

УДК 37.014.5; 37:001.891.573

А. Н. Атрашенко

ОБ УПРАВЛЕНИИ УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Рассматриваются теоретические и методологические вопросы управления в многоуровневой образовательной системе. На ряде примеров рассматривается сущность понятий *устойчивость*, *устойчивое развитие*, раскрывается сущность управления устойчивым развитием образовательной системы. Приводится категориальный аппарат устойчивости систем.

Ключевые слова: образовательная система, устойчивое развитие, управление, процессы, входы, выходы, педагогическая система.

В повседневной практике мы сталкиваемся с явлениями при функционировании и развитии образовательных систем, когда поставленные цели, программы, планы, реформы или не выполняются, или отклоняются от намеченных траекторий и сроков. Как правило, это сопровождается снижением эффективности деятельности систем. В ряде случаев образовательная система может быть разрушена.

Устранять различные отклонения будет возможным путем соответствующего воздействия, которое возвращает образовательную систему на намеченную траекторию развития. Конкретные образовательные учреждения, относящиеся к одному и тому же типу образовательных систем, по-разному реагируют на одинаковые возмущающие воздействия. Некоторые образовательные учреждения обладают качествами, делающими их менее *чувствительными* к возмущающим воздействиям. Можно сказать, что они обладают повышенной *устойчивостью* к факторам, вызывающим кратковременные или длительные отклонения этих образовательных систем от намеченных целей их функционирования и развития. Неустойчивое развитие приводит к снижению эффективности работы образовательной системы, повышенному расходу различных ресурсов на поддержание жизнедеятельности системы. Отсюда возникает необходимость в ознакомлении с явлением устойчивости вообще и всей проблематики, связанной с управлением устойчивым развитием образовательных систем в частности.

Существует обширная литература по исследованию устойчивости технических, экологических, экономических, демографических и других социальных систем. Но категориальный аппарат устойчивости был создан благодаря исследованиям технических систем, так как они проще социальных и хронологически происходили первыми.

Под *устойчивостью* в широком смысле понимают способность системы возвращаться в состояние равновесия после того, как она была из этого состояния выведена под влиянием *внешних* или (в системах с активными элементами) *внутренних* возмущающих воздействий.

Понятие устойчивости применимо не только к системам, находящимся в покое, но и к движущимся. Устойчивость имеет многопорядковый уровень, что выражается математически при дифференцировании переменных величин $S - S' - S''$, например, перемещение (путь, расстояние), скорость, ускорение. Образно выражаясь, устойчивость велосипеду придает движение. «*Устойчивость движения* – это способность движущейся под действием приложенных сил механической системы почти не отклоняться от этого движения при каких-нибудь незначительных случайных воздействиях (легкие толчки, слабые порывы ветра и т. п.)» [1, с. 21].

Равновесие и устойчивость в социально-экономических системах – гораздо более сложные понятия, и ими можно пользоваться в основном как некоторыми аналогиями для предварительного описания поведения системы, вводя для оценки этих состояний некоторые косвенные характеристики [2].

В. Н. Мамонтов утверждает, что развитие социальной системы органически связано с ростом ее неустойчивости, которая требует от управления системой все большего искусства. То есть все время возникает потребность в «непрерывном решении» проблемы неустойчивости [3]. Живые организмы и социальные системы являются неравновесными. В. Н. Волкова и А. А. Денисов, учитывая принципиальную неравновесность сложных систем, предложили относительно таких систем использовать не просто термин *устойчивость*, а говорить об *устойчивом развитии*, или о *развивающейся устойчивости*. При исследовании устойчивости необходимо учитывать закономерности *целостности, историчности, самоорганизации* и другие *закономерности функционирования и развития систем* [2].

Развитие – процесс закономерного изменения, перехода из одного состояния в другое, более совершенное; переход от старого качественного состояния к новому, от простого к сложному, от низшего к высшему [4]. Устойчивое развитие основано на понятиях «устойчивость» и «развитие». Развитие предполагает постоянные изменения, а устойчивость характеризует стремление к постоянству. В результате такого синтеза возникает понятие «устойчивое развитие», смысл которого заключается в следующем. *Качество, которое появляется у новой системы «устойчивое развитие» – это стремление к постоянству относительно направления развития*. Если обеспечить постоянство положительного ускорения, то это и будет устойчивое развитие.

Управление устойчивым развитием многоуровневой образовательной системы, как и *устойчивость ее развития*, являются понятиями новыми и неисследованными в педагогике (образовании). Однако в качестве предварительного изучения следует воспользоваться знаниями об устойчивости, имеющимися в естественных и технических науках, а также в других социальных системах.

Для пояснения проблем устойчивости в социально-экономических системах вначале пытались использовать понятия и методы *теории автоматического управления (ТАУ)*. Первые объяснения модели стабилизации функционирования социально-экономических систем базировались на одном из фундаментальных принципов ТАУ – *принципе обратной связи*. При этом с учетом сложности процессов в таких системах предлагалось представлять процессы в них в виде совокупности контуров обратной связи по различным контролируемым параметрам, взаимодействие между которыми не предусматривалось. В последующем стали разрабатываться модели, в которых предпринимались попытки объединения разрозненных параметров [2, 5].

Простейшим случаем *устойчивого состояния образовательной системы* будет ее *равновесие*, т. е. такое состояние, в котором система остается сколь угодно долго при отсутствии возмущающих воздействий. Это не означает, что система потеряла свое динамическое состояние. Точнее будет сказать, что это есть *невозмущенное состояние потока*. Внешние или внутренние силы способны нарушить такое равновесие.

Если выходные преобразованные компоненты различной природы, исходящие из образовательной системы, будут равны входным компонентам, то система будет находиться в положении равновесия. Уменьшение или увеличение входных ресурсов, то есть внешние воздействия, будет выводить образовательную систему из положения равновесия. При этом может измениться ее внутренняя структура. Если система обладает устойчивостью, то через некоторое время она возвратится в прежнее или новое состояние равновесия. Таким образом, недостаток материальных, энергетических и информационных ресурсов приводит к нарушению устойчивости образовательного процесса. Устойчивость системы может также нарушиться, если будет изменяться и внутренняя среда системы.

В системе при потере устойчивости наступают *непропорционально крупные изменения*, нарушаются ее структура и организация, что приводит к хаосу, разрушению. Например, уволь-

нение из школы нескольких педагогов, отсутствие большого количества учеников из-за каких-то неблагоприятных условий. Если большое количество учеников перестанет посещать школу, то школа потеряет равновесие, ухудшатся многие ее показатели. В этом случае для школы потребуется другая алгоритмика управления. Обладающая достаточной устойчивостью школа через некоторое время восстановит свои прежние показатели. Другой пример, если уменьшается количество детей в сельской школе, то школа может перейти в другой статус. Например, из трехступенчатой школы стать двухступенчатой.

По общей теории устойчивости, разработанной великим русским математиком А. М. Ляпуновым, сложно организованные устойчивые системы способны гасить возникающие флуктуации физических параметров, тогда как неустойчивые системы, наоборот, усиливают возникающие флуктуации, что в конечном счете ведет к их разрушению [6]. Сам переход системы в новое или прежнее состояние может происходить разными путями, причем показатели качества восстановления равновесия могут быть различным. И. А. Вышнеградский в своих работах по автоматическому регулированию рассмотрел некоторые основные показатели качества процесса регулирования, т. е. возвращения системы в положение равновесия: *колебательность, монотонность, аperiodичность*. В ТАУ разработаны фундаментальные принципы управления: *разомкнутого* (программного) управления, управления *с упреждением* (компенсации), управления по отклонениям (принцип *обратной связи*) [2].

При моделировании развития системы устойчивость удобно отображать геометрически. Показательно, что области устойчивости систем не являются однородными, в каждой из областей устойчивости возвращение системы в прежнее положение происходит по-разному. Для выявления неоднородности возвращения системы в устойчивое состояние может служить диаграмма Вышнеградского. Мы не будем приводить решение характеристического уравнения третьего порядка $a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0$, для которого и построена диаграмма Вышнеградского, и находить его корни, так как она служит для систем автоматического регулирования, а для образовательных систем еще не найдены «уравнения» для подобных целей. Но эта диаграмма позволяет продемонстрировать качественно сущность неоднородности устойчивости, которая характерна для любых систем.

Предположим, что мы имеем дело с ситуацией устойчивости системы. В разных областях устойчивости мы будем наблюдать разные формы переходного процесса возвращения системы к устойчивому положению: аperiodический, монотонный, колебательный.

На плоскости *параметров Вышнеградского* $A = \frac{a_1}{\sqrt[3]{a_0^2 a_3}}$ и $B = \frac{a_2}{\sqrt[3]{a_0 a_3^2}}$, которые примем за оси координат, нанесем границу устойчивости (рис. 1).

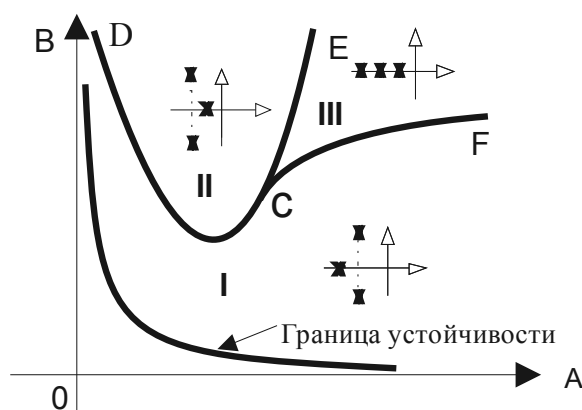


Рис. 1. Диаграмма Вышнеградского

Вся область выше границы устойчивости будет характеризовать устойчивое положение системы. В результате решения характеристического уравнения область устойчивости разбивается на три части: *I*, *II*, *III*. Этот график называется диаграммой Вышнеградского.

В области *III* (кривая ЕСF на рис. 1), получим аperiодический переходный процесс (рис. 2 в).

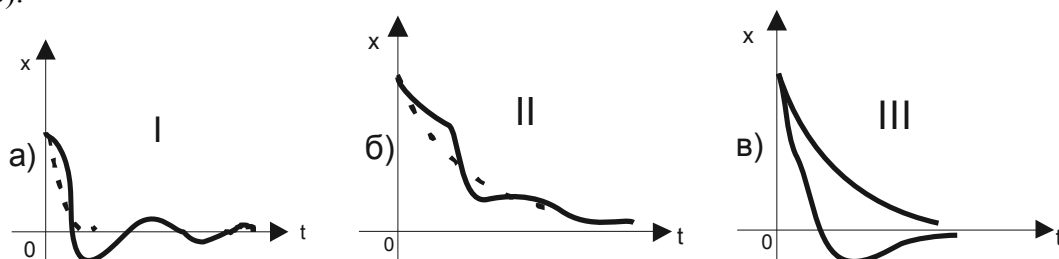


Рис. 2. Формы колебательного, монотонного и аperiодического процессов

Область *III* носит название *области аperiодических процессов* [7]. При таком процессе время возвращения системы в положение равновесия (ось 0-t) будет самым быстрым, т. е. равновесие восстанавливается быстрее всего.

В областях *I* и *II* переходный процесс будет иметь соответственно формы, показанные на рис. 2 а и 2 б. В области *I* быстрее затухает экспонента (пунктирная линия), и переходный процесс в основном будет определяться колебательной составляющей. Это будет *область колебательных процессов*. В области *II* (кривая DE на рис. 1), наоборот, быстрее затухает колебательная составляющая (рис. 2 б). Это будет область *монотонных процессов* [7]. То есть все эти графики показывают, что система устойчива, только время перехода к положению равновесия разное, наиболее экономичное показано на рис. 2 в.

Практическая полезность построения плоскостей устойчивости важна не только с точки зрения наглядности и понимания неоднородности устойчивости, но имеет предсказательную функцию и может служить для выявления закономерностей, происходящих в образовательной системе.

Если руководством школы принимается решение об инновационном развитии образовательной системы, то нужно понимать, что ее свойства, характерные при обычном функционировании, могут измениться при развитии, когда многие процессы ускорятся и, возможно, возникнет нехватка ресурсов и т. п. Предсказуемое поведение образовательной системы в процессе функционирования сменится непредсказуемостью в процессе развития. Может возникнуть напряженность в коллективе, недовольство нововведениями, ухудшение показателей, что приведет как минимум к отказу от развития.

Анализ понятия устойчивости в системах различной природы позволяет нам привести категориальный аппарат понятия устойчивости:

1) *состояние равновесия* образовательной системы (*уровни равновесия*); 2) *устойчивость* (устойчивое состояние равновесия, неустойчивое состояние равновесия, факторы устойчивости, условия устойчивости, локальная устойчивость, устойчивость в целом, фазы устойчивого и неустойчивого развития); 3) *параметры устойчивости* (пределы устойчивости, область устойчивости системы, запас устойчивости системы, виды устойчивости); 4) *критерии устойчивости* (показатели качества управления устойчивым развитием; форма переходного процесса к состоянию равновесия: монотонность, колебательность, аperiодичность); 5) *восстановление устойчивости* (системы с активными элементами; влияние обратных связей на устойчивость развития; управление по отклонениям: принцип обратной связи; механизмы приведения системы в устойчивое состояние; *управление с упреждением* (компенсацией); *ра-*

замкнутое (программное) управление; глубина отрицательной обратной связи); 6) самоорганизующиеся системы (принципиальная неравновесность образовательных систем; бинарность естественных процессов: устойчивость – управляемость, устойчивость – развитие; зависимость устойчивости от пространства, времени (внутренний масштаб времени), сложности системы; 7) устойчивое развитие (устойчивость системы управления; управление устойчивым развитием; управляемость (переход системы из одного состояния в другое); 8) методы и модели исследования устойчивости.

В основе стабильно высокого результата функционирования лежит принцип активного реагирования самой образовательной системы на изменение среды деятельности. Так как образовательная система – это бюджетная отрасль, в целом она дотируема, то она не может обеспечивать себя финансовыми и материальными ресурсами. Поэтому принцип активного реагирования образовательной системы на изменение среды заключается в опережающем характере образования. Содержание образования не должно значительно отставать от новых знаний, получаемых наукой, передовой техникой и технологией. Педагогическая наука и практика должны обеспечивать образовательный процесс соответствующими методиками и технологиями обучения.

Какие воздействия могут вывести образовательную систему из состояния равновесия? Возмущающими воздействиями, нарушающими равновесие образовательной системы, могут быть любые входные воздействия вещественной, энергетической и информационной природы, поступающие на вход системы или изменения внутри самой системы. Максимально рациональное использование имеющихся средств, высокая организованность социальной системы повышают ее устойчивость. Возмущающими воздействиями, приводящими систему к неустойчивости, будут информационный разрыв между уровнями образовательной системы, социальная несправедливость и т. п.

Как повысить устойчивость развития образовательной системы? В ТАУ оперируют понятием запас устойчивости системы. Это же понятие можно применить и для образовательной системы. Что может являться запасом устойчивости в образовательной системе? Наличие каких ресурсов требуется, чтобы в любой момент без дополнительных затрат они были вовлечены в деятельность образовательной системы? Так как устойчивость может быть потеряна по любому параметру, то запас устойчивости может быть создан из любых входящих в систему компонентов. К таким компонентам относятся необходимое количество учащихся и педагогов, хорошая материальная база, наличие дополнительных внутренних финансов, высокий профессионализм педагогов, определенная терпимость, понимание, хороший психологический климат в коллективе, высокая воспитанность, развитость, здоровье учащихся, высокий престиж школы среди населения и т. д. Но на сами компоненты могут быть наложены нормативные ограничения. Например, нельзя держать «лишних» учеников и педагогов в качестве некоторого запаса устойчивости. Между ними должно быть соответствие, а запас устойчивости должен создаваться по качеству участников образовательного процесса, такому, чтобы количество учеников и учителей не уменьшалось. То есть не должно быть отсева и увольнений, а для этого у всех должно быть хорошее здоровье и высокая успеваемость, высокая квалификация. По ним и нужно создавать запас устойчивости.

Запас устойчивости системы обеспечивается заранее и заключается в упреждающем создании необходимых качеств, резервов. Введем такое понятие, как «общий запас устойчивости»? В чем его смысл? Например, если мы имеем запас устойчивости по ряду параметров, то общий запас устойчивости будет равен наименьшему из них. Разные параметры образовательной системы будут иметь разные области устойчивости. Но даже один «неустойчивый» пара-

метр может расшатать всю систему, и устойчивое развитие начнет прекращаться при достижении границы самого нижнего параметра.

Представим ситуацию, когда школа имеет большой запас устойчивости почти по всем параметрам, кроме одного. Общий запас устойчивости будет большим. Но школа может неустойчиво развиваться именно по слабому параметру. Получается, что общий запас устойчивости не спасает школу от возможности потерять устойчивость своего развития. Дело, однако, заключается в том, что при большом общем запасе устойчивости повышается вероятность устойчивого развития. *Запас устойчивости системы в целом будет определяться совокупностью разнообразных параметров. При этом должно выполняться условие, чтобы ни один единственный параметр не перешел свой порог устойчивости.*

Отдельного человека можно рассматривать как элементарную образовательную систему, которая также может быть выведена из состояния устойчивого развития. Например, у студента, интенсивно занимающегося спортом, в процессе тренировок накапливается усталость. В итоге падают не только его спортивные результаты, но растрачивается и запас его жизненных сил. Можно сказать, что спортсмен теряет запас устойчивости своих спортивных показателей, показателей силы, здоровья. В. Ф. Пешков предлагает методику восстановления работоспособности спортсменов. Он считает целесообразным применение средств восстановления спортсменов непосредственно в процессе тренировок, а не после окончания тренировочных занятий [8]. Такая восстановительно-профилактическая методика хорошо согласуется с понятием «локальной устойчивости» в теоретических работах по устойчивости систем различной природы. То есть устойчивость спортивных показателей, работоспособности в целом требует обеспечения локальной устойчивости в каждый отдельный период тренировочных занятий.

Таким образом, для образовательных систем под понятием «устойчивое развитие» будем понимать постоянное, в пределах некоторого определенного периода времени, улучшение или сохранение на высоком уровне основных показателей деятельности образовательных систем того или иного уровня. В качестве таких показателей могут выступать: а) улучшение качества успеваемости; б) улучшение здоровья детей; в) возраст и квалификация педагогического персонала и др.

Список литературы

1. Новая иллюстрированная энциклопедия. Кн. 19. Ун–Че. М.: Большая Российская энциклопедия, 2004. С. 21.
2. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник: учеб. пособие для вузов / под ред. В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. М.: Высш. шк., 2004. 616 с.
3. Мамонтов В. Н. Феноменология современной жизни как феноменология осознания проблемы неустойчивого развития и предложения к ее решению // Образование и наука на пороге третьего тысячелетия. Сб. тезисов Международного конгресса. Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 1995. 312 с.
4. Ожегов С. И. Словарь русского языка. М., 1990. 921 с.
5. Черняк Ю. И. Системный анализ в управлении экономикой. М.: Экономика, 1975. 191 с.
6. Турченко В. Н., Шафранов-Куцев Г. Ф. Россия: от экстремальности к устойчивости (методология устойчивого развития): монография. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2000. 204 с.
7. Бесекерский В. А., Попов Е. П. Теория систем автоматического регулирования. Издательство «Наука». Главная редакция физико-математической литературы. М., 1972. 768 с.
8. Пешков В. Ф. Формирование знаний и умений восстановительно-профилактической направленности у студентов факультета физической культуры // Вестн. Томского гос. пед. ун-та (Tomsk State Pedagogical University Bulletin). 2003. Вып. 3. С. 47–49.

Атрашенко А. Н., кандидат педагогических наук, зав. лабораторией.

Институт развития образовательных систем РАО.

Пр. Комсомольский, 75, Томск, Россия, 634041.

E-mail: upravlenie512@inbox.ru

Материал поступил в редакцию 01.02.2013.

A. N. Atrashenko

ABOUT MANAGEMENT OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE EDUCATIONAL SYSTEM

The article considers theoretical and methodological questions of management in the multi-layered educational system. Some examples demonstrate essence of the notions stability, and sustainable development, open the essence of management of sustainable development of the educational system. The article shows a categorical apparatus of the stability of systems.

Key words: *educational system, sustainable development, management, processes, inputs, outputs, pedagogical system.*

Institute of Educational Systems Development RAE.

Pr. Komsomolsky, 75, Tomsk, Russia, 634041.

E-mail: upravlenie512@inbox.ru