

# ВОСПРИИМЧИВОСТЬ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАК ФАКТОР ДИНАМИЧНОГО РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

к.э.н. Матвеева О.Б.

Чиркова В.Ю.

Оренбургский филиал ИЭ УрО РАН

к.т.н. Коровин Ю.И.

Оренбургский государственный аграрный университет

г. Оренбург, Россия

подавляющее большинство современных продуктов получается в результате использования совокупности взаимодействующих технологий, образующих их биотехническую систему.

Подход к биотехническим системам как системам технологий позволяет исследовать их сложное поведение и восприимчивость к изменениям, вызванным внешними возмущениями. Путем анализа каждого типа связей этой системы, можно выделить целый перечень неустойчивых характеристик биотехнических систем, рассматриваемых как системы технологий в их постнеклассической и постиндустриальной трактовке. Для обоснования сложного поведения биотехнических систем определены следующие значения комплексного показателя:

- уровень кластеризации связей. Отражает структуру взаимных связей между компонентами системы с точки зрения тенденции их распределения: равномерной или кластерной;

- уровень информативности. Отражает способность компонентов системы игнорировать и использовать новую информацию на основе знаний;

- уровень рефлексивности. Отражает глубину рефлексивных образов у субъектов системы, представленность и степень взаимопроникновения субъектов системы в рефлексивные образы друг друга;

- уровень разнообразия связей между компонентами. Отражает количество взаимных связей между компонентами системы, их многообразие;

- уровень согласованности ценностей. Отражает наличие или отсутствие общего направления движения (вектора) у субъектов, наличие направляющего ориентира для их самоорганизации в виде перечня согласованных ценностей.

Исследование суммарной динамики изменения состояний значения комплексного показателя, соотнесение этой динамики с фазой жизни биотехнической системы, позволит произвести оценку степени и характера восприимчивости наблюдаемой системы к внешнему воздействию.

Предложено макроскопические свойства биотехнической системы описать через взаимодействие и конкуренцию значений комплексного показателя, а степень и характер восприимчивости системы к изменениям оценить через степень ее устойчивости/неустойчивости. Совокупность

состояний комплексного показателя за некоторый период времени, с точки зрения транспортируемой через них устойчивости/неустойчивости формирует следующие формы суммарного динамического портрета (таблица)

Таблица – Формы суммарного динамического портрета комплексного показателя в зависимости от формы жизни системы.

<b>Фаза жизни</b>	<b>Форма суммарного динамического портрета</b>
Устойчивость	Сопровождается спокойным состоянием комплексного показателя – они могут измениться, трансформироваться (ведь это неустойчивые характеристики) по своему содержанию, но не вносят в деятельность БТС значительной неустойчивости
Развивающаяся неустойчивость	Комплексный показатель вместе или по отдельности начинают увеличивать неустойчивость в биотехнической системе (раскачивать ее). В сумме их воздействие приведет к увеличению неустойчивости системы.
Затухающая неустойчивость	Значения комплексного показателя вместе или по отдельности начинают уменьшать неустойчивость в биотехнической системе. В сумме их воздействие приведет к уменьшению неустойчивости системы.
Бифуркация	Смена режима «обостряющая неустойчивость» на «затухающая неустойчивость» сопровождается выходом БТС на новую форму самоорганизации.

Для разработки методологии формирования суммарного динамического портрета, в рамках которой обоснованы принципы, процедура и методы оценки уровня неустойчивости, внешней в биотехническую систему через ее комплексный показатель, обосновано применением следующих методологических принципов:

1. Принцип неразрывности объективного и субъективного. Используемые в методологии процедуры и методы имеют как объективные, так и субъективные составляющие, которые являются неразрывным целым и не могут рассматриваться отдельно друг от друга.

2. Принцип целостности исследуемого явления или объекта выражаемый в неисчерпаемости способов его представления и извлекаемых из этого представления смысла.

3. Принцип значимости масштаба времени. Полученные результаты могут быть интерпретированы по разному в зависимости от выбранного масштаба времени.

То, что на малом масштабе может быть интерпретировано как затухающая неустойчивость, на большом будет интерпретировано как развивающаяся и наоборот.

Процедура формирования суммарного динамического портрета комплексного показателя, включающие выделение объективной и

субъективной сторон – обоснование следующей последовательности действий:

1. Определение параметров (границ) биотехнической системы. В силу их размытости необходим субъективный выбор.

2. Выбор временного интервала и периодичности отслеживания состояния значения комплексного показателя. Данный выбор может быть полностью объективным, но при этом всегда есть риск упустить локальные «режимы с обострением». Риск может быть значительно снижен с помощью привлечения субъективной оценки возможности и места существования таких режимов для исследуемых биотехнических систем.

3. Выбор основы для разбиения системы подсистемы (компонента системы). Исходя из диалектического принципа целостности явлений, любая биотехническая система может быть представлена через свои подсистемы бесконечным количеством способов. Выбор основы и глубины разбиения в предлагаемой методологии зависит от характера внешних возмущений, относительно которых оценивается восприимчивость системы к ним, ограничен объективными возможностями по выделению подсистем и отслеживанию их состояния. Выбрав основу, необходимо далее объективно и последовательно ее придерживаться.

4. Определение масштаба и характера учитываемые между подсистемами связей. Они имеют объективное ограничение по ревалентности, идентификации, наблюдаемости и могут быть ограничены субъективно по степени значимости.

5. Выявление связей между подсистемами в определенных ранее границах.

6. Итерационное применение методов оценки состояний комплексного показателя, формирование их суммарного динамического портрета на выбранном масштабе времени.

Предлагаются следующие методы оценки состояний комплексного показателя. Все множество значений каждого порядка разделено на четыре градации (от 0 до 3) [2].

В устойчивости и неустойчивости биотехническая система имеет качественно различные состояния. Для отслеживания таких состояний достаточно небольшого количества градаций, но с дифференцированным отражением их динамики. В качестве конкретных методов оценки уровня неустойчивости через параметры порядка в функционирование биотехнических систем использованы различные качественные и количественные методы оценки.

Для оценки уровня связей применена формула относительно информационной энтропии Шеннона, позволяющая измерить уровень неоднородности значений членов числовых рядов (1)

$$H_0 = \sum \left( \frac{S_i}{n} * \log\left(\frac{S_i}{n}\right) \right) / \log\left(\frac{1}{k}\right), \quad (1)$$

где  $S_i$  - значение членов числового ряда;

$n$  – равно сумме всех  $S_i$ ; суммирование производится по  $I$  от 1 до  $k$ ;  
 $K$  - равно количеству членов ряда.

Для расчета уровня согласованности ценностей применен метод ранговой корреляции Спирмена, определяющего фактическую степень параллелизма между двумя числовыми рядами изучаемых признаков, когда дается оценка точности установленной связи с помощью количественного коэффициента (2):

$$R = 1 - 6(\sum d^2)/(n(n^2 - 1)) \quad (2)$$

где  $\sum d^2$  - сумма квадратов разностей рангов, а  $n$  - число парных наблюдений.

Уровень информативности предложено рассчитать путем оценки вклада информационных сегментов в подсистемы биотехнической системы. Для оценки уровня разнообразия связей используем формулу потенциального разнообразия системы.

Высокой неустойчивости будет соответствовать ситуация приближения количества связей к количеству подсистем (их компонентов), а их среднего значения – к единице. Форма приближения к единице носит нелинейный характер, значимым является только среднее количество связей в диапазоне от 1 до 2 то есть для оценки уровня разнообразия связей нет необходимости выявлять все связи, если их среднее количество превышает 2.

Для характеристики уровня рефлексивности биотехнической системы использовать метод количественного описания. Носителем свойств рефлексивности является субъект (подсистема). Градация данного параметра порядка отражает представленность и степень взаимопроникновения подсистем биотехнической системы в рефлексивные образы друг другу.

Предлагаемые методы с одной стороны универсальны, то есть могут применяться к оценке состояний комплексного показателя любой биотехнической системы. С другой стороны могут содержать специфику предварительных процедур, которые зависят от особенностей конкретной биотехнической системы. Предлагаемые методы оценки состояний комплексного показателя, получили дальнейшее развитие в применении их для более сложных биотехнических систем.

Полученный суммарный динамический портрет, состоящий из значения комплексного показателя, позволяет перейти к формированию концептуальных основ механизма управления восприимчивостью биотехнических систем.

Предложен механизм управления восприимчивостью биотехнических систем, обеспечивающей согласование внутренней динамики развития системы и изменений, вызванных внешними возмущениями [2].

Основными составляющими восприимчивости биотехнических систем как единого целого являются:

– сама биотехническая система как единство совокупности своих подсистем, обладающих способностью к сложному поведению, разной степенью восприимчивости к воздействиям, вызванными внешними возмущениями;

- комплексный показатель биотехнической системы, отражающие внутреннюю динамику системы;
- внешние возмущения.

Предлагаемый механизм управления внешними возмущениями биотехнических систем основан на согласовании внутренней динамики развития систем изменений, вызванных внешними возмущениями (воздействием).

Объектами управления предлагаемого механизма являются как подсистемы биотехнической системы, так и действия по созданию внешних возмущений.

В силу целостности биотехнической системы и сложности ее поведения, каждое действие по созданию внешних возмущений может вызвать в ней как положительную, так и отрицательную для внешних воздействий реакцию. К тому же, рассматриваемая биотехническая система постоянно испытывает изменяющее ее воздействие внутренней и внешней среды.

Отслеживание сложного поведения в биотехнической системе осуществляется через комплексный показатель. По его состоянию невозможно сделать заключение о состоянии конкретной подсистемы биотехнической системы, но можно сформулировать прогноз о текущей реакции (восприимчивости) самой системы к изменениям, порождаемым внешними возмущениями. Постоянное отслеживание и согласование взаимодействия и конкуренции значений комплексного показателя позволяет направить (сориентировать) биотехническую систему в нужную, с точки зрения создаваемых внешних возмущений, фазу жизни.

С другой стороны, сами действия по согласованности взаимодействия и конкуренции значений комплексного показателя могут порождать изменения во внешних возмущениях.

Например, биотехническая система может в принципе не иметь состояний, способных воспринять внешние возмущения, если уровень затрат на приведение системы в такое состояние может нивелировать возможную выгоду от их воздействия.

В качестве субъекта управления могут выступать, как индивидуальные, так и суммарные подсистемы рассматриваемой биотехнической системы. Особенностью предлагаемого механизма является постнеклассическая интерпретация характера взаимодействия между подсистемами и объектом (биотехнической системой).

Субъект с одной стороны, имеет более широкие, чем у подсистемы границы, с другой стороны, является неотъемлемой ее частью.

Субъект постоянно меняется вместе с управляемой системой, и это изменение, в свою очередь приводит к изменению самой системы, ее внешней среды и других подсистем. В механизме управления субъект является не только основным субъектом управления, но и ключевым объектом управления и изменения.

Именно его уровень развития и занимаемая позиция могут переломить текущую траекторию развития системы и повлиять на восприимчивость (реакцию) всей биотехнической системы к внешним возмущениям. Так же субъектом управления могут выступать и другие подсистемы биотехнической системы путем согласования своего поведения через комплексный показатель.

Ресурсами управления реакцией (восприимчивостью) к внешним возмущениям являются: внутренняя динамика развития биотехнической системы и поставляемые внешней средой устойчивость и неустойчивость, выражаемые в трансформации и перераспределении энергетических, информационных, временных и др. ресурсов.

Методологической основой предлагаемого механизма являются:

– Согласованность внешнего возмущения и внутренней динамики развития биотехнической системы. С одной стороны внутренняя динамика системы имеет для нас более высокий приоритет, чем внешние возмущения. И этот приоритет реализуется через использование алгоритма управления целенаправленной системой. С другой стороны, управляющие воздействия производим только в «топологически правильном» состоянии биотехнической системы – в состоянии неустойчивости.

– Управление взаимодействием и конкуренцией значений комплексного показателя путем применения недетерминированного алгоритма поиска решения. Данный алгоритм отличается отсутствием гарантий в достижении поставленной цели, но обеспечивается вероятность ее достижения за ограниченное номинальное время.

– Определение текущей восприимчивости биотехнической системы к изменениям, вызванным внешними возмущениями, по суммарному динамическому портрету комплексного показателя.

Перечень применяемых для корректировки состояния и состава комплексного показателя управленческих методов и инструментов не является для предлагаемого механизма определяющим. Это могут быть методы управления внешней и внутренней средами, инструмента регулярного, стратегического, проектного менеджмента и т.д. Суммарный динамический портрет значений комплексного показателя позволит в данном случае, оценить результативность применяемых управленческих методов и процедур.

Действия по выработке альтернатив по устранению разрыва между желаемым и фактическим состоянием комплексного показателя, формированию гипотез и критериев отбора, действие по согласованию взаимодействия и конкуренции параметров порядка не детерминируются данным контуром и являются зоной профессионального разнообразия, творчества и свободы выбора методики.

Литература:

1. Бусленко, Н.П. Моделирование сложных систем / Н.П. Бусленко. – М.: Наука, 1968.

2. Огородников, П.И. Научно-технический прогресс-основа эффективной реализации инновационных проектов в АПК: монография/П.И.Огородников; отв.ред. А.И.Татаркин. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2009. – 228 с.