*УДК 519.21*

**РЕГРЕСИОННЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВТОРНОГО МАКСИМУМА ДЛЯ СИЛОВЫХ УПРАЖНЕНИЙ**

**Д. А. Пасько**

Кубанский государственный университет

ул. Ставропольская 149, 350040 Краснодар, Россия

**Ключевые слова:** линейная регрессия, машинное обучение, пауэрлифтинг, силовые упражнения, регрессионный анализ.

**Аннотация**

Очень часто при подготовке к соревнованиям по пауэрлифтингу или в процессе любительских силовых тренировок полезно (а иногда и необходимо) оценить свои текущие возможности, не делая “проходку” (тренировку, направленную на выяснение своих максимальных возможностей), так как “проходка” оказывает сильное воздействие на нервную систему, её нежелательно делать часто и к ней нужно сначала подготавливаться, затем от неё отдыхать (чтобы суметь мобилизовать больше ресурсов и уменьшить риск травм), что занимает много времени и сил — и всё ради того, чтобы просто узнать, какой именно вес ты способен пожать, присесть или потянуть конкретно сейчас. Гораздо разумнее было бы оценить эти величины (веса, которые спортсмен может поднять только один раз, повторные максимумы, ПМ), основываясь на результатах, которые ты показывал совсем недавно в процессе обычных тренировок или которые намного проще продемонстрировать (веса на несколько раз, многоповторные максимумы, МПМ). Кроме того, если удастся построить такую модель, способную оценить силу человека, исходя из его последних достижений, можно будет сделать более явной связь между тренировками и реальными результатами, предотвращая перетренированность и временные потери на тренировки по программам, не дающим эффекта.

Итак. Зачем нужно предсказывать повторные максимумы? Регрессионные модели, которые требуется построить, помогут:

1. адекватно оценить свои возможности перед соревнованиями и заказать веса, очень близкие к реальному максимуму; кроме того, знать свой ПМ, не делая проходку, очень важно не только для тех, кто занимается пауэрлифтингом (многие тренировочные программы требуют работы с весами, составляющими 60-80% от ПМ, который желательно вычислить, не рискуя травмироваться);

2. в период подготовки оценивать скорость своего прогресса (или вообще его наличие), предотвращая перетренированность; сравнивать свои результаты с результатами предыдущих циклов, даже если тогда использовалось другое число повторений;

3. более обоснованно планировать программу тренировок: пытаясь чередовать разные упражнения и разные диапазоны повторений, легко сделать программу, которая на самом деле не будет давать значимого эффекта или потребует неподъёмных усилий;

4. обосновать действенность разных методик и выразить различия между ними (этому посвящён последний раздел статьи);

5. более точно замерять силовые качества групп мышц-антагонистов (очень редко для этого вообще возможно измерять 1ПМ у обеих групп, как и МПМ при одном и том же числе повторений);

6. выявить математические закономерности в силовых показателях человека.

Цель исследования – найти одну или несколько регрессионных моделей, которые дают качественную оценку повторного максимума через многоповторный. Данные для построения этих моделей были собраны с помощью опросов в Интернете.

**Сбор данных**

Для сбора наблюдений был создан опрос в Google Forms (<https://forms.gle/R4zZqQJ3ggNdEuQ67>) на русском языке и его англоязычный аналог (<https://forms.gle/dbthrvE5Y95beqUL9>).

Русскоязычный опрос распространялся через соц. сеть ВКонтакте преимущественно в следующих группах: «Пауэрлифтинг | Тяжелая атлетика» (<https://vk.com/powerliftingnews>), «Я ♥ ПАУЭРЛИФТИНГ» (<https://vk.com/ilovepowerlifting>), «ПАУЭРЛИФТИНГ И ЖИМ ЛЁЖА 18+» (<https://vk.com/powerliftingworld>), «Твой Тренер» (<https://vk.com/tvoytrenercom>); аналогично англоязычный опрос распространялся на Facebook преимущественно здесь: «Powerlifting Motivation» (<https://www.facebook.com/PowerliftingMotivation/>), «International Powerlifting League (IPL)» (<https://www.facebook.com/groups/IPLPowerlifting/>), «Powerlifting Motivation Chat» (<https://www.facebook.com/groups/powerliftingmotivation/>), «Powerlifting Memes» (<https://www.facebook.com/groups/powerliftingmemes/>). Кроме того, несколько наблюдений я собрал лично.

Спустя два месяца от создания опросов данные были выгружены и началась их обработка. Теперь эти данные и всё, связанное с ними, хранятся в моём репозитории по ссылке <https://github.com/PasaOpasen/Powerlifting-training-diary-and-articles/tree/master/Estimating%20RM>. В результате опроса удалось собрать более 170 наблюдений без учёта урезанных данных.

Изображение выглядит как текст, карта, стол, наполненный

Автоматически созданное описание

Рисунок 1. Зависимость повторного максимума от многоповторного для разного диапазона повторений

Для обработки данных и создания отчёта использовалась среда RStudio и язык R версии 3.6.3.

**Результаты**

В ходе исследования было проведено сравнение пяти линейных моделей для оценки повторного максимума, среди них с помощью повторной перекрёстной проверки были найдены две лучшие (для упрощения названные и ):

где – повторный максимум (repeated maximum), – многоповторный максимум (multi-repeated maximum), – движение (жим штанги лёжа, приседание со штангой на плечах или становая тяга), – количество повторений для многоповторного максимума (от 2 до 10), – группа по количеству повторений (2-3 повторения, 4-6 повторений, 7-10 повторений), – индекс массы тела спортсмена, ИМТ (<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BA%D1%81_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D1%8B_%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%B0>), – некоторое число. Выражение вида означает, что в зависимости от движения здесь будет стоять своё число (движение и диапазон повторений – факторные переменные).

*Изображение выглядит как текст, карта, внутренний, стол

Автоматически созданное описание*

Рисунок 2. Оценки перекрёстной проверки для разных тестируемых моделей и разного числа блоков

**Выводы**

В результате проведённого исследования была найдена модель, не зависящая от типа телосложения, опыта тренировок и многих других характеристик, но при этом дающая хорошие результаты на 85% данных со средней ошибкой менее 3%.

Я уверен, что большие погрешности в единичных случаях – это та часть закономерности, зависящая от человека и многих неучтённых характеристик. Тем не менее, влияние этих неучтённых факторов далеко не так велико, как предполагали многие: намного больше повторный максимум зависит от обычной математики.

Посчитать собственные результаты при помощи найденной модели можно на сайте <https://dmitrypasko.shinyapps.io/RMbyMRMestimating/>.

***Библиографический список***

1. Хэтфилд Ф.К., Всестороннее руководство по развитию силы // Красноярск: Союзспорт, 1992. - 284 с.
2. В.А. Сакс, Э.К. Сеппет, В. В. Куприянов, В. Н. Смирнов «Механизмы энергообеспечения мышечного сокращения» сборник «Структурные основы и регуляция биологической подвижности» Москва 1980 г.
3. В. С. Гурфинкель, О. С. Левин «Скелетная мышца структура и функция», Москва: «Наука» 1985 г.
4. Смит Гарри, Дрейпер Норман «Прикладной регрессионный анализ», Вильямс, 2016.
5. Роберт И. Кабаков. R в действии. Анализ и визуализация данных в программе R. / пер. с англ. Полины А. Волковой. – М: ДМК Пресс, 2016. – 588 с.
6. Brandon Lilly «The Cube method» (2012)