

УДК 005.6:658.6

# Обеспечение функциональной взаимозаменяемости при формировании контрольного комплекса показателей исходного состояния потребителя физкультурно-оздоровительных услуг

Хорлоогийн А.С., Серенков П.С., Романчак В.М.

Белорусский национальный технический университет,  
пр-т Независимости, 65, г. Минск 220013, Беларусь

Поступила 10.07.2017

Принята к печати 21.08.2017

Одним из ключевых элементов инженерной составляющей системы менеджмента качества процесса предоставления физкультурно-оздоровительных услуг в тренажерных залах является подсистема диагностики физического состояния клиента. Целью данной работы являлось повышение эффективности функционирования системы менеджмента качества процесса предоставления физкультурно-оздоровительных услуг в тренажерных залах за счет разработки методик корректного оценивания исходного состояния клиента.

Сформулирована задача формирования комплекса показателей исходного состояния по критерию необходимой информативности. Обоснован принцип функциональной взаимозаменяемости как методологическая основа для ее решения. Предложена иерархическая структура интегральной оценки исходного состояния клиента тренажерного зала. На ее основе разработана иерархическая модель нормирования информативности комплекса единичных (измеряемых) показателей, обеспечивающая объективность интегральной оценки исходного состояния. Корректность модели обеспечена за счет формулирования комплекса допущений и оригинальной технологии применения различных методов экспертного оценивания.

Результат моделирования информативности интегральной оценки исходного состояния клиента для конкретного вида услуги и целей физического совершенствования включает: 1) библиотеку наборов единичных показателей, для каждого из которых определена методика и средство контроля, а также оценка информативности в баллах, 2) правила обеспечения функциональной взаимозаменяемости альтернативных комплексов показателей по критерию достаточности информативности комплекса, основанные на аддитивных моделях и принятых ограничениях.

Предложена концепция методики формирования комплекса измеряемых и (или) оцениваемых показателей исходного состояния клиента для конкретного вида физкультурно-оздоровительной услуги, адаптированного под материально-технические возможности тренажерного зала с одной стороны, и отвечающего критерию необходимой информативности и принципу функциональной взаимозаменяемости, с другой стороны.

**Ключевые слова:** качество, услуги, оценка состояния, информативность.

**DOI:** 10.21122/2220-9506-2017-8-3-286-296

---

**Адрес для переписки:**

Хорлоогийн А.С.  
Белорусский национальный технический университет,  
пр-т Независимости, 65, г. Минск 220013, Беларусь  
e-mail: khorlooghiyn@bntu.by

---

**Address for correspondence:**

Khorloohiyn A.S.  
Belarusian national technical university,  
Nezavisimosty Ave., 65, Minsk 220013, Belarus  
e-mail: khorlooghiyn@bntu.by

---

**Для цитирования:**

Хорлоогийн А.С., Серенков П.С., Романчак В.М.  
Обеспечение функциональной взаимозаменяемости при формировании контрольного комплекса показателей исходного состояния потребителя физкультурно-оздоровительных услуг. Приборы и методы измерений. 2017. – Т. 8, № 3. С. 286–296.  
**DOI:** 10.21122/2220-9506-2017-8-3-286-296

---

**For citation:**

Khorloohiyn A.S., Serenkov P.S., Romanchack V.M.  
[The Ensuring Functional Interchangeability when Forming the Control Complex of Indicators of the Initial Condition of the Consumer of Sports and Improving Services].  
Devices and Methods of Measurements. 2017, vol. 8, no. 3, pp. 286–296 (in Russian).  
**DOI:** 10.21122/2220-9506-2017-8-3-286-296

# The Ensuring Functional Interchangeability when Forming the Control Complex of Indicators of the Initial Condition of the Consumer of Sports and Improving Services

Khorloohiyn A.S., Serenkov P.S., Romanchack V.M.

Belarusian national technical university,  
Nezavisimosty Ave., 65, Minsk 220013, Belarus

Received 10.07.2017

Accepted for publication 21.08.2017

## Abstract

One of key elements of an engineering component quality management system of process of provision of sports and improving services in gyms is the subsystem of diagnostics of physical client state. The aim of the study was to increase in efficiency of functioning of a quality management system of process of provision of sports and improving services in gyms due to development of techniques of incorrect estimation of the initial client state.

The task of formation of a complex of indices of the initial status by criterion of necessary informtiveness is formulated. The principle of the functional interchangeability as a methodological basis for its decision is reasonable. The hierarchical structure of an integral assessment of the initial client state of gym is offered. On its basis the hierarchical model of rating of informtiveness of a complex of the single (measured) indices, the providing objectivity of an integral assessment of the initial status is developed. The correctness of model is provided at the expense of a formulation of a complex of assumptions and original technology of application of different methods of expert estimation.

The result of simulation of informtiveness of an integral assessment of the initial client state for a specific type of service and the purposes of physical enhancement includes: 1) library of sets of single indices, for each of which the technique and a monitoring aid, and also an informtiveness assessment in points, 2) the rules of support of the functional interchangeability of alternative complexes of indices by criterion of sufficiency of informtiveness of a complex based on additive models and the accepted restrictions is defined.

The concept of a technique of formation of a complex of the measured and (or) evaluated indices of the initial client state for the specific type of sports and improving service adapted under material opportunities of gym on the one hand, and responding to criterion of necessary informtiveness and the principle of the functional interchangeability, on the other hand is offered.

**Keywords:** quality, services, status assessment, informtiveness.

**DOI:** 10.21122/2220-9506-2017-8-3-286-296

---

## Адрес для переписки:

Хорлоогийн А.С.  
Белорусский национальный технический университет,  
пр-т Независимости, 65, г. Минск 220013, Беларусь  
e-mail: khorloogiyn@bntu.by

---

## Address for correspondence:

Khorloohiyn A.S.  
Belarusian national technical university,  
Nezavisimosty Ave., 65, Minsk 220013, Belarus  
e-mail: khorloogiyn@bntu.by

---

## Для цитирования:

Хорлоогийн А.С., Серенков П.С., Романчак В.М.  
Обеспечение функциональной взаимозаменяемости при формировании контрольного комплекса показателей исходного состояния потребителя физкультурно-оздоровительных услуг.  
Приборы и методы измерений.  
2017. – Т. 8, № 3. С. 286–296.  
**DOI:** 10.21122/2220-9506-2017-8-3-286-296

---

## For citation:

Khorloohiyn A.S., Serenkov P.S., Romanchack V.M.  
[The Ensuring Functional Interchangeability when Forming the Control Complex of Indicators of the Initial Condition of the Consumer of Sports and Improving Services].  
Devices and Methods of Measurements.  
2017, vol. 8, no. 3, pp. 286–296 (in Russian).  
**DOI:** 10.21122/2220-9506-2017-8-3-286-296

## Введение

Устойчивая динамика роста требования к качеству услуг во всех сферах человеческой деятельности вызывает необходимость развития систем менеджмента качества поставщиков, и прежде всего в части разработки общих подходов, критериев, методологий обеспечения качества услуг [1]. Формирование этой тенденции обусловлено, в первую очередь, экономическими и юридическими аспектами достижения удовлетворенности потребителя в формате классических рыночных отношений «исполнитель (поставщик) – потребитель (клиент, заказчик)» [3].

Установлено, что наиболее проблемными с позиции обеспечения качества являются виды услуг, где преобладает субъективная составляющая организации процесса предоставления услуги. В частности, это относится, например, к физкультурно-оздоровительным услугам, которые являются одним из важнейших направлений повышения качества жизни за счет улучшения физического и функционального состояния человека. Причем последнее в соответствии с пожеланиями (целями) клиента характеризуется определенным комплексом физических и функциональных показателей организма.

Установлено, что результат физической подготовки во многом зависит от правильного определения исходного физического состояния потребителя услуги и, соответственно, корректной программы физической подготовки, соответствующей этому состоянию [4]. В связи с этим есть высокий риск неудовлетворенности потребителя, так как с учетом существующей практики в планировании и организации процесса физической подготовки ключевую роль занимает инструктор, т.е. имеет место доминирующая субъективная составляющая процесса предоставления услуги.

Методы и средства оценки физического состояния клиента в практике физической подготовки представлены достаточно широко (клинические, параклинические, методы и средства спортивной медицины и др.) [5]. Однако необходимо учитывать, что каждая организация, предоставляющая физкультурно-оздоровительные услуги, имеет свой уникальный (в части количества и качества) парк оборудования для проведения первичной диагностики клиента – контроля ис-

ходного состояния. Цель работы – обеспечить полноценную и достоверную оценку исходного состояния клиента, например, тренажерного зала, с помощью имеющегося в его распоряжении комплекса организационно-технических средств диагностики.

## **Функциональная взаимозаменяемость контрольных комплексов показателей функционального и физического состояния потребителя физкультурно-оздоровительных услуг**

По результатам анализа современного состояния процесса предоставления физкультурно-оздоровительных услуг в тренажерном зале разработана структура организационно-технической составляющей системы менеджмента качества, гарантированно обеспечивающая требования клиента, которая включает: 1) подсистему идентификации целей, 2) подсистему диагностики физического состояния, 3) подсистему формирования программы физической подготовки, 4) подсистему анализа и обратной связи.

Ключевую роль в структуре системы играет подсистема диагностики физического состояния клиента тренажерного зала, которая предполагает определение интегрального показателя физического состояния клиента, представляющего собой совокупность показателей физической работоспособности и функциональных параметров организма. Оценка интегрального показателя характеризует возможность клиента достигнуть поставленных целей [4].

Основу подсистемы составляет модульная система формирования контрольного комплекса показателей функционального и физического состояния клиента, поддерживаемого, имеющимся в организации, комплексом организационно-технических средств, и обеспечивающим достоверную оценку интегрального показателя исходного состояния клиента. Методологической основой системы принят принцип функциональной взаимозаменяемости [1, 6].

Аналогами предлагаемого подхода являются системы назначения контрольного комплекса показателей качества промышленных технических объектов. Например, формирование комплексов показателей точности зубчатых передач в соответствии с ГОСТом 1643 [6].

Основным рекомендуемым способом контроля функционального и физического состояния человека является медицинский контроль, который подразумевает использование клинических и параклинических методов медицинского обследования [5]. Как правило, тренажерные залы, предоставляющие физкультурно-оздоровительные услуги, не имеют в наличии сложного оборудования медицинского контроля показателей функционального состояния и физической подготовленности клиента.

Тем не менее, при определенных ограничениях можно без потери достоверности интегральной оценки исходного состояния клиента воспользоваться средствами и методами контроля, широко применяемыми в практике спортивной медицины и физического воспитания с учетом имеющейся материально-технической и методической базы организации. К ним относятся функциональные пробы, тестовые задания, в том числе и с применением методов экспертных оценок. Задача сводится к разработке методики формирования взаимозаменяемого комплекса измеряемых и (или) оцениваемых показателей, адаптированного по возможности под возможности тренажерного зала с одной стороны, и отвечающего критерию необходимой информативности, с другой стороны.

### Иерархическая структура интегральной оценки исходного состояния клиента тренажерного зала

Руководствуясь результатами анализа литературных источников, наилучшей практики в области предоставления физкультурно-оздоровительных услуг, мы предлагаем иерархическую структуру интегральной оценки исходного состояния клиента тренажерного зала, сформированную по критерию необходимой информативности.

На первом уровне иерархии предлагается интегральную оценку исходного состояния клиента в зависимости от вида услуг и целей физического совершенствования представить тремя комплексными показателями [4, 5]:

1) ФР – показатель физического развития, характеризующий физическое развитие клиента (кожно-жировая складка, динамометрия кистевая и др.);

2) ФС – показатель функционального состояния, характеризующий состояние сердеч-

но-сосудистой, дыхательной и других функциональных систем клиента (проба Ромберга, проба Штанге и др.);

3) ФП – показатель физической подготовленности, характеризующий состояние физической подготовленности клиента (бег 60 м, прыжок вверх с места и др.).

Соответственно, объективно охарактеризовать исходное состояние клиента возможно с помощью подобранного контрольного комплекса единичных (измеряемых) показателей, представляющих для конкретного вида услуг и целей физического совершенствования все три комплексных показателя, причем оцененная интегральная информативность комплекса должна быть не ниже некоторого критического значения. Это условие обеспечивает взаимозаменяемость альтернативных комплексов показателей.

Интегральная оценка исходного состояния клиента (ОИС) в общем случае может быть представлена функцией связи некоторого вида [4]:

$$\text{ОИС} = \text{ФР} * \text{ФС} * \text{ФП}, \quad (1),$$

где ФР – комплексный показатель физического развития клиента; ФС – комплексный показатель функционального состояния клиента; ФП – комплексный показатель физической подготовленности клиента.

В свою очередь, оценка каждого комплексного показателя может быть представлена некоторой совокупностью оценок второго уровня иерархии. В общем случае декомпозиция оценок может быть продолжена до третьего и более уровней иерархии.

Установлено, например, что комплексная оценка физического развития клиента ФР может быть представлена функцией связи некоторого вида:

$$\text{ФР} = \text{ФР}_a * \text{ФР}_b * \text{ФР}_v, \quad (2)$$

где  $\text{ФР}_a$  – комплексный показатель физического развития клиента по габаритному уровню варьирования (длина тела в различных положениях, окружность частей тела и др.);  $\text{ФР}_b$  – комплексный показатель физического развития клиента по компонентному уровню варьирования (оценка жировой, мышечной и костной масс);  $\text{ФР}_v$  – комплексный показатель физического развития клиента по пропорционному



уровню варьирования (соотношение размеров отдельных и конечностей с длиной тела и между собой).

Показатели ФРа, ФРб, ФРв могут быть представлены как единичными показателями (измеряемыми), так и комплексными показателями.

### **Модель оценивания информативности комплекса показателей, формирующего интегральную оценку исходного состояния клиента**

Следует отметить, что модель оценивания информативности комплекса показателей, формирующих интегральную оценку исходного состояния клиента и модель оценивания исходного состояния клиента, принципиально отличаются друг от друга и, в первую очередь, задачами, которые они решают.

Задача модели оценивания исходного состояния клиента – обеспечить достоверность результатов оценивания и их пригодность для принятия решения о программе и индивидуальном плане физической подготовки клиента.

Задача модели оценивания информативности комплекса показателей – верифицировать состав контрольного комплекса показателей по критерию необходимой и достаточной информативности интегральной оценки исходного состояния клиента.

В данной статье мы рассматриваем только модель оценивания информативности комплекса показателей.

Определим информативность как свойство контрольного комплекса показателей, характеризующее его возможность давать оценку исходного состояния клиента, которая:

1) корректна с точки зрения принятия адекватного решения о программе и индивидуальном плане физической подготовки клиента;

2) эквивалентна оценке, полученной альтернативным контрольным комплексом показателей.

Каждый тренажерный зал может сформировать для одного и того же вида услуги свой контрольный комплекс показателей, привязываясь прежде всего к имеющейся у него материально-технической и методической базе. Определим норму допустимой информативности интегральной оценки исходного состояния клиента как «не менее 100 баллов», т.е.  $I_{\text{ОИС}} \geq 100$ .

Очевидно, что в зависимости от вида физического совершенствования и поставленной цели нормы  $I_{\text{ФР}}$ ,  $I_{\text{ФС}}$ ,  $I_{\text{ФП}}$  информативности комплексных оценок показателей ФР, ФС, ФП (1), как доли допустимой информативности  $I_{\text{ОИС}}$  интегральной оценки ОИС, могут меняться и, возможно, существенно. Для оценивания этих долей следует применить методы экспертного оценивания.

Модель оценивания информативности построена на основе следующих допущений:

1) информативность каждого единичного показателя зависит от вида физкультурно-оздоровительной услуги и поставленных целей и является в общем случае величиной переменной;

2) информативность интегральной оценки исходного состояния клиента с точностью до постоянной определяется аддитивной функцией связи с информативностями единичных показателей, входящих в контрольный комплекс;

3) в зависимости от вида физкультурно-оздоровительной услуги и поставленных целей на функцию связи могут накладываться ограничения, определяющие приоритет (весомость) информативности показателей той или иной группы в интегральной (комплексной) оценке.

Аддитивность функции связи обоснована принятым в теории информации положением о дискретной структуре количества информации (единица измерения – «условный бит информации») и аддитивной структуре ее накопления [7, 8, 9].

Поэтому модель информативности  $I_{\text{ОИС}}$  интегральной оценки исходного состояния клиента ОИС на первом уровне иерархии рационально представить простой аддитивной функцией связи:

$$I_{\text{ОИС}} \geq I_{\text{ФР}} + I_{\text{ФС}} + I_{\text{ФП}}, \quad (3)$$

где  $I_{\text{ФР}}$ ,  $I_{\text{ФС}}$ ,  $I_{\text{ФП}}$  – нормы информативности комплексных показателей ФР, ФС, ФП (1).

Для решения задачи декомпозиции нормы  $I_{\text{ОИС}}$  обосновано применение простого метода балльных оценок [7, 8, 10]. На данном этапе это наиболее комфортный для экспертов метод экспертного оценивания. Выбор нормы допустимой информативности интегральной оценки в 100 баллов также не случаен. В совокупности

метод и норма ассоциируются с оцениванием «доли части в целом» в процентах и дают достаточно приемлемую достоверность результатов оценивания.

Рассмотрим для примера вид физическо-го совершенствования – корректировку фигуры. Для определения доли информативности комплексных оценок показателей ФР, ФС, ФП в информативности интегральной оценки ОИС исходного состояния клиента, пришедшего в тренажерный зал, была сформирована группа экспертов из числа опытных специалистов – инструкторов. Каждому эксперту было предложено оценить в процентном отношении доли информативности комплексных показателей ФР, ФС, ФП в формировании заданного уровня информативности интегральной оценки исходного состояния клиента ОИС. Результаты оценки представлены в таблице 1.

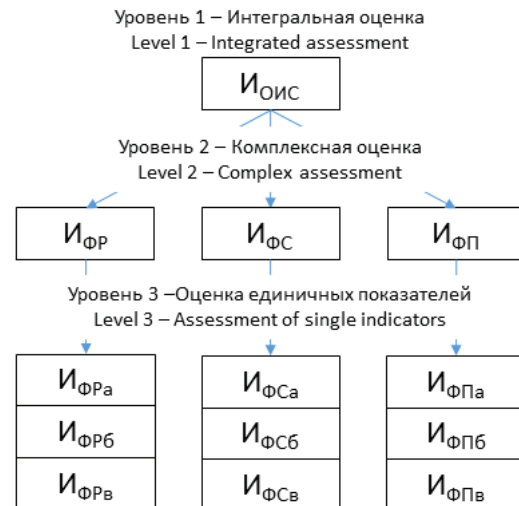
Таблица 1 / Table 1

**Оценка долей информативности комплексных показателей в формировании заданного уровня информативности интегральной оценки исходного состояния клиента**

**Assessment of shares of informativeness of complex indices in formation of the given level of informativeness of an integral assessment of the initial client state**

Эксперт Expert	Группа показателей ФР, доля информативности $I_{ФР} \%$ Group of indicators PhD, informativeness share $IC_{PhD} \%$	Группа показателей ФС, доля информативности $I_{ФС} \%$ Group of indicators FS, informativeness share $IC_{FS} \%$	Группа показателей ФП, доля информативности $I_{ФП} \%$ Group of indicators PhF, informativeness share $IC_{PhF} \%$
№ 1	60	20	20
№ 2	50	30	20
№ 3	50	25	25
№ 4	70	20	10
№ 5	60	30	10
№ 6	60	20	20
№ 7	50	30	20
Среднее значение Average	57,14	25	17,86

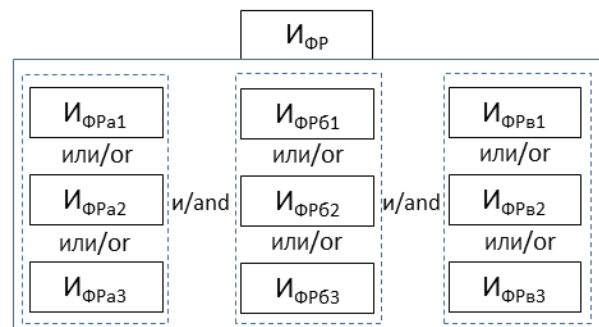
Если принять полученные числовые значения долей в качестве норм информативности  $I_{ФР}$ ,  $I_{ФС}$ ,  $I_{ФП}$  комплексных показателей ФР, ФС, ФП, то задача декомпозиции нормы  $I_{ОИС}$  делится на три независимые задачи второго уровня иерархии: формирование моделей информативности  $I_{ФР}$ ,  $I_{ФС}$ ,  $I_{ФП}$  комплексных показателей ФР, ФС, ФП соответственно (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Декомпозиция нормы информативности  $I_{ОИС}$**   
**Figure 1 – The decomposition of informational content norm  $IC_{AIS}$**

Для решения задачи декомпозиции норм второго уровня иерархии  $I_{ФР}$ ,  $I_{ФС}$ ,  $I_{ФП}$  применение простого метода балльных оценок по аналогии с декомпозицией интегрального показателя  $I_{ОИС}$  на первом уровне иерархии модели, на наш взгляд, не корректно.

Рассмотрим решение данной задачи на примере формирования норм информативности показателей второго уровня иерархии, определяющих комплексную оценку ФР (рисунок 2).



**Рисунок 2 – Формирование нормы информативности ФР**

**Figure 2 – The formation of informational content norm PhD**

Модель информативности  $I_{ФР}$  с учетом (3) и рис. 2 рационально представить также простой аддитивной функцией связи:

$$I_{ФР} \geq I_{ФРa} + I_{ФРб} + I_{ФРв}, \quad (4)$$

где  $I_{ФРa}$ ,  $I_{ФРб}$ ,  $I_{ФРв}$  – нормы информативности оценок комплексных показателей второго уровня иерархии ФРа, ФРб, ФРв (3).

Деление нормы информативности  $I_{\Phi P}$  комплексного показателя  $\Phi P$  на нормы информативности показателей второго уровня иерархии  $I_{\Phi Pa}$ ,  $I_{\Phi Pb}$ ,  $I_{\Phi Pc}$  в процентном отношении или «условных битах информации», очевидно, должно производиться по результатам опроса той же группы экспертов, что и на предыдущем уровне иерархии. Проблема заключается в обеспечении прослеживаемости шкал оценки показателей на всех уровнях иерархии модели. Для сохранения масштаба шкалы информативности (шкалы измерения  $I_{OIC}$ ) вопрос, задаваемый каждому эксперту на втором уровне иерархии, должен включать сложную логическую цепочку прослеживаемости: «какова доля информативности группы показателей  $\Phi Pa$  в информативности комплексного показателя  $\Phi P$ , при условии, что его доля в информативности  $I_{OIC}$  интегральной оценки ОИС исходного состояния клиента составляет 57 %» (таблица 1).

Наши исследования показали, что коэффициент согласованности экспертов в оценках показателей второго уровня иерархии в 1,5–2 раза ниже по сравнению с первым уровнем. Очевидно, что и достоверность оценок в этом случае снижается. Следует ожидать, что на последующих уровнях иерархии модели (рисунок 1) сложность вопросов к экспертам будет, соответственно, возрастать и, как следствие, достоверность оценок будет катастрофически падать.

Для решения проблемы обеспечения достаточной достоверности оценок информативности на втором и ниже уровнях иерархии модели (3) предложен подход, включающий два этапа [8, 10].

1-й ЭТАП. Методом альтернатив, в рамках которого экспертам предлагалось последователь-

но оценить не абсолютные доли информативности факторов, а разности между ними двумя способами:

1-й способ – «каждый последующий показатель в ряду альтернатив с предыдущим» (сравнение по плану А);

2-й способ – «каждый показатель в ряду альтернатив с одним», причем в качестве последнего был выбран, например, наилучший вариант (сравнение по плану Б).

При этом каждому эксперту было предложено оценить по вербальной шкале Саати, [8] «насколько доля информативности одного комплексного показателя, например,  $\Phi Pa$ , больше или меньше доли информативности другого комплексного показателя, например,  $\Phi Pb$ ». Результаты оценивания представлены в таблице 2.

2-й ЭТАП. Полученные оценки информативности, в нашем примере,  $I_{\Phi Pa}$ ,  $I_{\Phi Pb}$ ,  $I_{\Phi Pc}$ , нормируются и приводятся к масштабу декомпозируемого параметра  $I_{\Phi P}$ . Это позволяет автоматически согласовать оценки с масштабом шкалы интегральной нормы  $I_{OIC}$  (таблица 3).

Третий уровень иерархии модели информативности (рисунок 1) предполагает формирование наборов единичных показателей (измеряемых или оцениваемых) и определение оценок их информативности в единой шкале интегральной нормы  $I_{OIC}$ .

Модель информативности каждого комплексного показателя (в нашем примере  $I_{\Phi Pa}$ ) с учетом (3), (4) и рисунка 2 рационально представить также простой аддитивной функцией связи:

$$I_{\Phi Pa} \geq I_{\Phi Pa1} + \dots + I_{\Phi Pan}, \quad n \geq 1. \quad (5)$$

Таблица 2 / Table 2

**Оценка долей информативности показателей второго уровня иерархии в формировании заданного уровня информативности комплексной оценки физического развития  $I_{\Phi P}$**   
**Assessment of shares of informtiveness of indices of the second level of hierarchy in formation of the given level of informtiveness of a complex assessment of physical development of  $IC_{PhD}$**

Планы сравнительного эксперимента показателей $I_{\Phi Pa}$ , $I_{\Phi Pb}$ , $I_{\Phi Pc}$ Plans of a comparative experiment of indices $IC_{PhDa}$ , $IC_{PhDb}$ , $IC_{PhDc}$		Эксперты/ Expert							Среднее значение Average
		№1	№2	№3	№4	№5	№6	№7	
План А: «каждый последующий показатель с предыдущим» Plan A: «each subsequent index with previous»	$I_{\Phi Pa} - I_{\Phi Pb} / IC_{PhDa} - IC_{PhDb}$	0	0	0	1	0	1	0	0,29
	$I_{\Phi Pb} - I_{\Phi Pc} / IC_{PhDb} - IC_{PhDc}$	1	0	0	1	1	0	1	0,57
План Б: «каждый последующий показатель с одним» Plan B: «each subsequent index with one»	$I_{\Phi Pa} - I_{\Phi Pb} / IC_{PhDa} - IC_{PhDb}$	0	0	0	1	0	1	0	0,29
	$I_{\Phi Pa} - I_{\Phi Pc} / IC_{PhDa} - IC_{PhDc}$	1	0	1	0	1	0	0	0,43

Таблица 3 / Table 3

# Информативность единичных показателей физического развития

## Informtiveness of single indices of physical development

Нормализованное значение нормы, план А / The normalized value of a norm, plan A	Нормализованное значение нормы, план Б / The normalized value of a norm, plan B	Среднее значение нормы / Average norms	Значение нормы в масштабе шкалы интегральной нормы $I_{ОИС}$ Value of a norm on the scale of a scale of the integral norm $I_{ОИС}$
$I_{ФPa} / IC_{PhDa} = 1$	$I_{ФPa} / IC_{PhDa} = 1$	$I_{ФPa} / IC_{PhDa} = 1$	$I_{ФPa} / IC_{PhDa} = \frac{1}{1 + 0,71 + 0,5} \cdot 57 \% = 25,8 \%$
$I_{ФРб} / IC_{PhDb} = 0,71$	$I_{ФРб} / IC_{PhDb} = 0,71$	$I_{ФРб} / IC_{PhDb} = 0,71$	$I_{ФPa} / IC_{PhDa} = \frac{0,71}{1 + 0,71 + 0,5} \cdot 57 \% = 18,3 \%$
$I_{ФРв} / IC_{PhDc} = 0,43$	$I_{ФРв} / IC_{PhDc} = 0,57$	$I_{ФРв} / IC_{PhDc} = 0,5$	$I_{ФPa} / IC_{PhDa} = \frac{0,5}{1 + 0,71 + 0,5} \cdot 57 \% = 12,9 \%$

Оценку информативности каждого единичного показателя (например,  $I_{ФPa}$ ) на данном уровне иерархии модели (3) в пределах набора однородных показателей следует производить по аналогии со вторым уровнем иерархии модели. С учетом того, что наборы единичных показателей – незаконченные множества, мы рекомендуем на первом этапе менеджеру тренажерного зала определиться с конечным множеством единичных показателей, методики и средства контроля которых наиболее приемлемы. Приемлемость предполагает, что то или иное средство контроля (методика) уже используется в практике деятельности тренажерного зала или его приобретение целесообразно.

Результат моделирования информативности  $I_{ОИС}$  интегральной оценки исходного состояния клиента ОИС для конкретного вида услуги и целей физического совершенствования включает:

- 1) библиотеку наборов единичных показателей, для каждого из которых определена методика и средство контроля, а также оценка информативности в баллах;
- 2) правила обеспечения взаимозаменяемости альтернативных комплексов показателей по критерию достаточности информативности комплекса, основанные на аддитивных моделях (3), (4), (5) и принятых ограничениях.

## Формирование комплекса показателей по критерию достаточной информативности

Для конкретного вида услуги и целей потенциального потребителя менеджер тренажерного

зала для каждой подгруппы третьего уровня иерархии (рисунки 1 и 2) формирует наборы единичных (измеряемых) показателей на нижнем (третьем) уровне иерархии, суммарная информативность которых не менее соответствующей нормы.

В нашем примере, менеджер формирует наборы единичных показателей в подгруппах ФР<sub>а</sub>, ФР<sub>б</sub>, ФР<sub>в</sub>, руководствуясь критериями достаточной информативности:

$$(I_{ФPa1} + \dots + I_{ФPaN}) \geq I_{ФPa}$$

$$(I_{ФРб1} + \dots + I_{ФРбМ}) \geq I_{ФРб}$$

$$(I_{ФРв1} + \dots + I_{ФРвК}) \geq I_{ФРв}$$

При этом нормы информативности  $I_{ФPa}$ ,  $I_{ФРб}$ ,  $I_{ФРв}$  получены из условия:

$$I_{ФPa} + I_{ФРб} + I_{ФРв} \geq I_{ФР}$$

Аналогично формируются остальные два набора единичных показателей, характеризующих комплексные показатели второго уровня иерархии ФС, ФП (рисунок 1).

В свою очередь нормы информативности комплексных показателей второго уровня иерархии  $I_{ФР}$ ,  $I_{ФС}$ ,  $I_{ФП}$  получены из условия:

$$I_{ФР} + I_{ФС} + I_{ФП} \geq I_{ОИС}$$

Пример формирования взаимозаменяемых комплексов показателей для вида услуги тренажерного зала спортивно-оздоровительного центра Белорусского национального технического университета представлен в таблице 4.



Таблица 4 / Table 4

**Пример формирования комплекса показателей для оценки исходного состояния клиента для предоставления услуги «корректировка фигуры»**

Показатели первого уровня иерархии		Показатели второго уровня иерархии		Третий уровень иерархии – комплекс измеряемых показателей		
Показатель комплексный	Норма информативности	Показатель комплексный	Норма информативности	Показатель единичный	Оцененная информативность	Средство (методика)
Показатель физического развития ФР	$I_{ФР} \geq 57$	ФРа – группа показателей габаритного уровня	$I_{ФРа} \geq 26$	Показатель «рост стоя и сидя»	$I_{ФРа1} = 26$	ростомер $I_{ФРа1}$
		ФРб – группа показателей компонентного уровня	$I_{ФРб} \geq 18$	Показатель массы тела	$I_{ФРб1} = 20$	электронные медицинские весы $I_{ФРб1}$
		ФРв – группа показателей пропорционного уровня	$I_{ФРв} \geq 13$	Показатель крепости телосложения	$I_{ФРв1} = 15$	Методика: определение показателя $X = P - (B + O)$ , где $X$ – индекс, $P$ – рост (см), $B$ – масса тела (кг), $O$ – окружность груди в фазе выдоха $I_{ФРв1}$
Показатель функционального состояния ФС	$I_{ФС} \geq 25$	-	-	Показатели давления и частоты сердечных сокращений	$I_{ФС2} = 30$	Тонومتر
Показатель физической подготовленности ФП	$I_{ФП} \geq 18$	-	-	Показатель – повороты на гимнастической скамье	$I_{ФП2} = 18$	Тестирование
Суммарное значение информативности выбранных показателей					<b>109</b>	

**An example of formation of a complex of indices for an assessment of the initial client state for provision of the service «adjustment of a figure»**

Indices of the first level of hierarchy		Indices of the second level of hierarchy		The third level of hierarchy – a complex of the measured indices		
Complex index	Informativeness norm	Complex index	Informativeness norm	Single index	The estimated informativeness	Instrument (method)
Index of physical development PhD	$IC_{PhD} \geq 57$	PhDa – group of indices of dimensional level	$IC_{PhDa} \geq 26$ ,	Index «costing growth and sitting»	$IC_{PhDa1} = 26$	Height meter $IC_{PhDa1}$
		PhDb – group of indices of component level	$IC_{PhDb} \geq 18$ ,	Body weight index	$IC_{PhDb1} = 20$	Electronic medical scales $IC_{PhDb1}$
		PhDc – group of indices of proportion level	$IC_{PhDc} \geq 13$	Constitution fortress index	$IC_{PhDc1} = 15$	Method: measure definition $X = P - (B + O)$ , где $X$ – index, $P$ – body height (cm), $B$ – body weight (kg), $O$ – breast circle in an exhalation phase $IC_{PhDc1}$
Index of the functional status FS	$IC_{FS} \geq 25$	-	-	Indices of pressure and heart rate	$IC_{FS2} = 30$	Tonometer
Index of physical fitness PhF	$IC_{PhF} \geq 18$	-	-	Index – turns on a gymnastic bench	$IC_{PhF2} = 18$	Test
Summary value of informativeness of the selected indices					<b>109</b>	

Из таблицы 4 видно, что суммарное значение информативности выбранного комплекса показателей составляет **109**, которое превышает допустимое значение информативности выбранного комплекса, что в свою очередь гарантирует выполнение требования необходимой и достаточной информативности комплекса показателей для оценки исходного состояния клиента.

## Заключение

Обоснована актуальность проблемы формирования в рамках системы менеджмента качества эффективной подсистемы диагностики исходного состояния клиента тренажерного зала, предоставляющего физкультурно-оздоровительные услуги.

Идентифицирована задача обеспечения необходимой достоверности оценки исходного состояния клиента, что позволяет разработать адекватную программу и план его физической подготовки для достижения поставленной цели.

Техническое решение задачи – формирование комплекса показателей исходного состояния клиента по критерию необходимой информативности. В качестве методологической основы принят принцип функциональной взаимозаменяемости. Предложена иерархическая структура интегральной оценки исходного состояния клиента тренажерного зала. На ее основе разработана иерархическая модель нормирования информативности комплекса единичных (измеряемых) показателей, обеспечивающая объективность интегральной оценки исходного состояния. Корректность модели обеспечена за счет формулирования комплекса допущений и оригинальной технологии применения различных методов экспертного оценивания.

Результат моделирования информативности интегральной оценки исходного состояния клиента для конкретного вида услуги и целей физического совершенствования включает: 1) библиотеку наборов единичных показателей, для каждого из которых определена методика и средство контроля, а также оценка информативности в баллах, 2) правила обеспечения функциональной взаимозаменяемости альтернативных комплексов показателей по критерию достаточности информативности комплекса, основанные на аддитивных моделях и принятых ограничениях.

Предложена методика при формировании комплекса измеряемых (оцениваемых) показателей исходного состояния клиента для конкретного вида физкультурно-оздоровительной услуги,

адаптированного под материально-технические возможности тренажерного зала с одной стороны, и отвечающего критерию необходимой информативности и принципу функциональной взаимозаменяемости, с другой стороны. Приведен пример ее реализации.

## Список использованных источников

1. Серенков, П.С. Методы менеджмента качества. Методология описания сети процессов: монография / П.С. Серенков, А.Г. Курьян, В.Л. Соломахо. – Минск : БНТУ, 2006. – 484 с., ил.: 139.
2. Репин, В.В. Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В.В. Репин, В.Г. Елиферов. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2004. – 408 с.
3. Чайка, И.И. Конкурентная борьба предприятий – это соревнование систем управления качеством / И.И. Чайка // Стандарты и качество. – 1996. – № 12. – С. 55–59.
4. Хорлоогийн, А.С. Определение концепции качества физического совершенствования человека в контексте качества жизни / А.С. Хорлоогийн, П.С. Серенков, В.Е. Васюк, С.Г. Ковель // Методы и приборы измерений. – 2011. – № 2. – С. 152–158.
5. Макарова, Г.А. Спортивная медицина / Г.А. Макарова. – М. : Советский спорт, 2002. – 478 с.
6. Соломахо, В.Л. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения / В.Л. Соломахо, Б.В. Цитович. – Минск : Дизайн ПРО, 2004. – 296 с.
7. Орлов, А.И. Современная прикладная статистика / Орлов А.И. // Заводская лаборатория. – 1998. – № 3. – С. 52–60.
8. Саати, Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий / Т. Саати. – М. : Радио и связь, 1993. – 278 с.
9. Рожков, Н.Н. Квалиметрия и управление качеством. Математические методы и модели / Н.Н. Рожков. – СПб. : ИПЦ СПГУТД, 2007. – 185 с.
10. Саати, Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети / Т. Саати; пер. с англ. – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.

## References

1. Serenkov P.S., Kuryan A.G., Solomakho V.L. *Metodyi menedzhmenta kachestva. Metodologiya opisan- iya seti protsessov: monografiya* [Quality management methods. Methodology of the description of a network of processes: monograph]. Minsk, BNTU Publ., 2006, 484 p. (in Russian).
2. Repin V.V., Eliferov V.G. *Protsessnyiy podhod k upravleniyu. Modelirovanie biznes-protsessov* [Process approach to control. Business process modeling]. Moscow, RIA «Standards and quality» Publ., 2004, 408 p. (in Russian).

3. Chayka I.I. [Competition of the enterprises is a competition of management systems quality]. *Standartyi i kachestvo* [Standards and quality], 1996, no. 12, pp. 55–59 (in Russian).

4. Horlooghiyn A.S., Serenkov P.S., Vasyuk V.E., Kovel S.G. [Determination of the concept of quality of physical enhancement of the person in the context of quality of life] *Metodyi i priboryi izmereniy* [Methods and instruments of measurements], 2011, no. 2, pp. 152–158 (in Russian).

5. Makarova G.A. *Sportivnaya meditsina* [Sporting medicine]. Moscow, Sovetsky Sport Publ., 2002, 478 p. (in Russian).

6. Solomakho V.L., Tsitovich B.V. *Osnovyi standartizatsii, dopuski, posadki i tehnikheskie izmereniya* [Standardization bases, tolerances, fits and technical measurements], Minsk, *Dizayn PRO* [Design PRO], 2004, 296 p. (in Russian).

7. Orlov A.I. *Sovremennaya prikladnaya statistika* [The modern application-oriented statistics]. *Zavodskaya laboratoriya* [Factory laboratory], 1998, no. 3, pp. 52–60 (in Russian).

8. Saati T. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy* [Decision-making. Method of the analysis of hierarchies], Moscow, *Radio i svyaz* Publ. [Radio and communication], 1993, 278 p. (in Russian).

9. Rozhkov N.N. *Kvalimetriya i upravlenie kachestvom. Matematicheskie metody i modeli* [Kvalimetriya and quality management. Mathematical methods and models], St. Peterburg, IPTs SPGUTD, 2007, 185 p. (in Russian).

10. Saati T. *Prinyatie resheniy pri zavisimostyah i obratnyih svyazyah: Analiticheskie seti* [Decision-making in case of dependences and back couplings: Analytical networks], Lanes with English — Moscow, *LKI* Publ. [LKI publishing house], 2008, 360 p. (in Russian).