

Самсонов, Г.А. Компьютерная программа расчета механических характеристик системы "спортсмен-штанга" при выполнении силовых упражнений / Г.А. Самсонова, А.В. Самсонова, А. Д.Банников // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф.Лесгафта, 2016.- Вып.10.- С. 28-31.
УДК 796.88

КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА РАСЧЕТА МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ «СПОРТСМЕН-ШТАНГА» ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ

Самсонов Глеб Александрович, к.п.н.

Самсонова Алла Владимировна, д.п.н., профессор, заведующая кафедрой

Банников Антон Дмитриевич, аспирант

Национальный государственный Университет физической культуры, спорта и здоровья им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, кафедра биомеханики

Аннотация. Разработана компьютерная программа «Биомеханика пауэрлифтинга», позволяющая оценивать механические характеристики системы «спортсмен-штанга» при выполнении приседания со штангой: межзвенные углы, координаты ОЦТ, углы устойчивости, моменты силы тяжести относительно центров вращения в суставах нижней конечности, а также давление на межпозвоночный диск L3-L4. Разработанная программа является расширенной версией программы *Spine*. Помимо расчета дополнительных механических характеристик системы «спортсмен-штанга» программа строит каркасную модель спортсмена и штанги, а также сохраняет расчеты в книгу *Excel*.

Ключевые слова: пауэрлифтинг, компьютерная программа.

AN APPLICATION FOR CALCULATING THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE "ATHLETE-BAR" SYSTEM WHEN PERFORMING THE STRENGTH EXERCISES

Gleb A. Samsonov, PhD

Alla V. Samsonova, HD, Professor, Head of Department

Anton. D. Bannikov, Postgraduate Student

Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Health, St. Petersburg, Department of Biomechanics

Abstract. "Powerlifting biomechanics" software allowing estimating the mechanical characteristics of the "athlete-bar" system (joint angles, center of mass coordinates, stability angles, lower limb joint force of gravity moments and the pressure on the L3-L4 intervertebral disc) was developed. This application is an extended version of the "Spine" software. Besides calculating the mechanical characteristics of the "athlete-bar" system, this software may draw a stick model of an athlete and a bar and export the data to the Excel worksheet.

Key words: powerlifting, software.

ВВЕДЕНИЕ

Очень часто при выполнении силовых упражнений необходимо получить информацию о ряде механических характеристик спортсмена и штанги при выполнении приседания со штангой. Например, о межзвенных углах, углах устойчивости, моментах силы тяжести относительно осей вращения в суставах, а

также о давлении на межпозвонковые диски. Частично эту задачу решала программа *Spine* [2], разработанная для расчета давления на межпозвонковые диски при выполнении приседания со штангой. Однако расчет других механических характеристик приседания со штангой на плечах был невозможен.

Цель исследования состояла в усовершенствовании разработанной ранее программы *Spine*.

ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Были использованы экспериментальные данные приседания со штангой пауэрлифтера высокой квалификации (масса спортсмена 76 кг), выполняющего приседание со штангой на плечах массой 70 кг.

Перед проведением эксперимента выполнялась маркировка ряда точек спортсмена: центра тяжести (ЦТ) головы, туловища, бедра, голени и стопы. Посредством фотоаппарата *Casio Exilim Pro EX-F1* с разрешением 3072x2304 пикс. выполнялись снимки статического положения спортсмена в крайней нижней точке приседа со штангой.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Разработана компьютерная программа Биомеханика Пауэрлифтинга, позволяющая по фотоизображению атлета, выполняющего силовое упражнение присед в различных вариантах (рис. 1), рассчитать механические характеристики положения спортсмена.

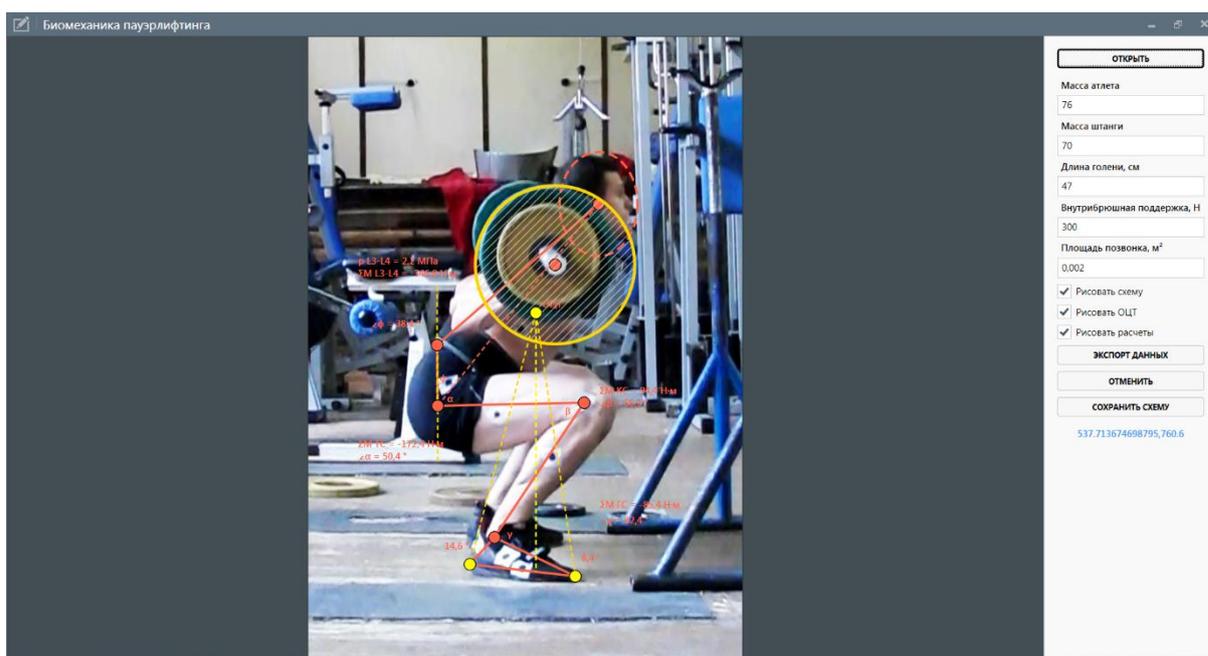


Рис. 1. Интерфейс программы Биомеханика пауэрлифтинга

Рассчитывались следующие механические характеристики:

- межзвенные углы (угол между туловищем и вертикалью (ϕ), угол между туловищем и бедром (α), угол между бедром и голенью (β), угол между голенью и стопой (γ);
- координаты ОЦТ;
- углы устойчивости и угол равновесия системы «спортсмен-штанга»;
- внешние нагрузочные моменты относительно нижнего отдела позвоночника, тазобедренного, коленного и голеностопного суставов;

- давление на межпозвонковый диск L₃–L₄.

В компьютерной программе использована модель В.П. Сазонова [1]. С этой целью применялась формула:

$$P_{\delta} = \frac{R = (F_{ум} + V) \cos \alpha + F_M - F_n}{S_{\delta}},$$

где P_{δ} – давление на межпозвонковый диск L₃–L₄, Па; R – результирующая сила, действующая на межпозвонковый диск L₃–L₄, Н; $F_{ум}$ – сила тяжести штанги, Н; V – вес вышележащих частей тела, Н; α – угол между туловищем и вертикалью, град.; F_M – сила тяги мышц-разгибателей позвоночника, Н; F_n – сила внутрибрюшной поддержки, Н; S_{δ} – площадь межпозвонкового диска, м².

Характеристика компьютерной программы

Компьютерная программа написана на языке C# в среде исполнения NET WPF. Она предполагает несколько вариантов вывода результатов биомеханического анализа (рис. 2).

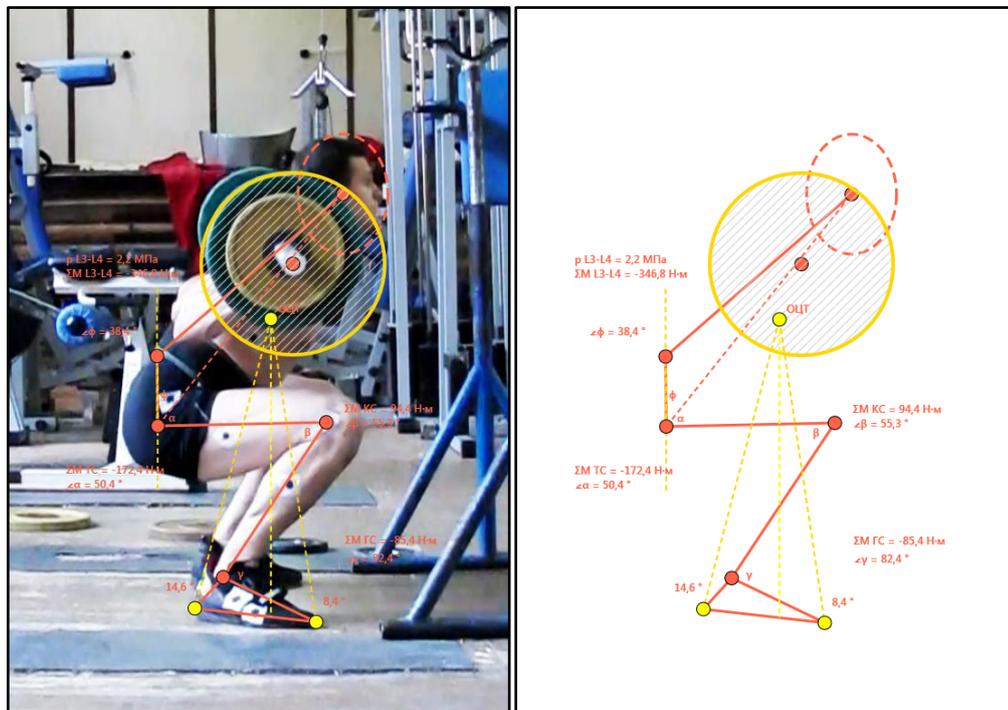


Рис. 2. Варианты вывода результатов биомеханического анализа:
слева – на фото спортсмена наложена каркасная модель спортсмена и штанги с результатами биомеханического анализа;
справа – каркасная модель спортсмена и штанги с результатами биомеханического анализа

Программа позволяет:

- загрузить изображение спортсмена, созданное в любом из графических форматов;
- зафиксировать координаты 11 маркеров на теле спортсмена или только маркеров, необходимых в текущем исследовании;
- ввести данные о массах штанги и спортсмена, силе внутрибрюшной поддержки, площади межпозвонкового диска L₃–L₄ и длине голени (по длине голени программа рассчитывает масштаб изображения);
- рассчитать показатели, характеризующие степень устойчивости системы

«спортсмен-штанга», координаты ОЦТ системы «спортсмен-штанга», а также внешние нагрузочные моменты относительно центров суставов нижней конечности спортсмена при выполнении силового упражнения;

– построить каркасную модель спортсмена и штанги с нанесенными на нее результатами расчетов (рис. 2, кнопка «Сохранить схему»).

– сохранить результаты расчетов в книгу *Excel* (кнопка «Экспорт данных»).

Программа также позволяет отменить предшествующий шаг. С этой целью в программу введена дополнительная кнопка «Отменить».

ВЫВОДЫ

1. Разработана компьютерная программа Биомеханика Пауэрлифтинга, позволяющая рассчитать ряд механических характеристик системы «спортсмен-штанга» при выполнении приседа со штангой.

2. Особенностью программы Биомеханика Пауэрлифтинга является создание каркасной модели спортсмена и штанги с выведенными результатами расчетов.

3. Разработанная программа позволяет не только количественно оценить технику спортсмена, но также может служить учебным пособием при проведении занятий по курсу «Биомеханика двигательной деятельности».

ЛИТЕРАТУРА

1. Сазонов В.П. Оценка и выбор физических упражнений на основе учета биомеханических факторов риска повреждения позвоночника: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – М., 1989. – 21 с.

2. Самсонов Г.А. Компьютерная программа расчета давления на межпозвонковые диски при выполнении приседания со штангой на плечах // Труды кафедры биомеханики университета имени П.Ф. Лесгафта: сб. науч. тр. / НГУ им. П.Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург. – СПб., 2012. – Вып. 6. – С. 27-30.