элементарная операция;
- логическая структура/модель, отражающая состав и декомпозицию СЭДа на элементы, а также подчинённость субъектов КД (на уровне одного СЭДа - это частный случай структуры – веерная структура);

- причинно-следственная структура/модель, отражающая причинно-следственные, то есть технологические связи элементов нижестоящего уровня;
- процессная структура/модель, отражающая реализацию ЖЦ КД во времени;
- модели порождения элементов КД.

Сформированная совокупность моделей составляет *типовое описание* КД, которое, будучи конкретизировано и дополнено специфическими деталями, пригодно для использования в качестве методологической основы описания, анализа, прогнозирования и формирования рекомендаций по организации и управлению любой конкретной КД. Типовое описание КД является аналогом архитектурного шаблона (architecture framework); концепция архитектуры и архитектурных шаблонов широко используется в системотехнике [7].

Модели разрабатывались таким образом, чтобы, с одной стороны, отражать и учитывать все общесистемные характеристики КД, а с другой – абстрактно представлять все специфические особенности. То есть совокупность данных моделей является определённым «шаблоном» - априори сформированной общей структурой, которая создаёт единое целостное описание КД, интегрируя составные части двух видов. Первые из них выражают общесистемные характеристики деятельности в виде уже готовых «моделей», а вторые созданы в форме определённых абстрактных «слотов» для описания специфических деталей.

Логическая структура КД. КД отличается множественными технологиями, субъектами и/или предметами деятельности, когда одним из предметов одной КД являются элементы другой комплексной или элементарной деятельности. Имеет смысл отметить «*фрактальное*» свойство КД: во многих случаях КД декомпозируется на элементы, которые в свою очередь являются КД, элементы образуют многоуровневые иерархии – *логическую структуру* КД.

Вышестоящие элементы в таких иерархиях не только декомпозируются в виде совокупностей нижестоящих, но также в определённом смысле побуждают к выполнению деятельности нижестоящие и являются потребителями результатов их КД. Поэтому будем говорить, что вышестоящие элементы КД создают *спрос* по отношению к деятельности нижестоящих и являются *пользователями или потребителями результата их КД*. Спрос может иметь детерминированный или неопределённый характер. Спрос актуализируется субъектами нижестоящих элементов и «становится» их потребностями (рисунок 1), для удовлетворения которых ими реализуется деятельность, результаты которой в свою очередь «потребляют» вышестоящие элементы КД.

Причинно-следственная (временная) структура КД. Элементы КД находятся в причинно-следственных отношениях друг с другом, образующих *временную структуру* КД.

Цель каждого СЭДа декомпозируется на подцели нижестоящего уровня, между которыми существуют причинно-следственные связи. Технология КД определяет причинно-следственные связи между целями КД – СЭДами и элементарными операциями: например, те же проектные, монтажные, ремонтные и другие работы должны выполняться в определённой последовательности для получения требуемого результата. С другой стороны, КД свойственна существенная неопределённость, которая также сказывается на последовательности выполнения элементов КД.

Причинно-следственная структура отражает технологические связи КД, являясь фактически общесистемной технологией КД, в то время как элементарные операции (их содержание) и сами причинно-следственные связи представляют специфическую часть КД.

Процессная структура КД. Процессные модели вместе со структурными моделями и моделями порождения составляют ядро методологии КД и типовое описание КД, являющееся аналогом архитектурного шаблона.

ЖЦ различных СЭДов, отражаемые в процессных моделях КД, идентичны – состоят из одних и тех же фаз, стадий и этапов; различные элементы деятельности имеют те же самые

процессуальные компоненты. Поэтому структура процессной модели едина для различных СЭДов, она общесистемна. Специфика СЭДов – в их целевой структуре и технологии.

7 Жизненный цикл и комплексная деятельность

Под ЖЦ будем понимать (беря за основу определение [8]) процесс эволюции системы, продукта, сервиса, проекта или иного объекта, начиная от концепции (или появления) и заканчивая утилизацией (или прекращением существования).

ЖЦ обычно рассматривается как совокупность стадий (возможно параллельных и перекрывающихся друг с другом по времени), в [8] выделяются наиболее общие *стадии ЖЦ* сложной искусственной системы: концепция, проектирование, производство/создание, применение, поддержка и утилизация. Концепция ЖЦ широко применяется также и к организациям, бизнесам, проектным программам, сотрудникам, производственным активам, технологиям, знаниям. Распространение данной концепции вызвано потребностью более эффективно управлять процессами создания и оперирования предметами деятельности.

Концепцию ЖЦ будем применять для нескольких «объектов». Во-первых, ЖЦ системы, продукта, объекта является одной из форм организации КД, и в этом случае будем говорить о *ЖЦ предмета деятельности* или *ЖЦ объекта*. Во-вторых, сама КД, будучи сложной системой, эволюционирует во времени (от момента зарождения или фиксации потребности до завершения действий и рефлексии). Поэтому понятие *ЖЦ КД (или её элемента)* рассматривается как завершённый процесс, включающий фиксацию спроса и осознание потребности, целеполагание, структуризацию целей и задач, выбор и формирование технологии, выполнение действий в соответствии с технологией, получение результата, оценивание результата и рефлексия. ЖЦ КД является фактически «развёртыванием во времени» процессуальных компонентов деятельности, его структура приведена на рисунке 5.

Временную структуру ЖЦ будем представлять в виде стадий. Стадии ЖЦ КД целесообразно объединить в *фазы*, как это делается в ОМ [1]. В общем случае процесс реализации ЖЦ КД является итеративным, его стадии могут повторяться и перекрываться, особенно это относится к стадиям формирования технологий и выполнения действий. Итеративность ЖЦ КД отражает рефлексивный характер КД, один из свойственных ей циклов рефлексии.

Одной из причин возникновения концепции ЖЦ является разделение или распределение по времени периодов получения определённых эффектов, выгод, полезности и приложения усилий и затрат.

Рассмотрим ЖЦ как форму организации КД, введя фазы, стадии и этапы КД, приведённые на рисунке 5 и в таблице 1. Возникает потребность рассматривать предмет деятельности и анализировать деятельность, связанную с этим предметом, на всех фазах и стадиях ЖЦ. Фактически это различные деятельности, связанные сквозным образом единым предметом и «*информационной моделью*» - информацией о нём и об используемых технологиях.

Во многих случаях КД на всём ЖЦ предмета характеризуется повторяемостью элементов деятельности, тогда суждение о деятельности (её результативности или эффективности) можно делать на основе не единичных случаев, а только представительной выборки.

Следовательно, необходимо рассматривать КД в течение ЖЦ её предмета - расширенного интервала времени, на котором взаимодействуют субъекты и предметы деятельности.

Важно заметить, что в случае многократно повторяемой деятельности, например, серийного производства, понятие ЖЦ может применяться как к конкретным экземплярам изделий, так и к совокупностям однородных экземпляров – ко всей серии. Если в первом случае говорят о ЖЦ предмета деятельности, то во втором случае имеет смысл говорить о ЖЦ *технологии деятельности* или ЖЦ потребности.

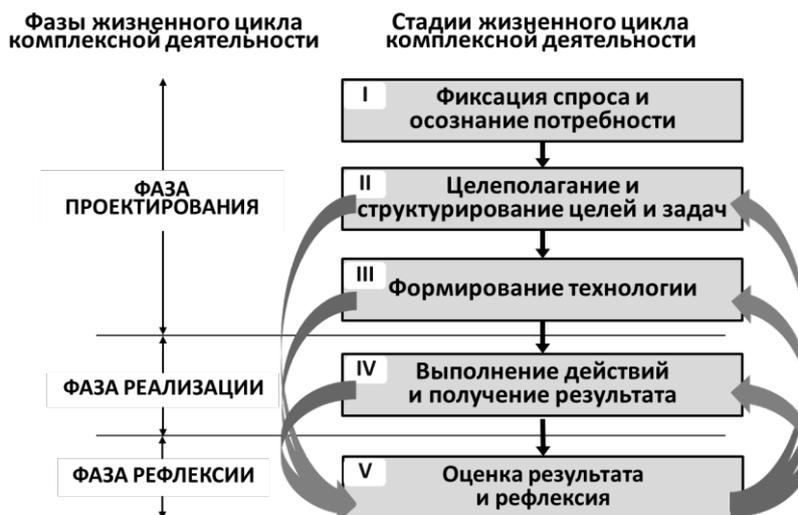


Рисунок 5 - Фазы и стадии жизненного цикла комплексной деятельности

Таблица 1 - Фазы, стадии и этапы жизненного цикла комплексной деятельности

Фаза	Стадия	Название этапа		
Проектирование	I. Фиксация спроса и осознание потребности	1. Фиксация спроса и осознание потребности		
		II. Целеполагание и структурирование целей и задач	2. Создание логической модели	
			III. Формирование технологии	3. Проверка готовности технологии и достаточности ресурсов
				4. Создание причинно-следственной модели
				5. Создание технологии нижестоящих элементов
				6. Формирование/модернизация ресурсов
				7. Календарное и ресурсное планирование
				8. Оптимизация
				9. Назначение субъектов и определение ответственности
				10. Назначение ресурсов
Реализация	IV. Выполнение действий и получение результата			11. Выполнение действий и получение результата
Рефлексия	V. Оценивание результата и рефлексия	12. Оценивание результата и рефлексия		

В целом, концепция ЖЦ может быть применена к элементам деятельности, технологии, потребности, а также - к предметам и субъектам (индивидуальным или коллективным) – см. рисунок 6 и 7. В течение ЖЦ КД могут изменяться и/или технологии, и/или субъект, и/или роль предмета в его целевом контексте (например, изменение требований к нему). Объект ЖЦ может существенно изменить свои свойства/статус/форму существования в течение ЖЦ, поэтому и деятельность тоже может соответственно изменить свой характер. Объект ЖЦ, как правило, в течение своего ЖЦ пребывает в различных формах воплощения.

Сначала он находится в информационной форме воплощения (стадии *проектирования*), потом в переходной форме (стадия создания, организации, *производства*), потом в целевой форме (произведён, создан). В целевой форме он сначала не используется по назначению (*тестирование*, сертификация), потом используется по назначению, выполняет свои целевые

функции (*эксплуатация*) и реализует ожидаемую полезность. По завершению стадии использования объект ЖЦ снова пребывает в переходной форме – *утилизируется*, после чего бесконечно долго может оставаться в информационной форме в виде ретроспективных данных.

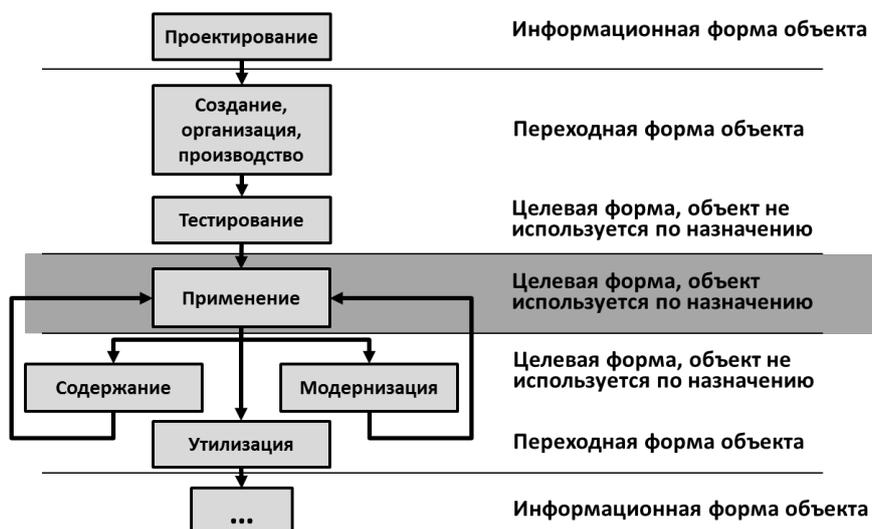


Рисунок 6 - Стадии жизненного цикла и формы существования объекта



Рисунок 7 - Жизненные циклы элемента комплексной деятельности и его предмета

Рисунок 6, на котором изображены стадии типового ЖЦ, хорошо иллюстрирует приведённый тезис о том, что целевая полезность объекта ЖЦ реализуется всего лишь в течение одной стадии - целевого использования, в то время как в течение всех остальных необходимо выполнять соответствующую деятельность и нести затраты.

КД свойственна сложная структура, множественные предметы и субъекты, поэтому ЖЦ КД (рисунок 5) и ЖЦ предмета деятельности (рисунок 6) в общем случае могут соотноситься различным образом. На рисунке 7 представлен один из вариантов.

ЖЦ элементов КД также характерна *фрактальность* – каждая из фаз КД может (при необходимости) рассматриваться как «самостоятельная» деятельность (комплексная или элементарная) и/или как оперирование с предметом деятельности - см. рисунок 8.

В сложной структуре КД технология и субъект одного элемента деятельности могут являться предметами других элементов КД, следовательно - быть предметами ЖЦ. В свою

очередь, элемент деятельности, которая организована в форме такого ЖЦ (ЖЦ технологии или субъекта в данном случае), имеет свой ЖЦ (см. рисунок 8). Также можно говорить, что КД реализуется в виде комбинации нескольких *форм*, представленных на рисунке 9.

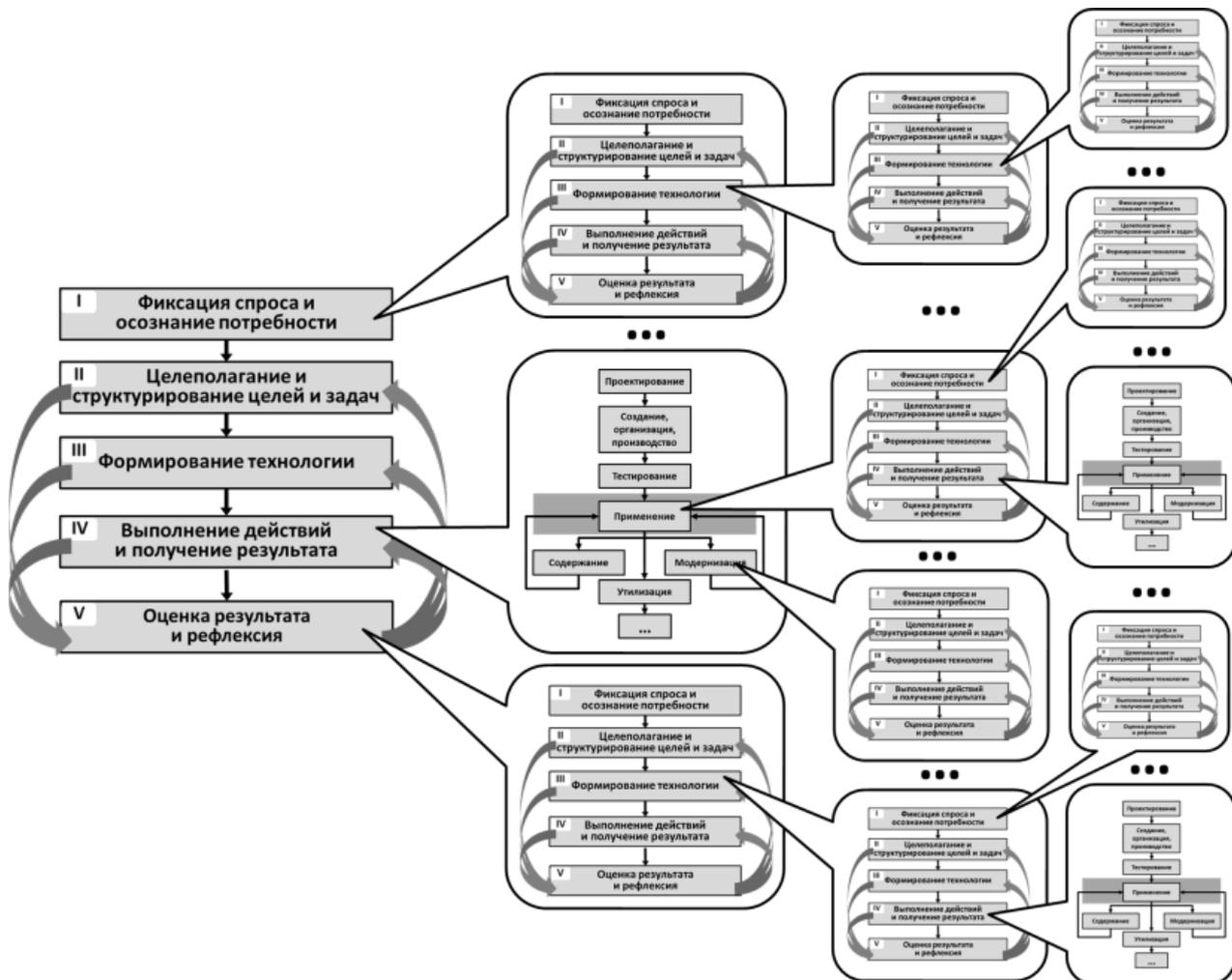


Рисунок 8 - Фрактальная структура комплексной деятельности

Они перечислены в историческом порядке появления в практике¹ и в порядке возрастания сложности («вложенности» друг в друга):

- элементарные операции (работы) являются в определённом смысле атомарными элементами;
- комплексные операции состоят из элементарных и комплексных операций;
- проекты состоят из комплексных, элементарных операций и подпроектов;
- проектные программы формируются из проектов, комплексных и элементарных операций;
- ЖЦ рассматриваются как связанная совокупность проектных программ и проектов.

¹ Исторический анализ соотношения процессной и проектной форм организации деятельности ещё ждёт своего систематического изучения (см. в т.ч. исторические типы организационной культуры в [1]). Отметим лишь, что и процессы, и проекты существовали в общественно-исторической практике всегда. Институализируются процессы, наверное, во время первой промышленной революции, проекты – в середине XX века, жизненные циклы – в его конце.

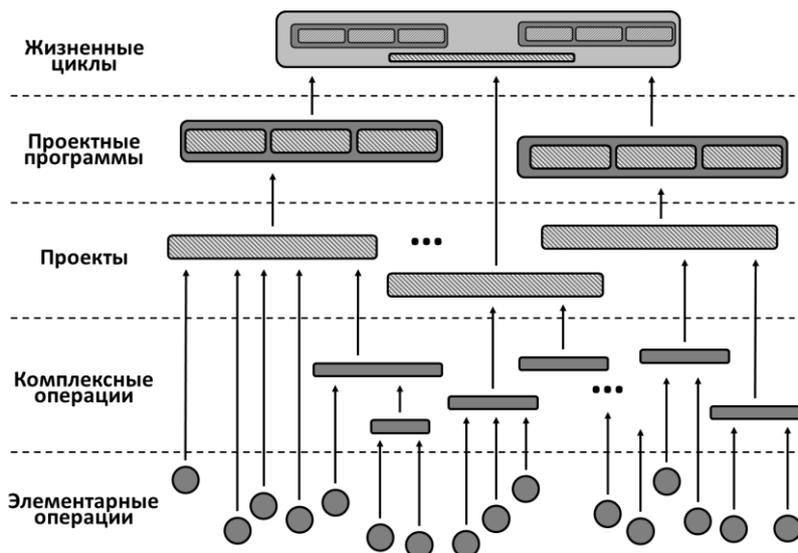


Рисунок 9 - Формы организации комплексной деятельности

8 Неопределённость комплексной деятельности

В общем случае для любой деятельности характерна неопределённость, и она имеет существенное значение, особенно для КД. При рассмотрении неопределённости КД будем использовать идеи F. Knight [22], который, во-первых, разделял измеримую и истинную неопределённость, во-вторых, считал неопределённость источником не только негативных проблем, но и развития.

Неопределённостью КД будем называть возможность наступления в ходе КД некоторых событий, влияющих на реализацию КД и на её результат, но которые могут наступить, а могут и не наступить. Следствием неопределённости КД является невозможность априори предсказать характеристики результата деятельности, момент его получения и усилия (ресурсы), которые будут для этого затрачены.

Измеримую неопределённость КД определим как возможность наступления описываемых некоторыми закономерностями событий (которые могут наступить, а могут и не наступить). Для анализа таких событий могут быть использованы количественные методы (например, вероятностные/статистические), основанные на предыдущих измерениях или фундаментальных законах (вместе с предположением о неизменности условий и закономерностей).

Истинной неопределённостью КД назовём возможность наступления уникальных (или редко повторяющихся) событий, которые не объясняются известными закономерностями. В управлении проектами истинную неопределённость иногда называют непредвиденными рисками.

Принципиальным отличием истинной неопределённости от измеримой является то, что события первой из них возникают вследствие непознанных факторов, в то время как события второй, хотя и непредсказуемы, описываются известными закономерностями.

Так как КД неразрывно связана с субъектом деятельности, то важным источником как истинной, так и измеримой неопределённости является активность субъекта, его поведение, его целенаправленный выбор. Неопределённость КД может порождаться различными источниками, связанными со всеми процессуальными компонентами деятельности (рисунок 1). Однако это влияние носит различный характер, поэтому выполним группировку источников неопределённости и будем использовать её в дальнейшем изложении. Для этого рассмотрим

последовательно все процессуальные компоненты деятельности (рисунок 1) и перечислим источники неопределённости, связанные с каждым из них [6]:

- *неопределённость потребности* вызвана, с одной стороны, *неопределённостью* внешнего по отношению к КД *спроса* со стороны заинтересованных лиц, с другой стороны – осознанием субъектом этой потребности и превращения этого «внешнего» спроса в его внутреннюю потребность;
- *неопределённость целей и задач* зависит, во-первых, от неопределённости потребности, во-вторых, от целеполагания субъекта, в-третьих, от неопределённости внешней среды;
- *неопределённость условий, требований, норм и принципов* определяется факторами неопределённости внешней среды;
- *неопределённость технологии* и предмета зависит, во-первых, от внешней среды (через условия, требования и нормы), во-вторых – от неопределённости (внутренних) средств, методов и факторов;
- *неопределённость действий и результата* является вторичной по отношению к неопределённостям субъекта, технологии, предмета и внешней среды;
- *неопределённость оценки, критериев, саморегуляции*, помимо внешних условий деятельности, полностью зависит от активного поведения субъекта и его рационального выбора.

Следует отметить *активность субъекта* КД, т.е. его способность в общем случае влиять на внешнюю среду – на формирование внешних потребностей, нормативов, условий и т.д.

Сгруппируем источники неопределённости, выделив следующие первичные группы:

- неопределённость внешней среды – внешнего спроса и внешних условий, требований и норм;
- неопределённость технологии и предмета – средств, методов и факторов;
- неопределённость субъекта – осознания внешней потребности, целеполагания, осуществления действий, оценивания результата принятия принципиального решения о том, выступать ли ему в роли субъекта КД.

В каждой из групп могут встречаться случаи как измеримой, так и истинной неопределённости.

9 Требования к методологии комплексной деятельности

Для определения требований к МКД как к целостной системе моделей КД используем методы системотехники [7], в частности *моделeorientированный* [23] и *архитектурный* [24] подходы.

Архитектура сложной системы определяется [24] как фундаментальный концепт того, как основные свойства и функции системы реализуются элементами системы в их взаимосвязях. Архитектурные описания отражают и выражают этот фундаментальный концепт и широко используются для создания (проектирования) систем, понимания сущности системы, её ключевых свойств, поведения и эволюции. Архитектурный подход [24] постулирует, что в силу сложности системы для адекватного и полного её описания необходимо использовать множество моделей. Поэтому рекомендуется формировать архитектурное описание системы в виде структурированного множества взаимосвязанных моделей, которые отражают различные свойства системы. Полезным инструментом являются *архитектурные шаблоны* – соглашения, принципы и практики формирования архитектурных описаний в определённой прикладной области, прежде всего описаний предприятий и организаций.

В области знаний «системотехника» архитектура является определённым аналогом методологии, поэтому системотехнические рекомендации по разработке и применению архи-

тектуры полезны при создании МКД. Будем рассматривать МКД в стиле архитектурного шаблона – как совокупность моделей, отражающих основные особенности КД.

Соответственно моделированию и архитектурному подходу система моделей КД должна составлять взаимосвязанное множество моделей-элементов, представляющих основные свойства и аспекты системы, включая её состав, структуру, функции, поведение, требования и параметры. В каждый момент времени любая система пребывает в некотором *состоянии* и обладает какой-то структурой, что составляет статический аспект системы. Процессы отражают *динамику системы*, описывая то, как система меняет свое состояние, а также как изменяются её состав, структура и функции. *Сложность* системы отражается средствами декомпозиции и агрегирования структурных элементов и процессов.

Такой механизм позволяет фокусировать внимание на исследуемых в данный момент деталях, оставляя остальное в виде менее детально описанного контекста.

Итоговый базис требований к единой системе моделей КД, составляющих ядро МКД, представим следующим перечнем:

- 1) МКД должна включать модели как элементарной, так и КД, т.е. как обладающей внутренней структурой, так и не обладающей ею. Поэтому необходимы модели элементов деятельности и инструменты их комплексирования.
- 2) КД обладает логической структурой, в общем случае многоуровневой. Так как элементы КД различных уровней сами являются КД, то структурные модели КД должны отражать её иерархичность, вложенность и фрактальность.
- 3) Технология КД задаёт причинно-следственные связи между элементами КД, следовательно МКД должна содержать причинно-следственные модели КД.
- 4) КД является целенаправленной, поэтому МКД должна позволять описывать и анализировать структуру целей КД, а также характеристики степени достижения целей, создания в результате КД ценности/полезности.
- 5) Элементы КД существуют во времени: потребности в результатах КД возникают, порождают элементы КД, которые реализуются и потом прекращают свое существование. МКД должна описывать ЖЦ элементов КД.
- 6) МКД должна позволять описывать и анализировать неопределённость КД (измеримую и истинную), реализующуюся в виде наступления априори непрогнозируемых событий. Реакцией на неопределённость (наступление событий) является порождение новой деятельности (отсутствовавшей до наступления события) с известной или требующей создания новой технологией. МКД должна описывать порождение новых элементов КД.
- 7) МКД должна описывать создание новых технологий деятельности, как следствие требования б).
- 8) Используемые, потребляемые и накапливаемые в ходе реализации деятельности ресурсы являются существенным аспектом, влияющим на технологию, предмет и субъект КД. МКД должна содержать модели организации и использования ресурсов.
- 9) МКД должна включать модели таких видов деятельности, как организация и управление.
- 10) КД реализуется в виде элементов, каждый из которых условно относится к процессному или проектному типам, что необходимо учитывать в соответствующих моделях. МКД должна объединять проектный и процессный подходы в рамках единого формализма.
- 11) МКД должна представлять все современные формы организации деятельности: элементарные формы и комплексные операции; проекты и проектные программы; ЖЦ.
- 12) Множественные и сложные связи элементов КД и их субъектов, появление «мета-субъектов» КД, составляющих «мета-оргсистемы» (расширенные предприятия) являются существенными аспектами КД, которые необходимо учитывать в рамках МКД.

Изучением общих закономерностей организации деятельности занимается *методология* [1, 2, 9], т.е. методология – часть теории организации (исследует деятельность как предмет организации). Методология включает ОМ (методологию элементарной деятельности), методологии различных видов человеческой деятельности (частные методологии; на сегодняшний день - методологию научной, практической, образовательной, художественной и игровой деятельности [1]) и МКД, обобщающую общую и частные методологии.

Соотношение между *теорией организации*, МКД и ОМ представлено на рисунке 11, т.е. МКД может рассматриваться как «расширение» ОМ в направлении теории организации.



Рисунок 11 - Теория организации и методология

Развитие ОМ в МКД заключаются в следующем:

- в типовое описание деятельности в явном виде вводятся её субъект и предмет;
- предлагается типовая модель структурного элемента деятельности и правила оперирования ею для конструирования фрактальной структуризации деятельности;
- конструктивно описываются логическая, причинно-следственная и процессная структуры деятельности, отражающие, в том числе, структуру и содержание фазы реализации деятельности;
- выделяются и анализируются ключевые роли технологии и неопределённости деятельности;
- проводится совместное согласованное рассмотрение ЖЦ деятельности, её предмета, субъекта, ресурсов и технологий;
- анализируются организация и управление деятельностью.

Всё это позволяет не только исследовать общие закономерности КД, но и решать проблемы организации и управления ею, в том числе, её субъектом и/или предметом - сложными ОТС (см. также [27]).

Заключение

Являясь основой существования и развития цивилизации: бизнеса, производства, образования, искусства и др., - человеческая деятельность представляет собой, пожалуй, самый сложный из объектов для построения теории управления, разработки методов формального описания, оптимизации и управления ею. В том числе из-за того, что главным элементом субъекта деятельности является человек с его мыслями, чувствами и эмоциями или/и коллектив с его коллективным бессознательным [28]. Создать формальную теорию, описывающую такой «трансцендентный» объект, крайне сложно, также как формализовать теорию организации и управления этим объектом.

Авторами сделана попытка формирования такой теории в виде интегрированной совокупности формальных моделей деятельности и её субъекта.

Благодарности

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 16-19-10609).

Список источников

- [1] *Новиков, А.М.* Методология / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Синтег, 2007. – 668 с.
- [2] *Новиков, А.М.* Методология научного исследования / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2010. – 280 с.
- [3] *Новиков, А.М.* Введение в методологию художественной деятельности / А.М. Новиков. – М.: Эгвес, 2008. – 72 с.
- [4] *Новиков, А.М.* Методология учебной деятельности / А.М. Новиков. – М.: Эгвес, 2005. – 176 с.
- [5] *Новиков, А.М.* Введение в методологию игровой деятельности / А.М. Новиков. – М.: Эгвес, 2006. – 48 с.
- [6] *Белов, М.В.* Методология комплексной деятельности / М.В. Белов, Д.А. Новиков. – М.: Ленанд, 2017. – 320 с.
- [7] INCOSE Systems Engineering Handbook Version 3.2.2 – A Guide for Life Cycle Processes and Activities / Ed. by C. Haskins. – San Diego: INCOSE, 2012. – 376 p.
- [8] ISO/IEC/IEEE 15288:2015 Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes.
- [9] *Новиков, А.М.* Методология: словарь системы основных понятий / А.М. Новиков, Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2013. – 208 с.
- [10] *Леонтьев, А.Н.* Деятельность, сознание, личность. – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.
- [11] Механизмы управления: Управление организацией: планирование, организация, стимулирование, контроль / Под ред. Д.А. Новикова. Изд.2-е. – М.: Ленанд, 2013. – 216 с.
- [12] *Новиков, Д.А.* Методология управления / Д.А. Новиков. – М.: Либроком, 2011. – 128 с.
- [13] *Рубинштейн, С.Л.* Основы общей психологии / С.Л. Рубинштейн. – М.: Учпедгиз, 1946. – 704 с.
- [14] *Шадриков, В.Д.* Психология деятельности и способности человека / В.Д. Шадриков. – М.: Логос, 1996. – 320 с.
- [15] *Engeström Y.* Learning by Expanding. - Helsinki: Orienta Konsultit, 1987. – 426 p.
- [16] *Engeström Y.* Learning by Expanding: An Activity-theoretical Approach to Developmental Research. 2nd ed. - Cambridge: Cambridge University Press, 2014. – 338 p.
- [17] *Платонов, К.К.* Краткий словарь системы психологических понятий / К.К. Платонов. – М.: Высшая школа, 1984. – 174 с.
- [18] *Engeström Y.* The Future of Activity Theory: a Rough Draft / Learning and Expanding with Activity Theory. Ed. by Annalisa Sannino, Harry Daniels and Kris Gutierrez. - Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 367 p.
- [19] Proceedings of the First International Workshop on Activity Theory Based Practical Methods for IT-Design ATIT-2004. 2-3. September 2004, Copenhagen, Denmark.
- [20] *Лефевр, В.А.* Конфликтующие структуры. 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1973. – 158 с.
- [21] *Belov, M.* General-System Modelling Framework of Complex Activity // 10th European Modelling Symposium on Mathematical Modelling and Computer Simulation. Ed. D. Al-Dabass, V. Colla, M. Vannucci, A. Pantelous. IEEE Conference Record No. 40530. Pisa, 2016. - 241 p.
- [22] *Knight F.* Risk, Uncertainty and Profit / Hart Schaffner and Marx Prize Essays. No. 31. - Boston and New York: Houghton Mifflin, 1921. – 381 p.
- [23] *Estefan J.* Survey of Candidate Model-Based Systems Engineering (MBSE) Methodologies / International Council on Systems Engineering (INCOSE). INCOSE-TD-2007-003-02. - http://www.omgsysml.org/MBSE_Methodology_Survey_RevB.pdf.
- [24] ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Systems and Software Engineering - Architecture Description.
- [25] *Богданов, А.А.* Всеобщая организационная наука. – М.: Экономика, 1989. Т. 1. – 304 с. Т. 2. – 351 с.
- [26] *Новиков, Д.А.* Кибернетика: Навигатор. История кибернетики, современное состояние, перспективы развития / Д.А. Новиков. – М.: Ленанд, 2016. – 160 с.
- [27] *Rzewski G.* Self-organization in social systems. *Ontology of Designing*, 2014; 4(14): 8-17.
- [28] *Агафонов, А.Ю.* Наука о сознании: нерешённые проблемы. *Онтология проектирования*, 2014; 2(12): 8-18.

STRUCTURE OF METHODOLOGY OF COMPLEX ACTIVITY

M.V. Belov¹, D.A. Novikov²

¹IBS, Moscow, Russia
mbelov@ibs.ru

²Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
novikov@tushino.com

Abstract

The work is devoted to the presentation of the concept of the methodology of integrated activities, developing a common methodology for the case of any complex (having a non-trivial multi-level internal structure) of human activity. The structural elements of complex activity are considered, it's logical, causal and process structures are constructively described. Considerable attention is paid to organization and management, uncertainty, as well as life cycles of activities, their subjects, items, resources, knowledge and technology. The use of the system of coordinated formal models ensures practical application of the results both by practitioners and by scientists engaged in research of general principles of organization of activities (practical, scientific, etc.) and management of organizational and technical systems. For the first time the formalism of the description of complex activities with the subject - the organizational and technical system was proposed. Formal models of organization and management as a complex activity have been developed.

Key words: *complex activity, uncertainty, organization, management.*

Citation: Belov MV, Novikov DA. Structure of methodology of complex activity [In Russian]. *Ontology of designing*. 2017; 7(4): 366-387. DOI: 10.18287/2223-9537-2017-7-4-366-387.

Acknowledgment

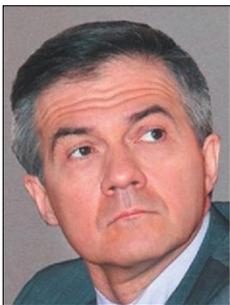
The studies were carried out within the framework of works supported by RSF № 16-19-10609).

References

- [1] *Novikov AM, Novikov DA*. Methodology [In Russian]. – Moscow: Synteg, 2007. – 668 p.
- [2] *Novikov AM, Novikov DA*. Research Methodology: From Philosophy of Science to Research Design. – Amsterdam, CRC Press, 2013. – 130 p.
- [3] *Novikov AM*. Introduction to the methodology of artistic activity [In Russian]. - Moscow: Egves, 2008. – 72 p.
- [4] *Novikov AM*. Methodology of training activities [In Russian]. – Moscow: Egves, 2005. – 176 p.
- [5] *Novikov AM*. Introduction to the methodology of gaming activities [In Russian]. – Moscow: Egves, 2006. – 48 p.
- [6] *Belov MV, Novikov DA*. Methodology of complex activity [In Russian]. – Moscow: Lenand, 2017. – 320 p.
- [7] INCOSE Systems Engineering Handbook Version 3.2.2 – A Guide for Life Cycle Processes and Activities / Ed. by C. Haskins. – San Diego: INCOSE, 2012. – 376 p.
- [8] ISO/IEC/IEEE 15288:2015 Systems and Software Engineering - System Life Cycle Processes.
- [9] *Novikov AM, Novikov DA*. Methodology: the dictionary of the system of basic concepts [In Russian]. – Moscow: Librocom, 2013. – 208 p.
- [10] *Leontiev AN*. Activity, consciousness, personality [In Russian]. – Moscow: Politizdat, 1975. – 304 p.
- [11] Mechanism Design and Management: Mathematical Methods for Smart Organizations / Ed. by Prof. D. Novikov. – New York: Nova Science Publishers, 2013. – 163 p.
- [12] *Novikov D*. Control Methodology. – New York: Nova Science Publishers, 2013. – 76 p.
- [13] *Rubinshtein SL*. Fundamentals of General Psychology [In Russian]. – Moscow: Uchpedgiz, 1946. – 704 p.
- [14] *Shadrikov VD*. Psychology of human activity and ability [In Russian]. – Moscow: Logos, 1996. – 320 p.
- [15] *Engeström Y*. Learning by Expanding. - Helsinki: Orienta Konsultit, 1987. – 426 p.
- [16] *Engeström Y*. Learning by Expanding: An Activity-theoretical Approach to Developmental Research. 2nd ed. - Cambridge: Cambridge University Press, 2014. – 338 p.

- [17] **Platonov KK**. Brief Dictionary of the System of Psychological Concepts [In Russian]. – Moscow: High school, 1984. – 174 p.
- [18] **Engeström Y**. The Future of Activity Theory: a Rough Draft / Learning and Expanding with Activity Theory. Ed. by Annalisa Sannino, Harry Daniels and Kris Gutierrez. - Cambridge: Cambridge University Press, 2009. – 367 p.
- [19] Proceedings of the First International Workshop on Activity Theory Based Practical Methods for IT-Design ATIT-2004. 2-3. September 2004, Copenhagen, Denmark.
- [20] **Lefevre VA**. Conflicting structures. 2nd ed. - Moscow: Soviet radio, 1973. – 158 p.
- [21] **Belov M**. General-System Modelling Framework of Complex Activity // 10th European Modelling Symposium on Mathematical Modelling and Computer Simulation. Ed. D. Al-Dabass, V. Colla, M. Vannuci, A. Pantelous. IEEE Conference Record No. 40530. Pisa, 2016. - 241 p.
- [22] **Knight F**. Risk, Uncertainty and Profit / Hart Schaffner and Marx Prize Essays. No. 31. - Boston and New York: Houghton Mifflin, 1921. – 381 p.
- [23] **Estefan J**. Survey of Candidate Model-Based Systems Engineering (MBSE) Methodologies / International Council on Systems Engineering (INCOSE). INCOSE-TD-2007-003-02. - http://www.omgsysml.org/MBSE_Methodology_Survey_RevB.pdf.
- [24] ISO/IEC/IEEE 42010:2011 Systems and Software Engineering - Architecture Description.
- [25] **Bogdanov AA**. General Organizational Science [In Russian]. – Moscow: Economy, 1989. V. 1. – 304 p. V 2. – 351 p.
- [26] **Novikov DA**. Cybernetica: from Past to Future. – Heidelberg: Springer, 2016. – 108 p.
- [27] **Rzewski G**. Self-organization in social systems. *Ontology of Designing*. 2014; 4(14): 8-17.
- [28] **Agafonov AY**. Science of consciousness: unsolved problems [In Russian]. *Ontology of Designing*. 2014; 2(12): 8-18.

Сведения об авторах



Белов Михаил Валентинович, 1959 г. рождения. Окончил Московский инженерно-физический институт (1982), к.т.н. (1988). В настоящее время — заместитель генерального директора компании ИБС. Автор более 40 научных работ по системотехнике, теории систем, исследованию операций, организации и управлению производством, экономике и финансам.

Mikhail Valentinovich Belov (b. 1959) He graduated from the Moscow Engineering Physics Institute in 1982, Ph.D. (1988). At present he is Deputy Director General of IBS. He is the author of more than 40 scientific works on system engineering, systems theory, research of operations, organization and management of production, economics and finance.



Новиков Дмитрий Александрович, 1970 г. рождения. Окончил Московский физико-технический институт (1993). Доктор технических наук (1998), профессор, член-корреспондент РАН. В настоящее время — директор Института проблем управления Российской академии наук, заведующий кафедрой интегрированных киберсистем Московского физико-технического института. Автор более 500 научных работ по теории управления системами междисциплинарной природы, в том числе по методологии, системному анализу, теории игр, принятию решений и механизмам управления социально-экономическими системами.

Novikov Dmitry Alexandrovich (b. 1970) graduated from the Moscow Institute of Physics and Technology (1993). Doctor of Technical Sciences (1998), Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences. Currently - Director of the Institute of Control Sciences of

the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Integrated Cyber Systems of the Moscow Institute of Physics and Technology. Author of more than 500 scientific works on the theory of management of systems of interdisciplinary nature, including methodology, system analysis, game theory, decision-making and mechanisms for managing socio-economic systems.