

## **ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ЕСТЕСТВОЗНАНИИ И В БИОМЕХАНИКЕ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА**

**В. И. Загrevский**

(МГУ имени А. А. Кулешова, Могилев, Беларусь)

Рассматриваются некоторые аспекты управления в технических, биологических, экономических и социальных системах. Приводятся наиболее значимые признаки одной из современных классификаций управления [2] и реализация некоторых подходов в математической модели синтеза движений биомеханических систем.

В наиболее общей формулировке под категорией «управление» можно понимать: «совокупность операций по организации некоторого процесса для достижения определенных целей» [2, с. 15]. И здесь же указывается на то, что в управлении можно выделить операции информационного, алгоритмического и энергетического содержания управления.

В работе [7] автор выделяет следующие аспекты управления:

1. Управление есть процесс связи между управляющей системой (УС) и объектом управления (ОУ) на основе обмена информацией.
2. Управление – это воздействие, как на внешнюю среду, в условиях которой действует и развивается ОУ, так и на сам ОУ и на процессы, которые в нем протекают.
3. Процесс решения всегда основывается на оценке степени достижения целей на всех этапах и циклах управления.

4. Управление в широком смысле всегда включает в себя процессы целеполагания, формирования целей управления, формирования соответствующих целей критериев управления.

5. Управление в широком смысле немислимо без обратной связи, осуществляемой через подсистемы или блоки измерения, контроля, оценки.

В изложенной выше характеристике особенностей управления [7] присутствуют те же ключевые понятия, что и в работе авторов [2], дополненной элементом обратной связи, отражающим принцип адаптивности ОУ. Однако отсутствие некоторых элементов управления не означает, что управление в системе полностью отсутствует. Поэтому, по результатам исследования в работе [7] отмечается, что основополагающими критериями при выявлении управления в системе являются признаки:

1. Системность. Если управление существует, то оно всегда связано с системой.

2. Направленность – придает развитию ОУ определенное направление через информационный и алгоритмический аспекты процесса целеполагания.

3. Детерминизм. Управление всегда причинно обусловлено и основывается на реализации причинно-следственных связей между процессами формирования результата управления.

Более детальная характеристика признаков описывается в работе [7], в которой, по мнению автора, в системе с управлением можно выделить 27 признаков классификации моделей ОУ. Предлагаемая автором [7] система классификации моделей ОУ по управлению является открытой и может дополняться и реконструироваться.

К управлению, как элементу синтеза в движениях биологических систем, можно применить следующие классификационные признаки моделей ОУ, описываемые в [7] и реализованные в работах [1; 3–6]:

1. Обеспеченность начальной информацией в управляющей системе (УС):

- *Программное управление* (техническое, технологическое). Управление при полной – априорной – начальной информации. Управление предварительно формируется на всей траектории моделируемой биосистемы.

- *Управление с обратной связью*. Управление при неполной начальной – априорной – информации. В моделировании биосистем ис-

пользуется для корректировки управления с целью достижения заданных целевых свойств биомеханической системы (БС).

2. Обеспеченность УС текущей («рабочей») информацией:

- *Разомкнутое управление.* Управление при полном отсутствии текущей («рабочей») информации. Используется для синтеза управления в БС при сформированном *программно-целевом управлении*.

- *Замкнутое управление.* Управление при наличии текущей информации о состоянии биосистемы. Используется для синтеза адаптивного управления в БС (например, для нейтрализации двигательной ошибки).

3. Характер текущей информации полученной от УС, ОУ:

- *Комплексное управление* – текущая информация об изменениях «внешней среды». Информация об изменениях «внешней среды» закладывается в математической модели синтеза движений биосистемы.

- *Оперативное управление* по отклонению – регулирование. Текущая информация об изменениях состояния ОУ, «выхода». Осуществляется, например, при использовании *финитного управления* в БС.

4. Характер воздействия:

- *Управление через цели.* Управление с воздействием на цели ОУ.

- *Управление с самонастройкой; управление с самоорганизацией.*

Управление с воздействием на структуру УС, ОУ, ограничение на фазовые координаты или «ресурсы» – синергетическое управление.

5. Характеристика «цели управления» относительно шкалы времени:

- *Финитное управление* – достижение цели, цель не повторяется в циклах управления. Задается начальное и целевое конечное положение ОУ по фазовым координатам и продолжительность движения ОУ по времени. Траектория управления (именно управления, а не движения ОУ) биомеханической системы (БС) строится алгоритмически в зависимости от начального и конечного значений БС по фазовым координатам и продолжительности движения БС по времени.

- *Программно-целевое управление* – достижение цели. Цель формируется по фазовым координатам ОУ или управления к заданному моменту времени или в момент прохождения общим центром масс (ОЦМ) биомеханической системы или звеном БС определенного положения по обобщенной координате. Также доступно формирование цели управления в виде любого биомеханического показателя из списка кинематических или динамических характеристик движения БС.

6. Оптимальное управление. Синтез оптимального управления в движениях биомеханических систем реализован в работах В.И. Загrevского (1995), О.И. Загrevского (2000), Д.А. Лавшука (2007).

Таким образом, следует отметить, что универсальность принципов управления распространяется на функционирование объектов любой природы, в том числе и на биомеханические системы.

### Список использованной литературы

1. Балонин, С. В. Фinitные модели динамики в спорте / С. В. Балонин, М. Б. Сергеев, В. С. Суздаль // Технические науки. – 2016. – № 3. – С. 32–37.
2. Душин, С. Е. Теория автоматического управления / С. Е. Душин, Н. С. Зотов, Д. Х. Имаев [и др.]; под ред. В. Б. Яковлева. – Москва : Высшая школа, 2003. – 567 с.
3. Загrevский, В. И. Синтез программного и фinitного законов движений в аналитических моделях управления конечным состоянием биомеханических систем / В. И. Загrevский, О. И. Загrevский // Человек. Спорт. Медицина. – 2019. – Т. 19. – № 1. – С. 93–99. DOI : 10.14529 / hsm190113.
4. Загrevский, В. И. Формализм Лагранжа и Гамильтона в моделировании движений биомеханических систем : монография / В. И. Загrevский, О. И. Загrevский, Д. А. Лавшук. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2018. – 296 с.
5. Капля, Е. В. Фinitное управление сервоприводами солнечных модулей // Технические науки – от теории к практике: сб. ст. по матер. ЛП Международ. науч.-практ. конф. – № 11(47). – Новосибирск : СибАК, 2015. – С. 243–244.
6. Лавшук, Д. А. Оптимизация техники гимнастических упражнений на основе данных имитационного моделирования двигательных действий / Д. А. Лавшук // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 1. – С. 72–75.
7. Субетто, А. И. Начало теории социального менеджмента (ноосферно-социальная парадигма) / А. И. Субетто; под научн. ред. заслуж. деятеля науки РФ, доктора эконом. наук, проф. В. Н. Бобкова. – СПб. : Астерион, 2012. – 264 с.