

УДК 687.13

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ШКОЛЬНОЙ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОДЕЖДЫ

<sup>1</sup>Слесарчук И.А., <sup>2</sup>Помазкова Е.И., <sup>1</sup>Кривошеев В.П.

<sup>1</sup>ФГОУ ВПО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», Владивосток, e-mail: slesarchuk65@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГОУ ВПО «Амурский государственный университет», Благовещенск, e-mail: pomazkovaei@mail.ru

Выявлена необходимость и важность профилактики нарушений осанки у детей с помощью специализированной одежды именно в условиях школьного обучения, где вследствие доминирования сидячей рабочей позы наиболее велик риск возникновения заболеваний опорно-двигательного аппарата. Установлены причины низкой эффективности существующих корректоров осанки, заключающиеся в несовершенстве подходов к их проектированию. Доказана возможность проектирования одежды специализированного назначения для профилактики и лечения различных заболеваний на основе использования принципов теории управления сложными системами. Сущность предлагаемого концептуального подхода к проектированию профилактической школьной одежды на основе теории управления заключается в установлении структуры и параметров составных частей системы для придания реальному процессу управления желаемых свойств и заданного качества на основе изучения процессов в системе «ребенок-профилактическая одежда-учебная деятельность». Разработана модель управления процессом коррекции осанки с помощью профилактической одежды, позволяющая проводить дальнейшие исследования в области поиска новых конструктивно-технологических решений.

**Ключевые слова:** профилактическая одежда, нарушения осанки, двигательный стереотип, теория управления

## APPLICATION OF THE THEORY OF CONTROL IN THE DESIGN OF THE SCHOOL OF PREVENTIVE CLOTHES

<sup>1</sup>Slesarchuk I.A., <sup>2</sup>Pomazkova E.I., <sup>1</sup>Krivosheev V.P.

<sup>1</sup>Vladivostok State University of Economy and Service (VSUES), Vladivostok, e-mail: slesarchuk65@mail.ru;

<sup>2</sup>Amur State University (ASU), Blagoveshchensk, e-mail: pomazkovaei@mail.ru

Discusses the importance of the problem of designing clothes for the prevention of violations of posture in terms of schooling. Proved the necessity and expediency of the use of new approaches in the design of clothing for the prevention of violations of posture in children. There is substantiated the acceptability of the use for these purposes the theory of management of complex systems. Developed the concept of the design of preventive and curative clothing in accordance with the principles of the theory of management is to change with clothes status posture of the child in accordance with a set programme of formation of the correct dynamic stereotype. For the organization of process control system of «child – preventive clothing – educational activity» has developed a detailed scheme of management of the process of correction of posture, which allows the definition of the nomenclature of parameters of the management system with the aim of adequate coordination of biological and technical links.

**Keywords:** preventive clothes, violations of posture, motor stereotype, theory of control

В настоящее время одной из самых распространенных патологий в детском возрасте является нарушение осанки, встречающееся, по данным статистики, у каждого третьего учащегося общеобразовательных школ. При этом практически все специалисты вследствие того, что дети большую часть своего времени находятся в вынужденной статической позе непосредственно во время учебного процесса, именно школу считают основным местом профилактики нарушений осанки [12]. В настоящее время из-за возрастающей интенсивности учебной нагрузки решение этой достаточно серьезной проблемы во многом связано с использованием специализированной одежды, к которой относят всевозможные корректоры осанки, призванные возвращать позвоночнику правильное физиологическое положение и формировать тем

самым устойчивый статико-динамический стереотип ребенка.

Низкая эффективность коррекции осанки с помощью существующих корректоров позволяет сделать вывод о неприемлемости традиционных подходов к проектированию одежды для профилактики нарушений осанки. Существующие в швейной промышленности принципы проектирования такой специализированной одежды, на наш взгляд, обусловлены рассмотрением осанки преимущественно с морфологической точки зрения [4, 8]. Опираясь на такие характеристики осанки, как форма позвоночного столба, грудной клетки, положение головы, верхних и нижних конечностей, главной задачей при создании конструкций корректоров является жесткая фиксация позы с целью принудительного распрямления позвоночника и стабилизации правильной формы фигуры.

Весьма успешный клинический и исследовательский опыт накоплен в области создания специализированной медико-реабилитационной одежды для лечения заболеваний, связанных с нарушением или утратой двигательных функций человека. В результате воздействия на объект с помощью специфических медицинских технологий и ряда технических средств, способных управлять функциональной пластичностью двигательного аппарата, удается добиться заданного изменения состояния организма человека [5, 6, 9, 10].

В медицине [15] существующая система профилактических мер (занятия физкультурой и спортом, лечебная гимнастика, физиотерапевтические процедуры, массаж, рациональная организация предметно-пространственной среды и контроль осанки) основывается на представлениях об условно-рефлекторной деятельности человека, разработанных великими русскими физиологами. Согласно такому подходу к профилактике и лечению нарушений осанки, наиболее важными факторами, характеризующими осанку, являются состояние рефлекторных механизмов поддержания позы и общая регуляция ее высшими отделами центральной нервной системы (ЦНС).

С физиологической точки зрения осанка – это осознанно приобретаемый навык, привычка, динамический стереотип, то есть система определённых двигательных рефлексов. Добиться необходимого двигательного действия от человека и, следовательно, от всей системы можно многократным воздействием на систему и коррекцией ее реакции на эти воздействия [2]. При таком целенаправленном воздействии на объект посредством обратной связи с помощью

определенной управляющей системы, в качестве которой может выступать человек, естественный или искусственный орган (устройство) и др., можно придать системе желаемые свойства, т.е. управлять ею. В данном случае, осуществляя с помощью профилактической одежды целенаправленное, систематическое стимулирующее воздействие на отвечающие за двигательные рефлексы зоны организма ребенка, можно управлять состоянием опорно-двигательного аппарата ребенка и формировать тем самым навык правильной осанки.

Идея рассмотрения организма ребенка как управляемой системы, а одежды – как средства управления, легла в основу научных исследований Помазковой Е.И. [13]. **Целью** настоящей статьи явилось изложение и обобщение некоторых основных результатов работы по использованию теории управления при проектировании детской профилактической одежды.

Предлагаемый подход к разработке школьной одежды для профилактики нарушений осанки представлен в виде общей концептуальной схемы (рис. 1). Объектом управления (ОУ), т.е. объектом, на который направляется управляющее воздействие, служит учащийся. Операция управления реализуется управляющим устройством (УУ), которым в случае проектирования одежды для профилактики нарушений осанки является центральная нервная система (ЦНС).

ЦНС на основании воздействия посредством определенных элементов школьной одежды (задающего воздействия  $G(t)$ ) вырабатывает управляющее воздействие на организм ребенка  $U(t)$  и поддерживает на заданном уровне выходную величину  $Y(t)$ .

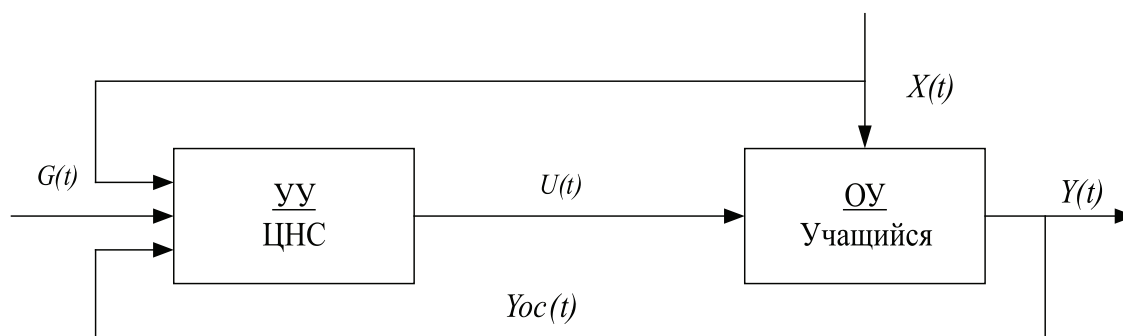


Рис. 1. Концептуальная модель системы управления организмом ребенка посредством профилактической одежды

Поскольку в основу управления живых организмов положен механизм рефлекторного кольца, то в случае недостаточного с точки зрения формирования осанки выравнивания через позвоночного столба в мозгу ребенка через аппарат памяти формиру-

ется сигнал обратной связи  $Yoc(t)$ . Этот сигнал по эффекторным каналам поступает в ЦНС и сообщает о рассогласовании  $\varepsilon(t) = G(t) - Y(t)$ . Величина рассогласования  $\varepsilon(t)$  корректируется нервной системой до тех пор, пока позвоночник ребенка не

займет правильное положение. Таким образом, в случае проектирования профилактической одежды можно говорить об управлении по отклонению. На  $OY$  в данном случае действуют внешние возмущающие воздействия  $X(t)$ , основным из которых, существенно влияющим на регулируемую величину, является вынужденная статическая поза, определенная регламентом учебных занятий.

В математической форме процесс функционирования системы  $S$  можно описать во времени оператором  $F_s$ , который преобразует независимые (экзогенные) переменные  $G(t)$ ,  $U(t)$ , и  $X(t)$  в зависимые (эндогенные)  $Y(t)$  в соответствии с соотношениями вида [14]:

$$Y(t) = F_s(G(t), U(t), X(t), t). \quad (1)$$

$$I = \int_{t_0}^{t_k} f(Y(t), G(t), U(t), t) dt \rightarrow \min(\max)_{U(t)}, \quad (2)$$

где  $t_0, t_k$  – временные границы учебного дня, ч.

Поскольку в данном случае требуется обеспечить равенство выходного сигнала системы  $Y(t)$  заданной величине  $G(t)$ , функционал  $I$  отображает величину рассогласования  $\varepsilon(t) = G(t) - Y(t)$  между заданным и действительным состояниями системы.

Задача оптимального управления процессом формирования осанки состоит в корректировании величины рассогласования до тех пор, пока позвоночник не займет правильное положение, т.е. в обеспечении минимального значения функционала  $I$  и, следовательно, наибольшей точности поддержания заданного значения в процессе регулирования:

$$I = \int_{t_0}^{t_k} \varepsilon^2(t) dt \longrightarrow \min. \quad (3)$$

Разработанная концептуальная модель системы управления организмом ребенка посредством профилактической одежды представлена в самом общем виде и не позволяет определить конкретные способы целенаправленного воздействия на организм ребенка средствами управления.

Для решения этих задач на основе проведенного биомеханического анализа процесса формирования нарушений осанки [7] и механизма нервной регуляции двигательных актов [1] разработана детализированная схема управления процессом коррекции осанки, реализующая принцип управления по отклонению (рис. 2). Она уточняет содержание и роль объекта управления и управляющих функций центральной нервной системы при решении поставленной задачи.

Управление – это целенаправленное воздействие на управляемый объект, приводящее к заданному изменению его состояния или удержанию в заданном состоянии [3]. С этих позиций задача создания школьной одежды, формирующей осанку, состоит в оказании такого воздействия на организм ребенка, при котором состоянием опорно-двигательного аппарата, возникающие при неправильной учебной позе, регулировались бы до занятия позвоночником положения, соответствующего правильной осанке.

Таким образом, основная цель управления состоянием опорно-двигательного аппарата ребенка – перевод системы в новое состояние с выполнением некоторого критерия оптимальности  $I$ , характеризующего качество ее функционирования:

Объектом управления в данном случае служат мышцы учащегося ребенка, поскольку любая двигательная реакция организма осуществляется при участии мышц, которые, превращая скелет в систему рычагов, способствуют перемещению тела в пространстве. В случае длительного нахождения ребенка в фиксированной позе («позе ученика») происходит перенапряжение мышц пальцев (преимущественно 1, 2, 3), предплечья, плеча, шеи и головы, трапециевидных мышц, крестцово-остистых и косых мышц живота. Неравномерность гипертонуса скелетных мышц вследствие возникновения чрезмерно большого опрокидывающего момента относительно одной или двух плоскостей пространства, занимаемого телом человека, приводит к тому, что позвоночник вынужден будет изменить свою форму в соответствии с условиями нагружения [7].

В блоке управления в результате афферентного анализа рецепторами информация от задающих воздействий  $g_1(t), g_2(t), \dots, g_n(t)$  перерабатывается и частично в виде информационных сигналов  $g'_1(t), g'_2(t), \dots, g'_n(t)$

передается в блок памяти для последующей обработки и формирования управляющих ответных реакций. В блоке памяти происходит формирование афферентной программы развития ситуации, кинематической и динамической программ движений, их запоминание и считывание. Другая часть преобразованных в нервные импульсы информационных сигналов задающих воздействий через рецепторы передается в нервные центры головного мозга, откуда по

эфферентным каналам попадает на исполнительный орган (мышцы торса), регулируя их тонус путем управляющих воздействий  $u_1(t)$ ,

$u_2(t), \dots, u_n(t)$ . В результате система переходит в новое состояние, характеризующееся выходными параметрами  $y_1(t), y_2(t), \dots, y_n(t)$ .

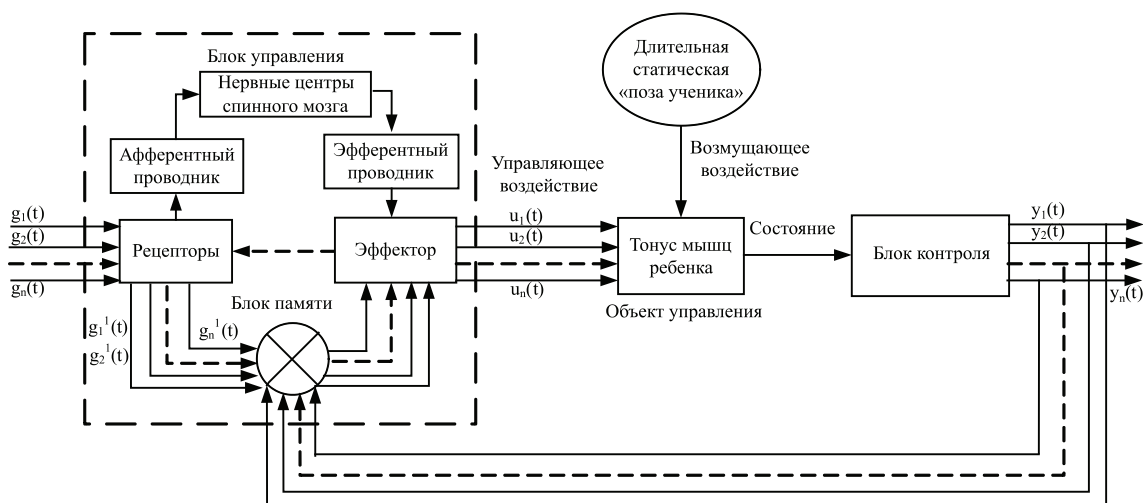


Рис. 2. Схема управления процессом коррекции осанки с помощью профилактической одежды

Анализ схемы показал, что программирование системы с помощью задающих воздействий необходимо осуществлять посредством конструктивных элементов одежды, служащих в качестве датчиков, воспринимающих определенную информацию от кожных рецепторов (проприорецепторов), отвечающих за управление двигательными функциями мышц позвоночника. Целью программирования в данном случае будет являться задание параметров, определяющих правильную осанку ребенка во время длительных статических рабочих поз (например, в положении сидя на уроке).

### Заключение

Выявлена необходимость принципиально нового подхода к проектированию детской одежды для профилактики нарушений осанки на основе принципов теории управления, предусматривающего для достижения требуемых результатов оздоровления рассмотрение одежды как средства управления двигательными функциями ребенка. Преимуществом предложенного концептуального подхода к созданию конструкций специализированной одежды служит адекватное согласование биологических и технических звеньев системы «ребенок – профилактическая одежда – учебная деятельность». Разработанная в рамках данного подхода детализированная схема управления процессом коррекции осанки с помощью профилактической одежды позволит вырабатывать решения о выборе характера целенаправленного воздействия и его техническом осуществлении. Данный

подход является универсальным и служит методологической основой при проектировании одежды специализированного назначения для профилактики и лечения различных заболеваний.

*Работа выполнена в рамках реализации проекта Программы стратегического развития Владивостокского государственного университета экономики и сервиса «Решение комплексных проблем технологии изготовления изделий легкой промышленности на базе кафедры сервиса и моды».*

### Список литературы

1. Бернштейн Н.А. О построении движений. – М.: Медгиз, 1947. – 255 с.
2. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине: пер. с англ. И.В. Соловьева и Г.Н. Поварова; под ред. Г.Н. Поварова. – 2-е изд. – М.: Наука; Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.
3. Гапоненко А., Панкрухин А. Теория управления. – М.: Изд-во РАГС, 2003. – 558 с.
4. Дунаевская Т.Н. Размерная типология населения с основами анатомии и морфологии / Т.Н. Дунаевская, Е.Б. Коблякова, Г.С. Ивлева, Иевлева Р. В.; под ред. Е.Б. Кобляковой. – М.: Мастерство; Издательский центр «Академия», 2001. – 288 с.
5. Захватова Е.А. Разработка методики проектирования лечебно-профилактической одежды: на примере изделий для массажа: дис. ... канд. техн. наук. – М., 2009. – 267 с.
6. Исанова В.А. Новые инновационные технологии медико-социальной реабилитации в условиях многоаспектных реабилитационных учреждений: методическое пособие. – Казань: МСЗ РТ, 2007. – 27 с.
7. Кашуба В.А. Биомеханика осанки. – М.: Олимпийская литература. – 2003. – 280 с.
8. Коблякова Е.Б. Основы проектирования рациональных размеров и форм одежды. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 208 с.

9. Мельникова Р.А. Разработка метода проектирования одежды для реабилитации детей с нарушениями опорно-двигательного аппарата: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2009. – 25 с.

10. Нейро-ортопедический костюм «Ева» [Электронный ресурс]. — / Реабилитационный центр «Здоровое детство». – 2000. – Режим доступа: <http://www.zdetstvo.ru/nok> (дата обращения 13.08.2012).

11. Панферова Е.Г. Разработка метода проектирования одежды для детей инвалидов с использованием компьютерных технологий: дис. ... канд. техн. наук – М., 2009. – 258 с.

12. Пенькова И. В. Профилактика нарушений осанки детей младшего школьного возраста: дис. ... канд. пед. наук. – Омск, 1997. – 164 с.

13. Помазкова Е.И. Проектирование детской одежды с заданными профилактическими свойствами: автореф. дис. ... канд. техн. наук – Владивосток, 2012. – 25 с.

14. Советов Б.Я. Моделирование систем: учеб. для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. – 343 с.

15. Физическое воспитание детей со сколиозом и нарушением осанки; под общ. ред. Г.А. Салемского. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2001. – 72 с.

### References

1. Bernshtejn N.A. O postroenii dvizhenij. M.: Medgiz, 1947. 255 p.

2. Viner N. Kibernetika, ili Upravlenie i svjaz' v zhivotnom i mashine / N. Viner; per. s angl. I.V. Solov'eva I, G.N. Povarova; pod red. G.N. Povarova. 2-e izd. M.: Nauka; Glavnaja redakcija izdaniy dlja zarubezhnyh stran, 1983. 344 p.

3. Gaponenko A., Pankruhin A. Teorija upravlenija. M.: Izd-vo RAGS, 2003. 558 p.

4. Dunaevskaja T.N., Kobljakova E.B., Ivleva G.S., Ievleva R. V. Razmernaja tipologija naselenija s osnovami anatomii i morfologii M.: Masterstvo; Izdatel'skij centr «Akademija», 2001. 288 p.

5. Zahvatova E.A. Razrabotka metodiki proektirovanija lechebno-profilakticheskoj odezhdy: na primere izdelij dlja mas-sazha: diss. kand. tehn. nauk. M., 2009. 267 p.

6. Isanova V.A. Novye innovacionnye tehnologii mediko-social'noj rehabilitacii v uslovijah mnogoaspektnyh rehabilitacionnyh uchrezhdenij. Metodicheskoe posobie. Kazan': MSZ RT, 2007. 27 p.

7. Kashuba V.A. Biomehanika osanki. M.: Olimpijskaja literatura. 2003. 280 p.

8. Kobljakova E.B. Osnovy proektirovanija racional'nyh razmerov i form odezhdy. M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984. 208 p.

9. Mel'nikova R. A. Razrabotka metoda proektirovanija odezhdy dlja rehabilitacii detej s narushenijami oporno-dvigatel'nogo apparata: Avtoref. ... dis. kand. tehn. nauk. M., 2009. 25 p.

10. Neiro-ortopedicheskij kostjum «Eva». Reabilitacionnyj centr «Zdorovoe detstvo». 2000. available at: <http://www.zdetstvo.ru/nok> (accessed 13 August 2012).

11. Panferova E.G. Razrabotka metoda proektirovanija odezhdy dlja detej invalidov s ispol'zovaniem komp'juternyh tehnologij. Diss... kand. tehn. nauk M., 2009. 258 p.

12. Pen'kova I. V. Profilaktika narushenij osanki detej mladshego shkol'nogo vozrasta. diss. ... kand. ped. nauk. Omsk, 1997. 164 p.

13. Pomazkova E.I. Proektirovanie detskoj odezhdy s zadannymi profilakticheskimi svojstvami. Avtoref. ... kand. tehn. nauk Vladivostok, 2012. 25 p.

14. Sovetov B.Ja, Jakovlev S.A. Modelirovanie sistem: ucheb. dlja vuzov ,– 3-e izd., pererab. i dop. M.: Vyssh. shk., 2001. 343 p.

15. Salemskii G.A. Fizicheskoe vospitanie detej so skoliozom i narusheniem osanki. M.: Izd-vo NC JeNAS, 2001. 72 p.

### Рецензенты:

Старкова Г.П., д.т.н., профессор кафедры сервисных технологий, зам. проректора по научной работе, г. Владивосток;

Шеромова И.А., д.т.н., профессор кафедры сервисных технологий, ВГУЭС, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 07.08.2013.