

О математическом подходе к механизму планирования тренировок в фитнес клубе

Игнатенко А.А., магистрант, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия

Широбокова С.Н., к. э. н., доцент, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия

Сериков О.Н., студент, ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», Новочеркасск, Россия

Аннотация. В статье представлено описание математической модели планирования тренировок в фитнес клубе, суть которой состоит в нахождении таких численных значений коэффициентов нагрузки, при которых физические параметры человеческого тела перейдут из имеющегося состояния в желаемое за определённый промежуток времени. Актуальность разработки данной математической модели обусловлена активным предоставлением услуг фитнес клубами и тренажёрными залами, что влечёт плотный поток клиентов, к каждому из которых необходим индивидуальный подход. Разработанный механизм призван облегчить работу тренеров путём экономии времени на составление плана тренировок.

Ключевые слова: математическая модель, матрицы, планирование спортивных тренировок.

On the mathematical approach to scheduling workouts in the fitness club

Ignatenko A.A., undergraduate, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia

Shirobokova S.N., candidate of economical sciences, associate professor, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia

Serikov O.N., student, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia

Annotation. The article presents the description of the mathematical models of planning of training in the gym, the essence of which is to find such numerical values of the load ratios in which the physical parameters of the human body will move from the existing state to the desired for a certain period of time. The urgency of development of the mathematical model due to active services of fitness clubs and gyms, which leads to heavy flow of clients, each of which requires an individual approach. The mechanism is intended to facilitate the work of coaches by saving time on the preparation of the training plan.

Keywords: mathematical model, matrix, planning of sports training.

Планирование тренировки является одним из важнейших процессов деятельности фитнес клуба, обеспечивающих его эффективную работу. Под планированием тренировок следует понимать организацию тренировок, включающую управление и порядок их проведения. Каждый клиент требует индивидуального подхода, ведь содержание тренировки напрямую зависит от показателей конкретного человека: его физического состояния, медицинских ограничений, возможностей и др. Потому данный процесс необходимо проводить по определённой схеме, чтобы не потерять ни одного фактора [1]. Однако на практике тренеры слишком загружены, чтобы тратить время на алгоритмы, включающие в себя длинные и сложные расчёты. Они предпочитают использовать принцип индивидуальности клиента и, основываясь лишь на своём тренерском опыте, составлять программу без чёткой и прозрачной схемы.

Разработанная математическая модель планирования спортивных тренировок в фитнес клубах направлена на быстрое освоение за счёт отсутствия

тяжёлых алгоритмов и объёмных вычислений, а её автоматизация в рамках информационной системы управления взаимоотношениями с клиентами фитнес клуба позволит тренерам быстро составить базовый план тренировки, что значительно повысит эффективность их работы.

Модель представим в матричной форме: $X' = AX$, где:

X' – вектор параметров физического состояния в конечный момент;

X – вектор параметров физического состояния в начальный момент;

A – матрица нагрузок.

$$X' = \begin{pmatrix} x'_1 \\ x'_2 \\ \dots \\ x'_m \end{pmatrix}; (1) \quad X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{pmatrix}; (2) \quad A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} (1)$$

m – количество выбранных параметров;

n – количество коэффициентов нагрузки, влияющих на каждый параметр.

Элементы матрицы A зависят от многих факторов: это, в первую очередь, пожелания клиента, значения вектора X , то есть его начальное состояние, а также медицинские показания. Если ограничиться лишь пожеланиями клиента и назначить чрезмерную нагрузку, то можно причинить вред его здоровью. Для этого вводится коэффициент α , связь которого с величиной нагрузки на организм выражается следующим образом:

$$|\sum_m \sum_n a_{mn}| \leq \alpha, \quad (2)$$

где α – это числовое значение, которое связано с таблицей соотношения категорий тренирующихся. На основе консультации с квалифицированными специалистами в табл.1 определено несколько основных категорий людей, посещающих фитнес клубы и тренажёрные залы.

Таблица 1

Соотношение категорий тренирующихся с коэффициентом α

№	Название категории	α
1	2	3
1	Новички (лишний вес)	30
2	Новички (среднее телосложение)	35

1	2	3
3	Новички (недостаток веса)	40
4	Опыт занятия фитнесом до полугода	55
5	Опыт занятия фитнесом от полугода до года	65
6	Опыт занятия фитнесом больше 1 года	75
7	Опыт занятия определённым видом спорта до 1 года (нет разряда)	60
8	Опыт занятия определённым видом спорта больше 1 года (нет разряда)	75
9	Спортсмены III-го разряда	90
10	Спортсмены II-го разряда	105
11	Спортсмены I-го разряда	115
12	Кандидаты в мастера спорта и мастера спорта	130

Таким образом, задача планирования тренировки состоит в подборе элементов матрицы A таким образом, чтобы выполнялось условие 4.

Для каждого элемента вектора X' справедливо равенство:

$$x'_j = a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jn}x_m. \quad (3)$$

Если подобным образом описать весь вектор X' , то получим систему уравнений вида:

$$\begin{cases} x'_1 = a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_m \\ x'_2 = a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_m \\ \dots \\ x'_m = a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_m \end{cases}. \quad (4)$$

В таком случае получается большое количество неизвестных. Если брать несколько временных промежутков, то система будет включать большое количество уравнений для нахождения всех неизвестных. Данный процесс будет слишком трудоёмким в плане расчётов, что снижает шанс использования данной модели тренерами на практике.

Так как использование данной модели предполагается квалифицированными специалистами, то часть неизвестных можно заменить

числовыми значениями, основываясь на знаниях и опыте тренера, оставив число неизвестных равным количеству уравнений в системе.

Каждый элемент матрицы A можно представить в виде:

$$a_{jk} = \delta_{jk} + \lambda_{jk}, \quad (5)$$

где $\delta_{jk} = \begin{cases} 1, & i = k \\ 0, & i \neq k \end{cases}$ – элементы матрицы I ,

λ_{jk} – элементы матрицы нагрузок A .

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (8) \quad A = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} & \dots & \lambda_{1n} \\ \lambda_{12} & \lambda_{22} & \dots & \lambda_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \lambda_{m1} & \lambda_{m2} & \dots & \lambda_{mn} \end{pmatrix} \quad (6)$$

Если человек не занимается, его параметры не меняются, то есть нагрузка равна нулю. Когда человек выполняет упражнения, то возникает нагрузка, причём распределяется она не равномерно, а в соответствии с тем, на какой параметр оказывается воздействие. Нагрузка при этом параметре будет максимальной, но при выполнении упражнения оказывается нагрузка и на другие параметры, то есть оставить значение нагрузки при них равным нулю будет некорректно.

Подставим выражение 7 в систему 6 и получим:

$$\begin{cases} x'_1 = (1 + \lambda_{11})x_1 + \lambda_{12}x_2 + \dots + \lambda_{1n}x_m \\ x'_2 = \lambda_{12}x_1 + (1 + \lambda_{22})x_2 + \dots + \lambda_{2n}x_m \\ \dots \\ x'_m = \lambda_{m1}x_1 + \lambda_{m2}x_2 + \dots + (1 + \lambda_{mn})x_m \end{cases} \quad (7)$$

Самые большие значения нагрузок будут по диагонали, их и нужно будет вычислить. Эти значения оставляем как неизвестные, а остальные коэффициенты при x заменяем на числовые из таблиц упражнений. Таким образом, получается система из i -того числа уравнений с i -тым числом неизвестных, которую можно решить с помощью известных методов.

После того, как все элементы матрицы A были рассчитаны, необходимо проверить условие 4. Если оно выполняется, то данный набор нагрузок можно использовать; если полученное значение превышает коэффициент α , то тренеру нужно пересмотреть значения подобранных им нагрузок, вновь пересчитать

остальные элементы и проверить выполняемость условия. Процесс будет продолжаться до тех пор, пока условие не будет выполняться.

Данная модель применима в случае, когда на протяжении всего времени тренировок человек занимается по одному набору упражнений с фиксированным числом нагрузок, однако обычно нагрузка изменяется с течением времени, потому необходимо общий промежуток времени разделить на несколько.

Тогда для 1-го промежутка: $X' = A_1X$,

для 2-го промежутка: $X'' = A_2X'$,

и так далее до тех пор, пока значения вектора конечных параметров не удовлетворят тренирующегося, а рассмотренный выше алгоритм применяется для каждого временного промежутка.

Однако, как уже отмечалось в источнике [2], хорошо расписанная программа тренировок – это еще не все, хоть и составляет примерно девяносто процентов успеха. Помимо физических нагрузок необходимо соблюдение дополнительных условий, главным из которых является правильное питание.

Правильное питание включает в себя не только составление сбалансированного с точки зрения энергетических затрат организмом человека и химического состава продуктов, но и режим питания, то есть чередование, кратность и регулярность приемов пищи. Потребность в пищевых веществах, энергии и режим питания подбирается целиком индивидуально, в зависимости от потребностей организма, физической активности и возраста. Однако, группы тренирующихся, представленные в табл.1, также подходят для систематизации данного процесса.

Следующим немаловажным фактором после правильного питания являются «локальные» правила питания, которые включают в себя питание до и после тренировки. В случае, если организм человека пребывает в состоянии «застоя» (параметры не меняются, несмотря на соблюдение правил питания и физические нагрузки), тренер может порекомендовать употребление

натуральных добавок, к которым можно отнести, например, протеин для набора мышечной массы и улучшения рельефа тела.

К необходимым условиям повышения эффективности тренировок относится и правильное распределение отдыха для восстановления. Данная задача является весьма сложной даже для некоторых специалистов, так как требует обширную базу знаний физиологии человека и определённый опыт работы с разными группами людей. Адекватное восстановление между подходами и тренировками важно по целому ряду причин. Существует обратная зависимость между интенсивностью и повторениями, а также между интенсивностью и отдыхом. *NSCA Essentials of Strength Training and Conditioning (3rd ed.)* в 2008 году предложил следующую зависимость интервалов отдыха от нагрузок (табл. 2).

Таблица 2

Интервалы отдыха и время восстановления при разной интенсивности нагрузки

Цель тренировки	Продолжительность интервала отдыха	Отдых между тренировками (перед тренировкой той же мышечной группы)
Выносливость мышц < 70% ПМ 12-15+ повторений	≤ 30 секунд	24 часа
Гипертрофия 70-85 % ПМ 6-12 повторений	30-90 секунд	24-72 часов
Сила >85% ПМ 1-5 повторений	2-5 минут	48-72 часов
Мощность >85% ПМ 1-5 повторений	2-5 минут	48-72 часов

Последним из основных условий является режим сна. Недостаток сна отражается как на утомляемости человека, его памяти, нервной системе и т.д., так и на результатах спортивных тренировок, а для разных групп тренирующихся этот период может быть разным. Например, минимальная продолжительность сна при регулярных занятиях спортом составляет 8 часов, рекомендованная – 9-11 часов, а профессиональные бодибилдеры в межсезонье могут уделять сну около 15 часов в сутки (вместе с дневным сном) [2].

В соответствии с математической моделью планирования тренировок в фитнес клубе и дополнительными условиями повышения эффективности спортивных тренировок был разработан алгоритм работы механизма планирования тренировки в виде диаграммы деятельности [3-4], который представлен на рисунке 1.

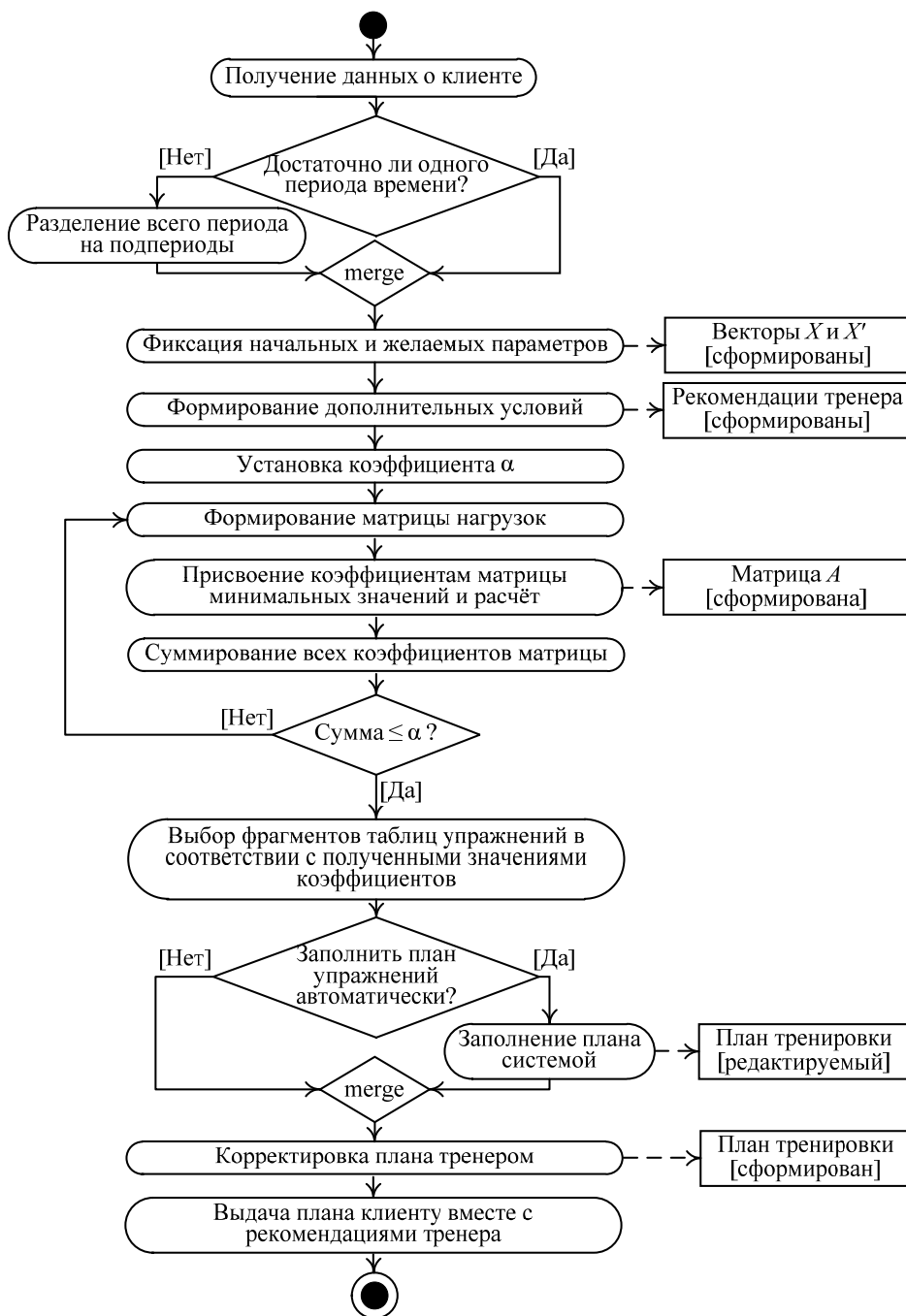


Рис. 1 – Диаграмма деятельности механизма расчёта нагрузки и составления плана тренировки

Несмотря на то, что данный механизм является достаточно прозрачным, он содержит в себе сложные вычисления с использованием матриц и операции

с объёмными таблицами упражнений, при работе с которыми тренер будет терять драгоценное время, а, значит, цель разработки этого механизма не достигнута до конца. Однако, его автоматизация путём добавления в информационную систему управления взаимоотношениями с клиентами фитнес клуба [5,6], реализованную на платформе «1С:Предприятие 8.3», позволит переложить работу с расчётами полностью на CRM-систему, а таблицы сократить до только необходимых фрагментов.

В рамках информационной системы механизм планирования тренировок будет работать следующим образом. Перед началом составления тренировки тренер узнаёт всю необходимую информацию о клиенте: имеющиеся значения его параметров, которые клиент хочет изменить; желаемые значения; физические возможности и медицинские противопоказания, если имеются. В зависимости от этих данных, период тренировки может быть поделен на несколько, в таком случае фиксируются промежуточные значения изменяемых параметров, как и коэффициент α .

В соответствии с одним из этапов алгоритма системой будут автоматически назначены минимальные значения незначительных коэффициентов, которые при желании могут быть увеличены тренером. Далее производится расчёт и осуществляется проверка, не превышает ли сумма всех элементов матрицы A установленное значение α . Если условие выполняется, то на экране тренер увидит полученные числовые значения, в соответствии с которыми будут выведены фрагменты таблиц упражнений. Тренер имеет возможность автоматического заполнения тренировки упражнениями с последующим изменением, а может выбрать все упражнения из фрагментов таблиц [7].

Как было показано на диаграмме деятельности, по завершению работы механизма клиент получает распечатанный план тренировок и рекомендации тренера, причём первая рекомендация тренера выдаётся вместе с первой тренировкой, а последующие – по достижению клиентом определённых результатов. План тренировок же подвергается изменениям каждый раз,

поэтому перед каждой тренировкой тренер выдаёт клиенту новый сформированный план.

Обычно планы тренировок составляются тренерами вручную на уже распечатанных шаблонах таблиц или в обычных тетрадях, однако, это означает, что планы не хранятся в базе информационной системы, а имеют только бумажный носитель. Инструментарий платформы «1С: Предприятие» позволяет не только хранить план тренировок каждого клиента в удобной форме, но и быстро распечатать его, сохраняя дизайн оформления фитнес клуба, что является эффективным маркетинговым ходом.

На рисунке 2 представлен макет электронного документа плана тренировок для тренера. Данный рисунок является демонстрацией окна информационной системы, в котором тренер будет составлять план новой тренировки.

Номер документа Дата

Номер тренировки Дата предыдущей тренировки

Клиент

План тренировок

Наименование комплекса тренировок

Тренер

Таблица упражнений

Рис. 2 – Макет электронного варианта документа плана тренировок для тренера

С помощью кнопки «Загрузить тренировку» можно записать упражнения с весами, количеством упражнений и количеством подходов, которые были получены в результате использования математической модели. Тренер имеет

возможность менять как упражнения, так и вес, количество упражнений и подходов.

Кнопка «Печать» обеспечивает переход на печатную форму документа с планом тренировок (рисунок 3). На этой форме отсутствуют поля, которые не являются необходимыми для клиента, но она дополняется эмблемой и названием фитнес клуба.

Эмблема и название фитнес клуба

Номер тренировки Дата

Клиент

Наименование комплекса тренировок

Тренер

Таблица упражнений

Рис. 3 – Макет печатного варианта документа плана тренировок для клиента

Как уже было указано на диаграмме деятельности, помимо плана тренировок клиенту выдаются тренерские рекомендации, содержащие в себе основные условия, способствующие увеличению эффективности тренировок. Предполагается, что печатный вид тренерских рекомендаций будет иметь схожий вид с клиентским планом тренировок, то есть будет содержать эмблему и название фитнес клуба, а также только необходимые для клиента поля (рисунок 4).

Эмблема и название
фитнес клуба

Клиент

Тренер

Телефон
тренера

Текст с
рекомендациями

Дата

Рис. 4 – Макет печатного варианта документа тренерских рекомендаций для клиента

Тренер может каждый раз заполнять поле «Текст с рекомендациями», но фитнес клуб обладает обширной клиентской базой и плотным потоком новых клиентов, то данный процесс будет отнимать у тренера много времени, потому оптимальным вариантом будет хранение в базе шаблонов с рекомендациями для каждой из категорий тренирующихся (табл.1).

На сегодняшний день блок информационной системы управления взаимоотношениями с клиентами фитнес клуба, отвечающий за выполнение механизма планирования тренировок, уже находится в процессе разработки. Так, окно информационной системы, где тренер составляет план тренировок, представлено на рисунке 5.

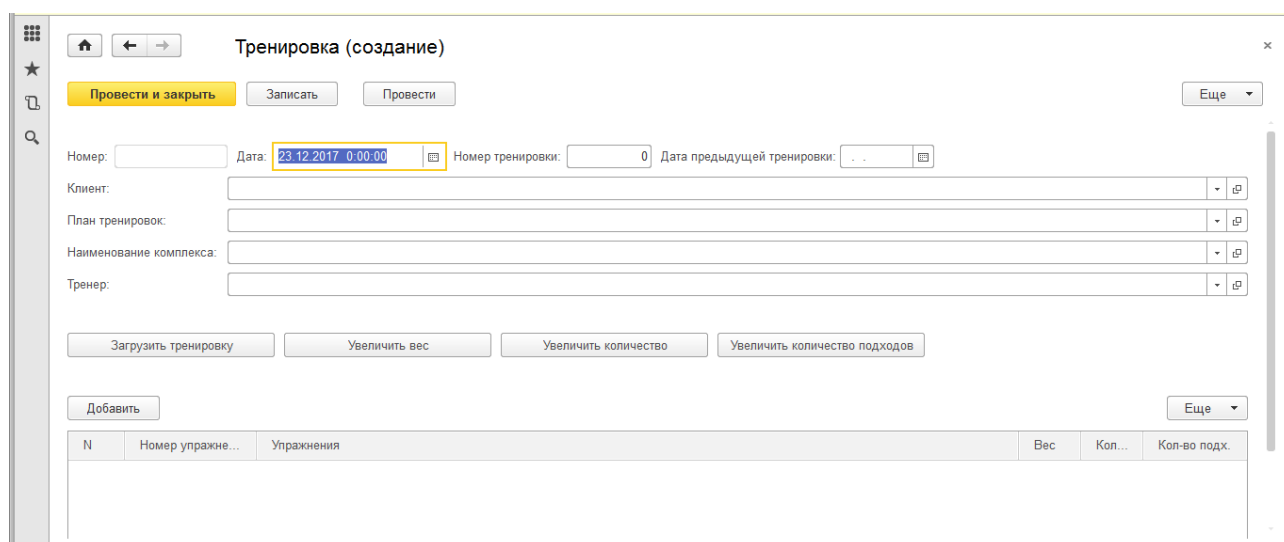


Рис. 5 – Окно пользовательского интерфейса

Таким образом, в статье рассмотрена математическая модель планирования тренировок в фитнес клубе, включающая математическую постановку, с помощью которой рассчитываются коэффициенты нагрузки, и дополнительные условия, без которых физические нагрузки не дадут должного эффекта. В рамках работы предложен вариант реализации механизма на платформе «1С: Предприятие 8.3» и продемонстрированы макеты результатов выполнения алгоритма.

Библиографический список

1. Игнатенко А.А. Математическая модель планирования тренировок в фитнес клубе // Инновационные научные исследования: теория, методология, практика: сборник статей IX Междунар. науч.-практ. конф.– Ч.1.– «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.): Пенза, 2017.– С.104-106.

2. Игнатенко А.А., Бабеев М.С. Условия повышения эффективности плана тренировок, составленного с помощью инструментария информационной системы фитнес-клуба // Прорывные научные исследования: проблемы, закономерности, перспективы: сборник статей VIII Междунар. науч.-практ. конф.– «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.): Пенза, 2017. – С. 50-52.

3. Широбокова С.Н., Хашиева Л.Н. Разработка информационных моделей экономических систем с использованием унифицированного языка моделирования UML : учеб. пособие / Рост. гос. эконом. ун-т «РИНХ». – Ростов н/Д, 2002. – 144 с.

4. Широбокова С.Н. Использование инструментальных средств поддержки реинжиниринга бизнес-процессов: учеб. пособие / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т (НПИ) им. М.И. Платова. – Новочеркасск: ЮРГПУ(НПИ), 2014. – 194 с.

5. Игнатенко А.А., Широбокова С.Н. Информационная система управления взаимоотношениями с клиентами фитнес-клуба // Новые информационные технологии в образовании: инновации в экономике и образовании на базе технологических решений 1С: сборник науч. тр. 17-й Междунар. науч.-практ. конф. – Ч.1. – ООО "1С-Публишинг": Москва, 2017. – С. 289-292.

6. Игнатенко А.А., Широбокова С.Н. Моделирование скидочной системы в фитнес-клубе // Современные тенденции и инновации в науке и производстве: Материалы VI Международной науч.-практ. конф. Междуреченск, 24-26 апреля 2017 г. – Кемерово, 2017. – С. 112-113.

7. Игнатенко А.А., Бабеев М.С. Механизм расчёта нагрузок и составления плана тренировок в фитнес клубе // EUROPEAN RESEARCH: сборник статей IX Междунар. науч.-практ. конф. – «Наука и Просвещение» (ИП Гуляев Г.Ю.): Пенза, 2017. – С. 77-80.

References

1. Ignatenko A.A. The mathematical model of planning workouts in the fitness club // Innovatsionnyye nauchnyye issledovaniya: teoriya, metodologiya, praktika [Innovative scientific research: theory, methodology, practice]: collection of scientific articles of the IX International scientific-practical conference. – P.1. – "Science and Education" (IE Gulyaev G.Y.): Penza, 2017. – pp.104-106.

2. Ignatenko A.A., Babeev M.S. Conditions of increase of efficiency of training plan, compiled with the toolkit information system the fitness club // Proryvnyye nauchnyye issledovaniya: problemy, zakonomernosti, perspektivy [Breakthrough scientific research: problems, patterns, prospects]: collection of scientific articles of the VIII International scientific-practical conference.– «Science and Education» (IE Gulyaev G.Y.): Penza, 2017.– pp. 50-52.

3. Shirobokova S.N., Hashieva L.N. Razrabotka informatsionnykh modeley ekonomicheskikh sistem s ispol'zovaniyem unifitsirovannogo yazyka modelirovaniya UML [Development of information models of economic systems using the unified modeling language UML]: training manual / Rostov state economic University «RINE».– Rostov-on-Don, 2002.– 144 p.

4. Shirobokova S.N. Ispol'zovaniye instrumental'nykh sredstv podderzhki reinzhiniringa biznes-protsessov [The use of analytical tools in support of reengineering business processes]: training manual / Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI).– Novocherkassk: PSRSPU (NPI), 2014. – 194 p.

5. Ignatenko A.A., Shirobokova S.N. Information system customer relationship management of the fitness club // New Information Technologies in Education: innovations in economics and education on the basis of 1C technological solutions": proceedings of the XVII International Scientific and Research Conference.– P.1.– LLC «1C Publishing»: Moscow, 2017.– pp.289-292.

6. Ignatenko A.A., Shirobokova S.N. Modelirovaniye skidochnoy sistemy v fitnes-klube [Modeling of the discount system in the fitness club] // Sovremennyye tendentsii i innovatsii v nauke i proizvodstve [Modern trends and innovations in science and production]: materials of the VI International scientific-practical conference. Mezhdurechensk, April 24-26, 2017.– Kemerovo, 2017.– pp.112-113.

7. Ignatenko A.A., Babeev M.S. The solver loads and plan workouts in the fitness club // EUROPEAN RESEARCH: collection of scientific articles of the IX International scientific-practical conference – «Science and Education» (IE Gulyaev G.Y.): Penza, 2017.– pp.77-80.