

Аспекты «Управленческой парадигмы Мира», подтверждающий умозрительный эксперимент, обратная задача структурной теории, пример

Леонид М. Пустыльников

Германия

Сентябрь 09. 2020

Аннотация. Статья предназначена, прежде всего, читателям, не имеющим подготовки в теории управления, но желающим познакомиться с этой теорией, в частности, - получить первичные сведения об «Управленческой парадигме Мира (УПМ)». Но и для опытных специалистов в области современной теории управления статья может оказаться полезной. Изложение содержит три части. Первые две читателю, вероятно, знакомы. В эти части внесены лишь дополнительные разъясняющие детали. В том числе, подчеркнуты типичные ошибки новичков. Третья часть – новая. В ней рассматриваются структурные соединения законов. Вводится понятие обратной задачи структурной теории схем и блоков. Приводится пример создания заранее заданной структуры. Методы обратной задачи представляют собой не что иное как математическое обеспечение создания новых структур в Природе, в частности, - новых законов физики. В целом обращено внимание на 4 направления синтеза новых структур, основанного на УПМ и замыкании обратной связью.

1. УПМ отвечает на вопрос, который обычно не задается: **почему сохраняющиеся структуры, наблюдаемые в Природе, сохраняются?** УПМ, выдвинутая выдающимся ученым современности А.Г.Бутковским, открывает новую, скрытую ранее, роль этих структур, **отвечая на данный вопрос так:** структура в Природе устойчиво сохраняется потому, что в течении всего времени своего существования является объектом управления в системе автостабилизации, созданной самой Природой. Как следствие такой трактовки, УПМ также утверждает, что наблюдаемая флуктуация сохраняемой величины есть не что иное как ошибка регулирования,

имманентно присутствующая в системе автостабилизации и никогда не обращающаяся в тождественный ноль.

Таким образом, УПМ вскрывает неизвестный ранее управленческий (кибернетический) механизм сохранения структур любой природы.

Чем же является УПМ с общенаучных позиций? Данная парадигма носит характер новой интерпретации, представляя нестандартную продуктивную точку зрения на причины наблюдаемого сохранения структур, объектов и величин, в том числе – и фундаментальных законов физики.

Подчеркнем ещё, что УПМ не носит ограничено качественный характер. Например, в [4] представлено **уравнение УПМ**.

УПМ, далее, установлена в результате проникновения современной теории управления в теоретическую физику. С тех пор многими учеными Мира (прежде всего, в России, а также - в Казахстане, Украине, Финляндии, Германии, Америке) внесен, опираясь на УПМ, существенный вклад в саму физику, прежде всего, - результаты более глубокого понимания целого ряда физических закономерностей. Так, например, для любых сохраняющихся структур, в частности, структур физики, УПМ **предсказывает**, что, если поддерживающая структуру природная обратная связь каким-то образом уничтожена, то такая структура существовать не будет, **разрушится**. Но, пожалуй, главным приобретением физики является **предсказательная сила** УПМ, следующая из **естественно возникающей** мысли о том, что если в согласии с УПМ сохраняющаяся структура – это объект управления в системе автостабилизации, то мы можем, **как и в любую систему автоматического управления, вмешаться в неё**, перестраивая её и преследуя при этом ту или иную цель. Отсюда и вытекает знаменитое изречение А.Г.Бутковского:

«Управленческая парадигма Мира даёт новую возможность посмотреть на «Законы Природы» не как на нечто постоянное и неизменное, а как на объект управления и искусственного конструирования, на возможность искусственно менять и устанавливать новые «Законы Природы»».

Таким образом, УПМ, **не опираясь на эксперимент**, открыла **принципиально** новую и ещё недавно неподозреваемую возможность в науке, **предсказывая обретение ненаблюдаемых ранее законов физики**.

При первом знакомстве приведенное утверждение А.Г.Бутковского обычно вызывает резкий протест, встречается, так сказать, «в штыки» и, прежде всего, большинством самих физиков! Однако, на прямой вопрос «что такое «Закон Природы»?» многие затрудняются сразу дать ясный и исчерпывающий **физико-математический** ответ.

Представим этот ответ [1]:

«З а к о н о м называется всякое равенство (называемое уравнением закона), для которого значение каждой входящей в него величины (понятия) может быть измерено (определено) совместно и независимо, каким-нибудь способом или способами, причем подстановка этих значений в уравнение закона превращает это уравнение в верное равенство; иными словами, уравнение закона есть не что иное, как тождество, определенное и верное для любой совокупности всех совместно и независимо измеренных (определенных) значений, входящих в уравнение величин (понятий), например, таковым является закон Ньютона: $F=ma$.»

Каждый закон не только открывает нам качественную и количественную картину, единую для всех явлений определенного класса. «Важность и практичность законов состоят ещё и в том, что знание этих законов, т.е. их уравнений, позволяет уменьшить число измеряемых величин, которые мы вынуждены измерять (непосредственно на опыте, в реальности, приборами); при этом остальные величины вычисляются с помощью **уравнений** закона («по формулам»). Таким образом, законы позволяют измерения заменить вычислениями (по определенным правилам, алгоритмам, программам), которые можно автоматизировать».

Теоретический пример установления нового «Закона Природы» представлен в [2].

Что же касается самого интересного - **фундаментальных законов физики**, то теперь, вследствие изложенного, перед нами две альтернативные – взаимоисключающие - точки зрения [3]:

Первая. Закон физики – это изолированная, инвариантная к любым воздействиям структура, застывшая и неизменяемая данность, недоступная для вмешательства.

Вторая. Закон физики – это структура, входящая как объект управления в замкнутую систему автоматического регулирования, встроенную самой Природой в ткань реальности и имманентно присутствующая в ней.

Какой из этих взглядов адекватнее отражает действительную природу физики?

УПМ дает на этот вопрос однозначный и не имеющий исключения **принципиальный** ответ: второй.

Но это ни в коем случае не означает «прощания» с первой точкой зрения. Обращение к тому или иному взгляду зависит от целей исследования, от постановки конкретной задачи. Вторая точка зрения вступает в силу, если нас интересуют причины и механизм сохранения рассматриваемого закона физики и возможности управления последним **вплоть до искусственного создания новых, ненаблюдаемых ранее, законов физики.**

2. Перейдем к изложению **уточненной и расширенной** версии примера экспериментального подтверждения УПМ.

Прежде всего, напомним, что всякая система автоматического управления всегда содержит задающую (эталонную) информацию – уставку. В природе – это некоторая идеальная структура, причем в строгом смысле никогда реально не существующая. Далее система включает в себя реальную структуру, регулятор, каналы прямой и обратной связи. В случае сохраняющейся природной структуры мы имеем дело с природной уставкой и природным регулятором. Возможны представления, в которых регулятор располагается либо в канале прямой, либо в канале обратной связи. Каналы прямой и обратной связи образуют замкнутый контур и **никогда не отождествляются**. Варианты каналов прямой и обратной связи, в частности, включающие понятия «природный регулятор» и «природная уставка», обсуждаются в [4].

Внимание! Обратную связь не следует путать с проявлениями 3-го закона Ньютона!

Кроме того, следует заметить, что УПМ интерпретирует **существующие природные структуры**. Поэтому, не всякие случаи искусственного замыкания обратной связью следует относить к УПМ. Должны наличествовать уставка и регулятор. Варианты, в которых замыкание не

содержит названные объекты, проявлениями УПМ **не являются**. О том, что такое регулятор, можно прочитать в [6].

Таким образом, **картины УПМ и искусственного замыкания обратной связью – разные качества!**

Если, продолжим, структура (закон Природы) подчиняется принципу наименьшего действия (ПНД), то в терминах УПМ действие – это природный регулятор, а структура, аннулирующая вариацию действия, - природная уставка. Подчеркнем, что, например, действие **не подобно** природному регулятору, а **есть** природный регулятор. Т.е. УПМ и следствия из неё утверждают **не аналогию** (сходство), а **интерпретацию** (толкование). Другими словами, об аналогии в УПМ речь не идет, а вводится, как говорилось, новое понимание, **новая точка зрения** на старые феномены – точка зрения, не отрицающая старое к ним отношение.

В частности, если кинетическая энергия в ПНД тождественно равна нулю (объект в покое), то необходимое условие минимума действия переходит в необходимое условие минимума потенциальной энергии. Например, потенциальной энергии гравитационного, или электростатического поля. Тогда, **с позиций УПМ**, сама потенциальная энергия становится природным регулятором (вывод, часто шокирующий не специалистов!). Исчезновение потенциальной энергии означает и исчезновение регулятора.

Конечно, при анализе следует контролировать и **достаточное** условие минимума действия (или потенциальной энергии). **В противном случае, мы рискуем вместо поддержания реальной структуры получить её разрушение** (например - неустойчивое равновесие).

Разумеется, описанные природные регуляторы, хотя и обладают значительной общностью, являются далеко не единственно возможными.

Ю.В.Даринский поставил вопрос, что называется, «бьющий в десятку», а именно: можно ли представить (хотя бы умозрительный, на частном примере) эксперимент по проверке утверждений УПМ? Конкретно, что произойдёт со структурой, если в поддерживающей её автоматической системе «выключить» **природный регулятор?**

Такой опыт представить себе можно. При этом подчеркнем, что речь пойдет **не об объявлении новой физической закономерности, а об экспериментальной проверке варианта самой УПМ.**

В согласии с УПМ структура существует лишь пока она устойчиво поддерживается регулятором в замкнутой системе управления. Отсюда сразу же вытекает, что если на практике мы каким-то образом ликвидируем природный регулятор, то структура объекта тот час же перестанет поддерживаться, утратит стабильность и, как следствие, прекратит своё существование, разрушится.

Наипростейший и наглядный пример подобного вмешательства выглядит так.

Рассмотрим потенциальную яму с шариком. Пусть, для простоты, яма по форме представляет собой параболоид (т.е. в вертикальных сечениях – параболы). Создадим реально такой макет (макет, который можно взять в руки). Согласно принципу минимума потенциальной энергии шарик займёт наинизшее положение. В качестве сохраняемого феномена (который мы условно будем называть «сохраняемым законом») примем реальное положение шарика (которое играет в рассматриваемом случае роль реальной структуры). Вследствие всегда присутствующих внешних возмущений положение шарика будет случайно и перманентно слегка отклоняться (по крайней мере на микроуровне) от своего наинизшего положения. Но гравитационное воздействие будет всё время возвращать шарик в наинизшее положение – положение минимальной потенциальной энергии. (В последнем легко убедиться, рассматривая разложение силы тяжести шарика на составляющие: нормальную к стенке параболоида в точке нахождения шарика и тангенциальную к стенке в этой точке, скатывающую). Т.е. непрерывно будут наблюдаться, как и указано в УПМ, флуктуации, в данном случае – флуктуации «закона».

Таким образом, **потенциальная энергия гравитационного поля – это и есть в данном случае природный регулятор**, стабилизирующий (сохраняющий) «закон» - энергетически наивыгоднейшее положение шарика. Регулятор (коротко - гравитация) воспринимает реальное положение шарика и своим воздействием непрерывно возвращает шарик в наинизшее положение.

Регулятор расположен здесь в канале обратной связи.

Подчеркнем, что сам регулятор (как и любой блок) не может являться каналом. Канал - это всегда передача воздействия «от чего-то к чему-то». **В данном примере канал обратной связи – это канал от выхода реальной**

структуры к выходу регулятора. Канал прямой связи – это канал от выхода регулятора ко входу реальной структуры.

Перед нами – картина частного конкретного проявления УПМ.

Можем ли мы указанный природный регулятор (потенциальную энергию гравитационного поля) выключить (**ликвидировав тем самым обратную связь**), причем, выключить не только в теории, но и на практике? Можем.

Известно, что внутри свободно падающей камеры (см., например, «лифт Эйнштейна» в [5]) наступает невесомость. Так, невесомость имеет место внутри спутника, так как спутник всегда участвует в двух независимых движениях: прямолинейном равномерном движении по инерции и свободном падении на Землю. Другими словами, внутри спутника гравитация выключена.

Поместим наш макет в спутник. Поддерживающего наинизшее положение шарика природного регулятора (гравитации) теперь нет. Тогда внешние возмущения будут сколь угодно далеко отодвигать шарик от наинизшего положения, помещая его не только на стенку, но и в любую внутреннюю точку параболоида. Шарик будет случайным образом «плавать» в яме, и ничто не будет возвращать его назад. (Нечто аналогичное мы наблюдаем в киносъёмках, показывающих поведение предметов в спутниках).

Итак, ликвидация поддерживающего природного регулятора обратной связи - гравитации сразу же ведёт к уничтожению сохранения самого рассматриваемого явления (структуры, объекта, величины), т.е. того, что мы условно назвали здесь «сохраняющимся законом» - наинизшим положением шарика. Рассматриваемый нами феномен существования явления после устранения природного регулятора целиком рухнул. Никакого сохранения «закона» больше нет.

Рассмотрим далее в качестве полости не параболоид, а эллипсоид вращения – замкнутую поверхность, образованную вращением эллипса вокруг своей оси. Пометим внутри этой поверхности две точки: «1» и «2» - условно самую «нижнюю» и самую «верхнюю» соответственно. Пусть вначале в обычных условиях шарик расположен в «1». Как и раньше, устойчивое положение шарика будем называть «сохраняющимся законом». Пусть это будет сохраняющийся закон «1». Как говорилось, устойчивое сохранение происходит здесь благодаря работе регулятора обратной связи –

гравитации. Когда мы выключили регулятор-гравитацию, закон разрушился, т.е. шарик больше не пребывает в «1». Выключение гравитации произошло потому, что мы поместили полость в свободно падающую камеру, т.е. камеру, идущую вниз с ускорением свободного падения.

Но мы можем осуществить ещё один шаг. Пусть камера опускается вниз с ускорением в два раза превышающим ускорение свободного падения. Тогда вновь возникает гравитация, но теперь она **поменяет** знак. С точки зрения наблюдателя в камере притяжение станет не «вниз», а «вверх» (это явление известно давно из рассуждений о «лифте Эйнштейна»). В этом случае и шарик поменяет своё положение и теперь устойчиво поместится в «2». У нас образовался **новый** «закон». Мы сами его сформировали, создав для этого вместо старого новый регулятор обратной связи.

Аналогичную картину, заметим, нетрудно представить и в отношении электростатического поля с пробным зарядом.

Таким образом, манипулируя регулятором (управлением), мы можем добиваться трёх разных качеств: **сохранение первичного закона, разрушение первичного закона, создание нового закона.**

Это – то, на что и указывал А.Г.Бутковский, имея в виду, что УПМ меняет нашу точку зрения на незыблемость законов Природы. **К законам Природы допустимо относиться как к объектам управления.**

Приведенные частные рассуждения подтверждают, что УПМ – фальсифицируемая теория, удовлетворяет критерию научности Поппера и открыта к своему экспериментальному опровержению.

3. Блочно-структурный метод [7] позволяет указать ещё одно направление УПМ. Так, формализм, наглядность и другие достоинства данного метода, помимо своих прочих назначений, могут служить ещё и основой синтеза новых структур, если только мы располагаем информацией о некоторых «старых». То или иное соединение блоков обычно эквивалентно одному новому блоку, причём последний может иметь качества, отсутствующие в каждом из составляющих блоков в отдельности. При этом, создавая из одних блоков другие, мы можем обращаться к прямым и (или) обратным постановкам соответствующих структурных задач конструирования.

Синтезированная структура может использоваться, например, в качестве эталонной, задающей структуры, играть роль новой уставки.

Остановимся вначале на нескольких частных иллюстрациях.

Так, параллельное включение структур молекулярного переноса с источником и стоком переносимой субстанции порождает удвоенную структуру переноса, свободную от источников и стоков (рис.1).

Последовательное соединение структур запаздывания и опережения даёт волновую структуру (рис.2).

Последовательное включение структур 2-го порядка со смешанными производными образует структуру 4-го порядка, не содержащую смешанных производных (рис.3).

Последовательное соединение структуры Шрёдингера с сопряжённой ей структурой эквивалентно структуре поперечных колебаний стержня (рис.4).

Заметим попутно, что структура Шрёдингера появляется не только в классической квантовой механике, но и в физике распространения акустических сигналов в подводных звуковых каналах океана [8] – неожиданная и полезная математическая аналогия явлений микро- и макромира.

Последовательное включение, далее, структур Лапласа даёт бигармоническую структуру (рис.5), и т.п.

Уже приведённые примеры подтверждают, что то или иное соединение исходных структур может образовать качественно новую структуру.

Перейдём теперь от частных иллюстраций к регулярным представлениям.

Напомним, что прямая задача (блочно) структурной теории [7] заключается в том, чтобы, зная структурную схему взаимосвязанных и взаимодействующих блоков, а также оператор каждого блока в отдельности, найти операторы всех каналов связей: от каждого входа системы к каждому её выходу.

Сформулируем обратную задачу. Пусть множество всех каналов связи представляет собой объединение трёх подмножеств: A , B и C . Подмножество A – это множество тех каналов связи, операторы которых известны и

фиксированы. Подмножество B – это множество тех каналов связи, операторы которых мы хотим получить - задаем априорно (требуемые или желаемые операторы). Наконец, подмножество C – это множество каналов, операторы которых находятся в нашем распоряжении (операторы-управления). Задача состоит в указании таких операторов в C , чтобы в результате операторы в B совпали с желаемыми. Понятно, что так поставленная задача может содержать различные исходы (как это, например, имеет место в [9]).

Пусть теперь структура L_n канала прямой связи охвачена обратной связью, описываемой структурой L_0 (рис.6). Данное замыкание образовало некоторую новую структуру L . Поставим следующую (обратную) задачу. Структура L задана априорно. Требуется указать такую структуру L_0 обратной связи, которая обеспечила бы появление структуры L .

Уравнение такой замкнутой системы имеет вид [7]

$$L_n + L_n L_0 L = L , \quad (1)$$

откуда искомая структура записывается в следующей символической (операторной) форме

$$L_0 = L_n^{-1} - L^{-1} . \quad (2)$$

В частности, если рассматриваемые структуры представляют собой распределённые стационарные объекты, то в терминах их передаточных функций (рис.7) уравнение (1) примет вид

$$W_n(x, \xi, p) + W_n(x, \xi, p) \otimes W_0(x, \xi, p) \otimes W(x, \xi, p) = W(x, \xi, p) , \quad (3)$$

а решение (2) – вид

$$W_0(x, \xi, p) = W_n^{-1}(x, \xi, p) - W^{-1}(x, \xi, p) \quad (4)$$

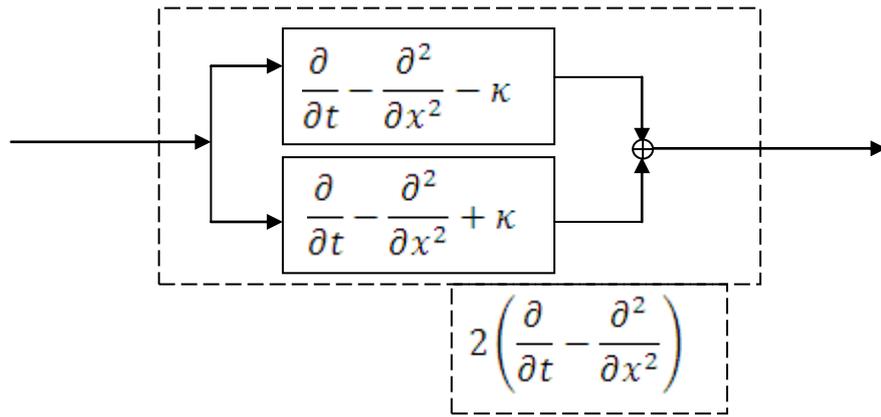


Рис. 1

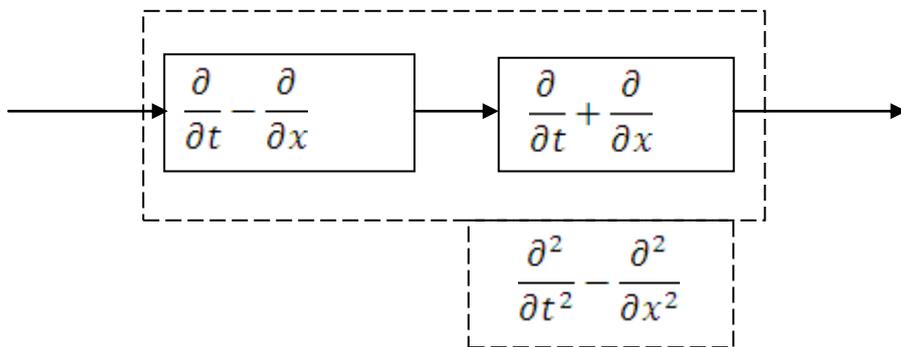


Рис. 2

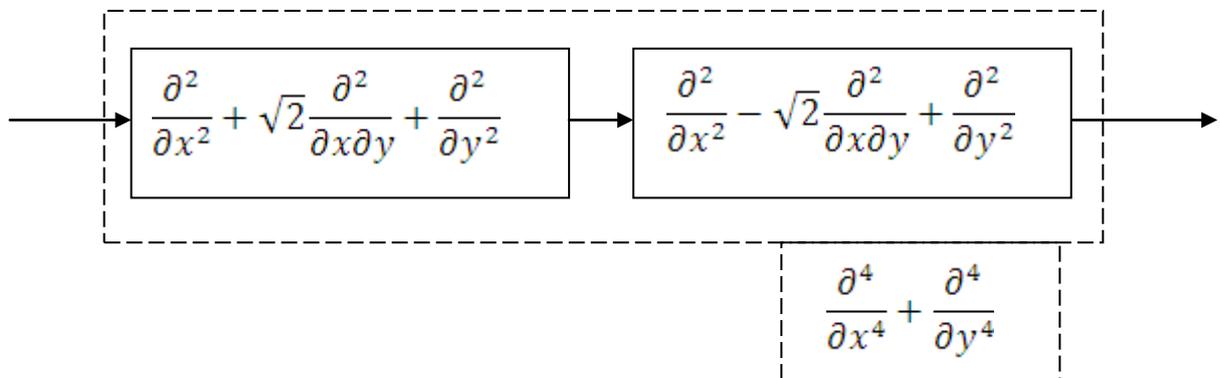


Рис. 3

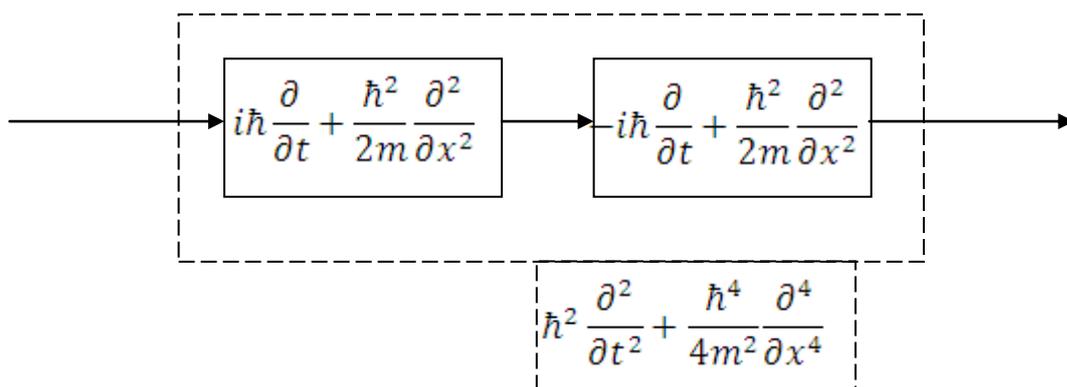


Рис. 4

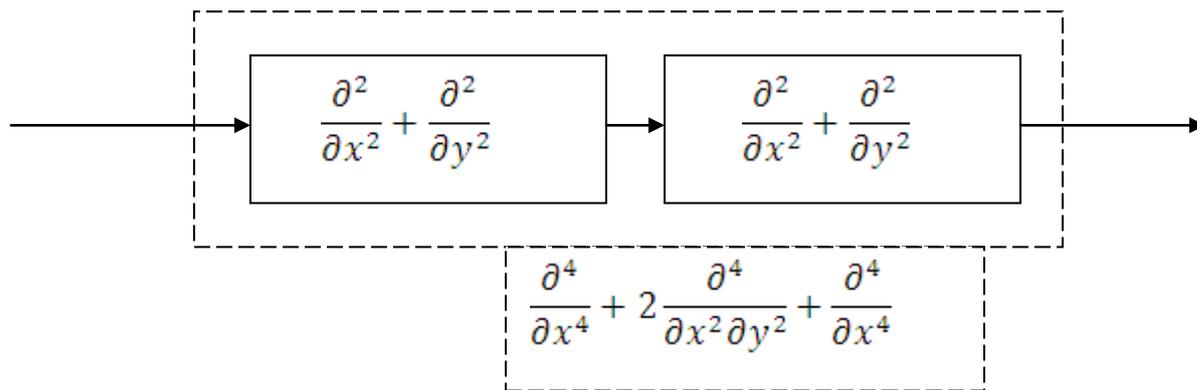


Рис. 5

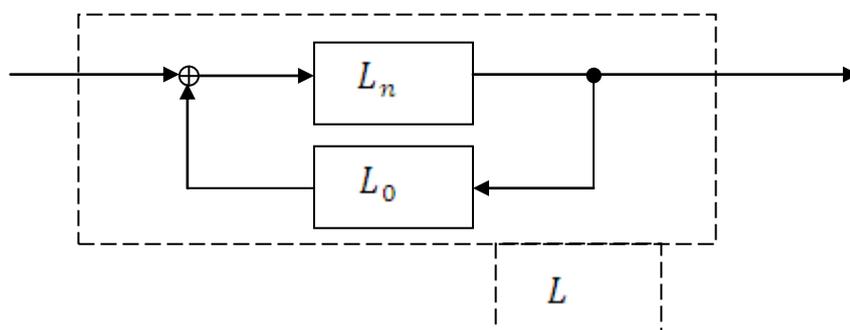


Рис. 6

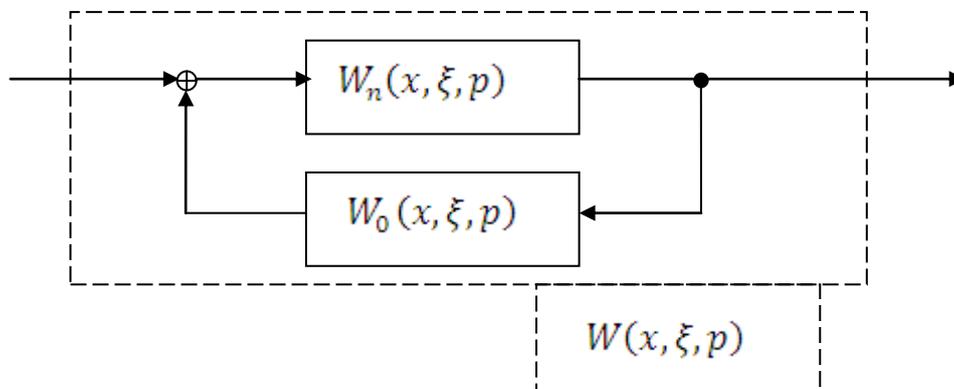


Рис. 7

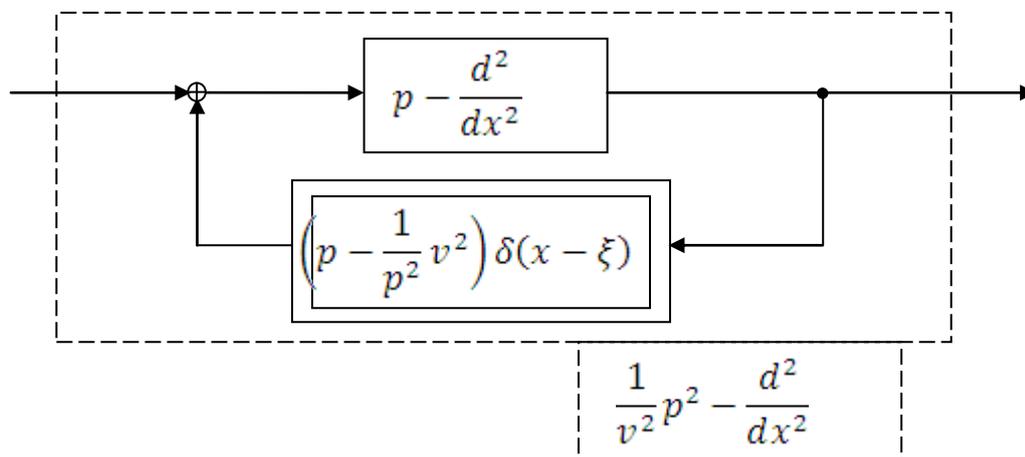


Рис. 8

Введём обозначение

$$W_{0n}(x, \xi, p) = W_n(x, \xi, p) \otimes W_0(x, \xi, p) . \quad (5)$$

Тогда (3) запишется как

$$W(x, \xi, p) - W_n(x, \xi, p) = W_{0n}(x, \xi, p) \otimes W(x, \xi, p) . \quad (6)$$

Это – интегральное уравнение Фредгольма 1-го рода относительно $W_{0n}(x, \xi, p)$.

Допустим, $W_{0n}(x, \xi, p)$ найдено. Тогда (5), в свою очередь, становится интегральным уравнением Фредгольма 1-го рода, но уже относительно искомой структуры $W_0(x, \xi, p)$.

Таким образом, $W_0(x, \xi, p)$ отыскивается здесь путём последовательного (каскадного) решения интегральных уравнений (6) и (5).

Если указанные процедуры осуществить в символической форме, то вновь придём к (4).

Приведём пример.

Пусть структура канала прямой связи порождена соотношениями

$$\left(\frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) Q(x, t) = w(x, t) , \quad Q(x, 0) = 0 , \quad -\infty < x < \infty , \quad t > 0 \quad (7)$$

т.е.

$$L_{n\phi} = \frac{\partial}{\partial t} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} . \quad (8)$$

Прямая и обратная функции Грина имеют соответственно вид

$$G_n = G_n(x, \xi, t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi t}} e^{-\frac{(x-\xi)^2}{4t}} , \quad (9)$$

$$G_n^{-1} = G_n^{-1}(x, \xi, t) = \delta(x - \xi) \delta'(t) - \delta''(x - \xi) \delta(t) . \quad (10)$$

Тогда, в изображениях по Лапласу

$$\tilde{L}_{n\phi} = p - \frac{d^2}{dx^2} , \quad (11)$$

$$W_n = W_n(x, \xi, p) = \frac{1}{2\sqrt{p}} e^{-\sqrt{p}|x-\xi|} , \quad (12)$$

$$W_n^{-1} = W_n^{-1}(x, \xi, p) = p\delta(x - \xi) - \delta''(x - \xi) \quad (13)$$

[10].

Потребуем, чтобы структура замыкания порождалась соотношениями

$$\left(\frac{1}{v^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2} \right) Q(x, t) = w(x, t), \quad Q(x, 0) = 0, \quad \frac{\partial Q}{\partial t}(x, 0) = 0, \quad (14)$$

$$-\infty < x < \infty, \quad t > 0.$$

Тогда

$$L_\phi = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial x^2}. \quad (15)$$

Говоря иначе, можно цель здесь ещё обозначить как **превращение параболической структуры в гиперболическую**.

Далее индекс « ϕ » будем опускать.

Теперь

$$G = G(x, \xi, t) = \frac{v}{2} \mathbb{1}(vt - |x - \xi|), \quad (16)$$

$$G^{-1} = G^{-1}(x, \xi, t) = \frac{1}{v^2} \delta(x - \xi) \delta''(t) - \delta''(x - \xi) \delta(t). \quad (17)$$

В изображениях по Лапласу

$$\tilde{L} = \frac{1}{v^2} p^2 - \frac{d^2}{dx^2}, \quad (18)$$

$$W = W(x, \xi, p) = \frac{v}{2p} e^{-pv|x-\xi|}, \quad (19)$$

$$W^{-1} = W^{-1}(x, \xi, p) = \frac{1}{v^2} p^2 \delta(x - \xi) - \delta''(x - \xi), \quad (20)$$

Тогда **искомая структура** канала обратной связи, обеспечивающая превращение параболической структуры (8) в гиперболическую структуру (15), принимает в соответствии с (4) с учётом (12) и (20) вид

$$W_0 = W_0(x, \xi, p) = \left(p - \frac{1}{v^2} p^2 \right) \delta(x - \xi) \quad (21)$$

(рис.8).

Теоретически задача решена до конца, причём, результат записан в явной форме.

В инженерных и технологических, искусственно организуемых, системах практическая реализация теоретически установленных рекомендаций, как правило, не вызывает принципиальных и, тем более, концептуальных затруднений. В естественных же структурах неживой Природы реализация подобных теоретических рецептов представляет самостоятельную и пока что ещё открытую проблему.

Примечания:

1. А.В.Бабичев, А.Г.Бутковский, Сеппо Похьолайнен. К единой геометрической теории управления. – М.: Наука, 2001
2. Л.М.Пустыльников. Пример формализации устанавливаемого нового закона. – СПб.: «Энциклопедический фонд России - russika.ru», 2020
3. Л.М.Пустыльников, О.И.Золотов, О.О.Фейгин, Ю.В.Даринский. Физико-кибернетический принцип взаимности. – СПб.: СПбГУТ, 2015
4. Л.М.Пустыльников. «Управленческая парадигма Мира» и связанные направления. – СПб.: «Энциклопедический фонд России - russika.ru», 2020
5. О.О.Фейгин, О.И.Золотов, Л.М.Пустыльников. Кибернетика физики. – СПб.: СПбГУТ, 2014
6. Е.П.Попов. Автоматическое регулирование и управление. – М.: Физматгиз, 1962
7. Л.М.Пустыльников. Структурные соединения. – СПб.: «Энциклопедический фонд России - russika.ru», 2020
8. Дж.Б.Келлер, Дж.С.Пападакиса. Распространение волн и подводная акустика. – М.: «Мир», 1980
9. Л.М.Пустыльников. Терминальное управление. – СПб.: «Энциклопедический фонд России - russika.ru», 2020
10. Л.М.Пустыльников. Состояние и структура. – СПб.: «Энциклопедический фонд России - russika.ru», 2020