

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)

Регрессионные модели для определения повторного максимума в пауэрлифтинге

Работу выполнил: студент гр. 202, Пасько Д. А.

Научный руководитель: докт. физ.-мат. наук, доц. Голуб М. В.

Содержание

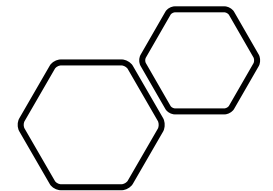
- Что такое пауэрлифтинг
- Зачем предсказывать повторные максимумы?
- От чего зависят повторные максимумы?
- Гипотеза исследования
- Описание выборки
- Результаты исследования
- Выводы



Пауэрлифтинг (Powerlifting)

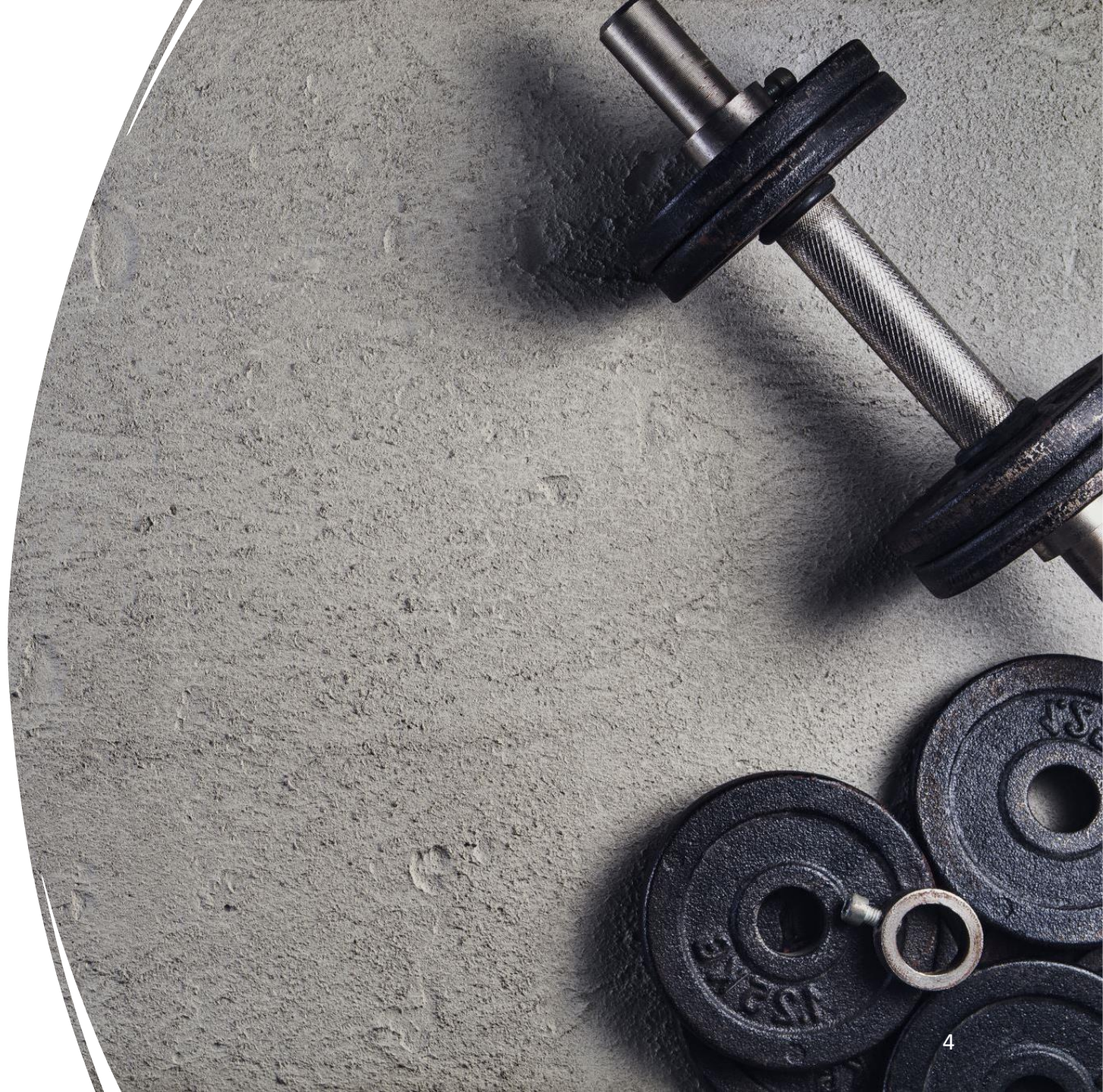
Пауэрлифтинг (силовое троеборье) – силовой вид спорта, суть которого заключается в преодолении сопротивления максимально тяжёлого для спортсмена веса.

- 3 упражнения
- 3 попытки на упражнение
- Побеждает спортсмен с наибольшей суммой удачных результатов по каждому упражнению



Зачем вычислять повторные максимумы?

- Чтобы заказать оптимальный вес на соревнованиях
- Чтобы правильно планировать программу тренировок под себя
- Чтобы оценивать свой прогресс
- Чтобы лишний раз не рисковать травмироваться



Что влияет на силу человека в одном повторении?

генетика (соотношение мышечных волокон, рычагов и т. п.)

опыт тренировок (чем больше опыт, тем больше может быть как импульс ЦНС, так и порог его подавления, так и запасы креатинфосфата и т. п.)

общая конституция (тип телосложения, рост, соотношение роста и функционального веса)

техника выполнения упражнения

Гипотеза исследования

Одноповторный максимум (RM) можно с небольшими ошибками предсказать через многоповторный (MRM) при помощи модели вида

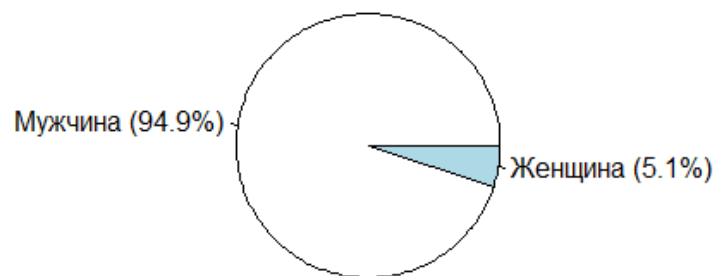
$$RM = MRM \cdot (x + y \cdot REPS) + f(MRM, HEIGHT, WEIGHT) + \varepsilon$$

с поправками на телосложение, опыт тренировок, диапазон повторений или некоторые другие факторы.

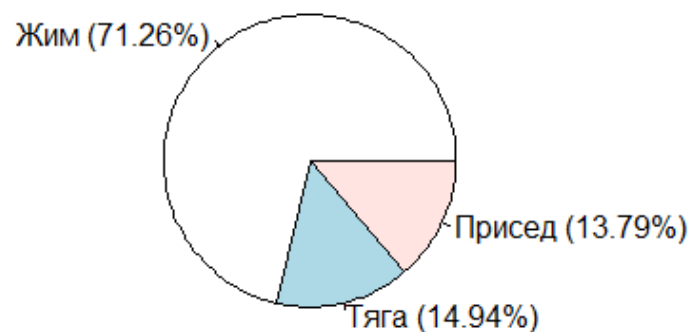
Выборка

- Собрана с помощью опросов
<https://forms.gle/R4zZqQJ3ggNdEuQ67>,
<https://forms.gle/dbthrvE5Y95beqUL9>
- Содержит 174 достоверных наблюдения от 157 человек

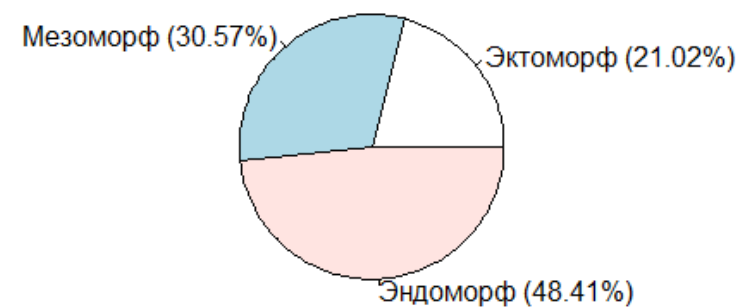
Пол испытуемых

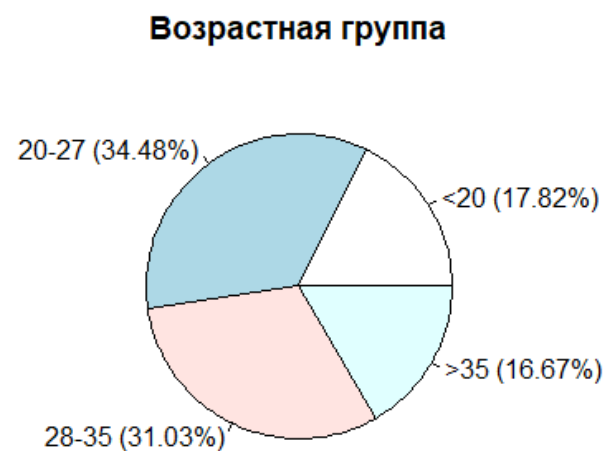
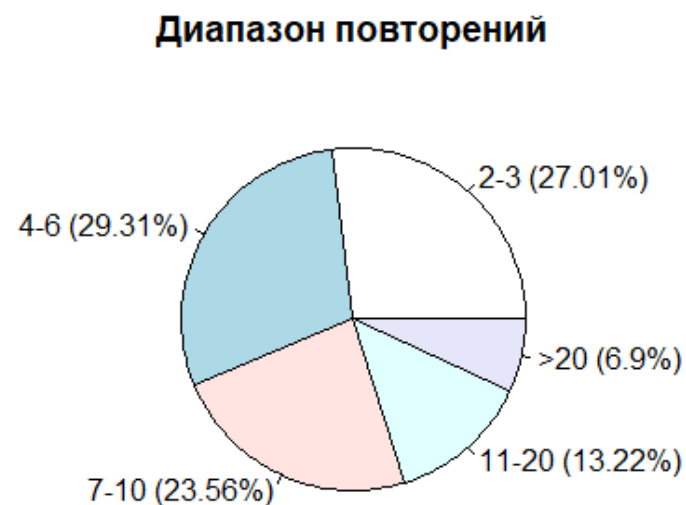
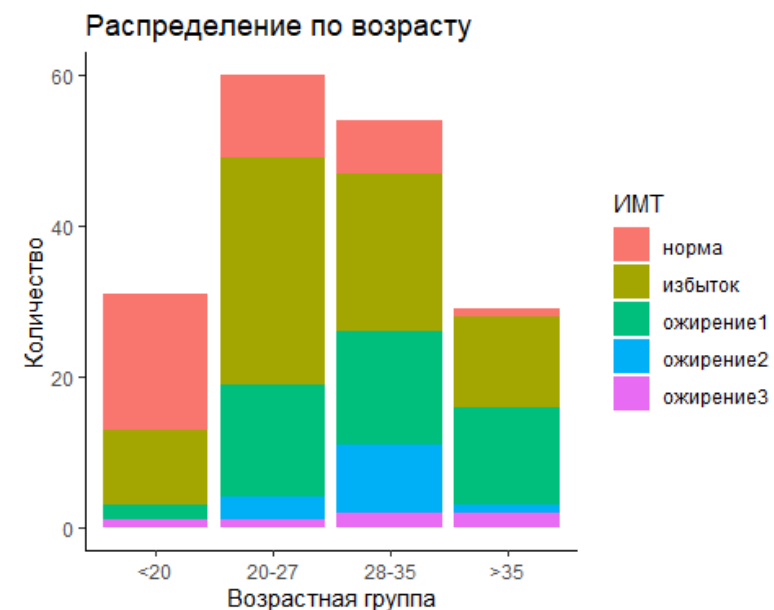
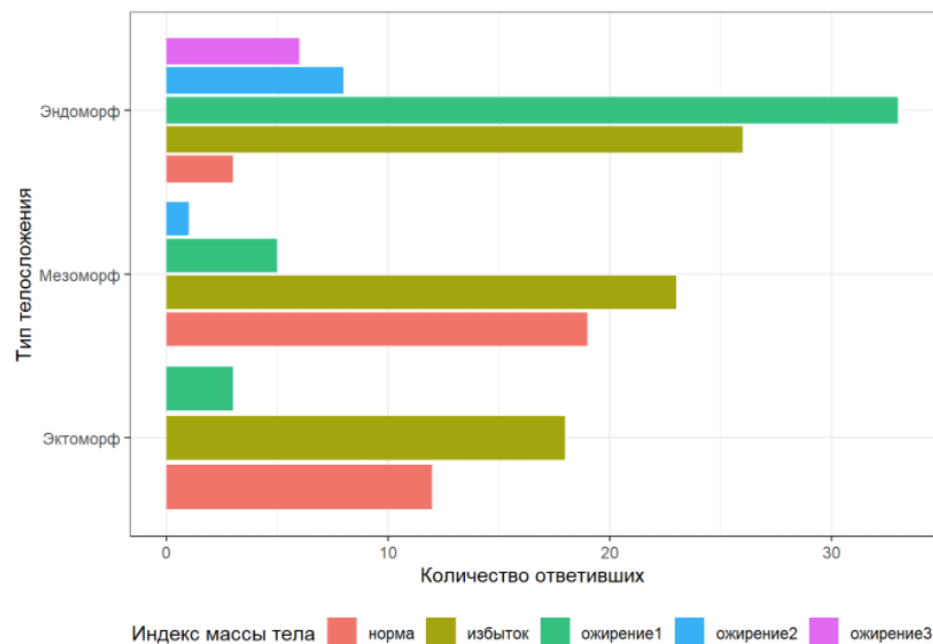
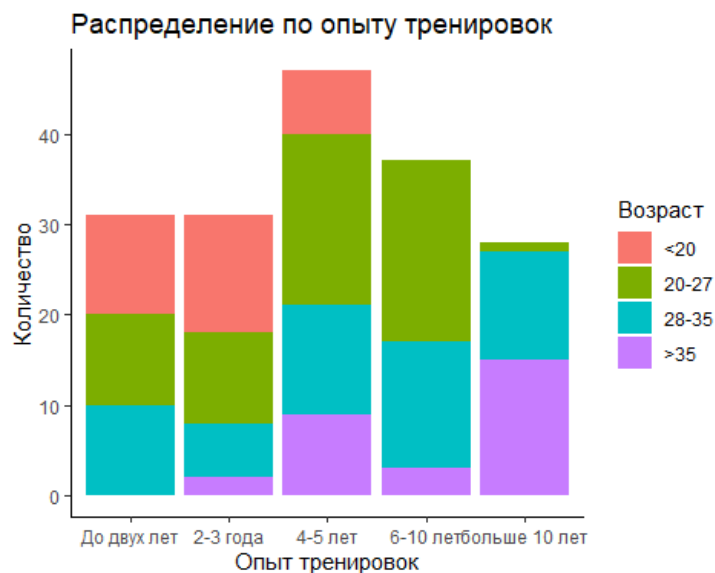


Движение

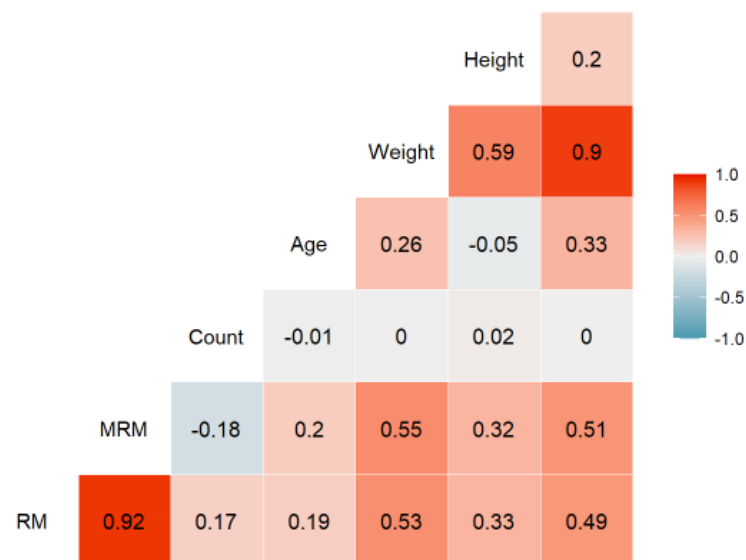
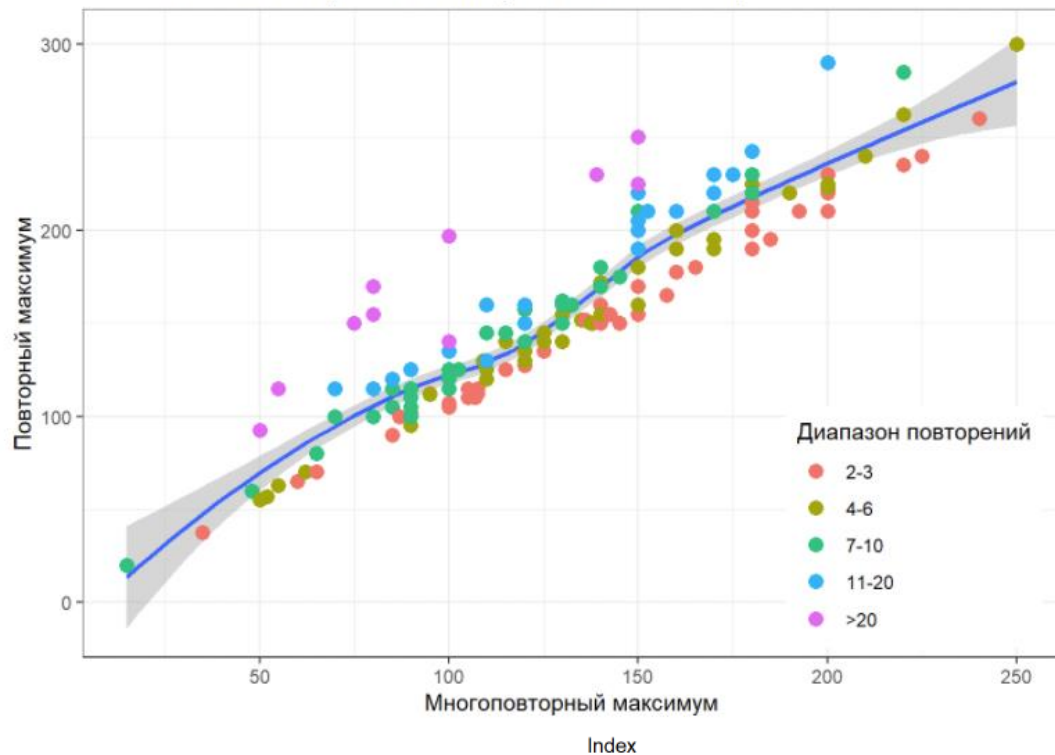


Тип телосложения испытуемых





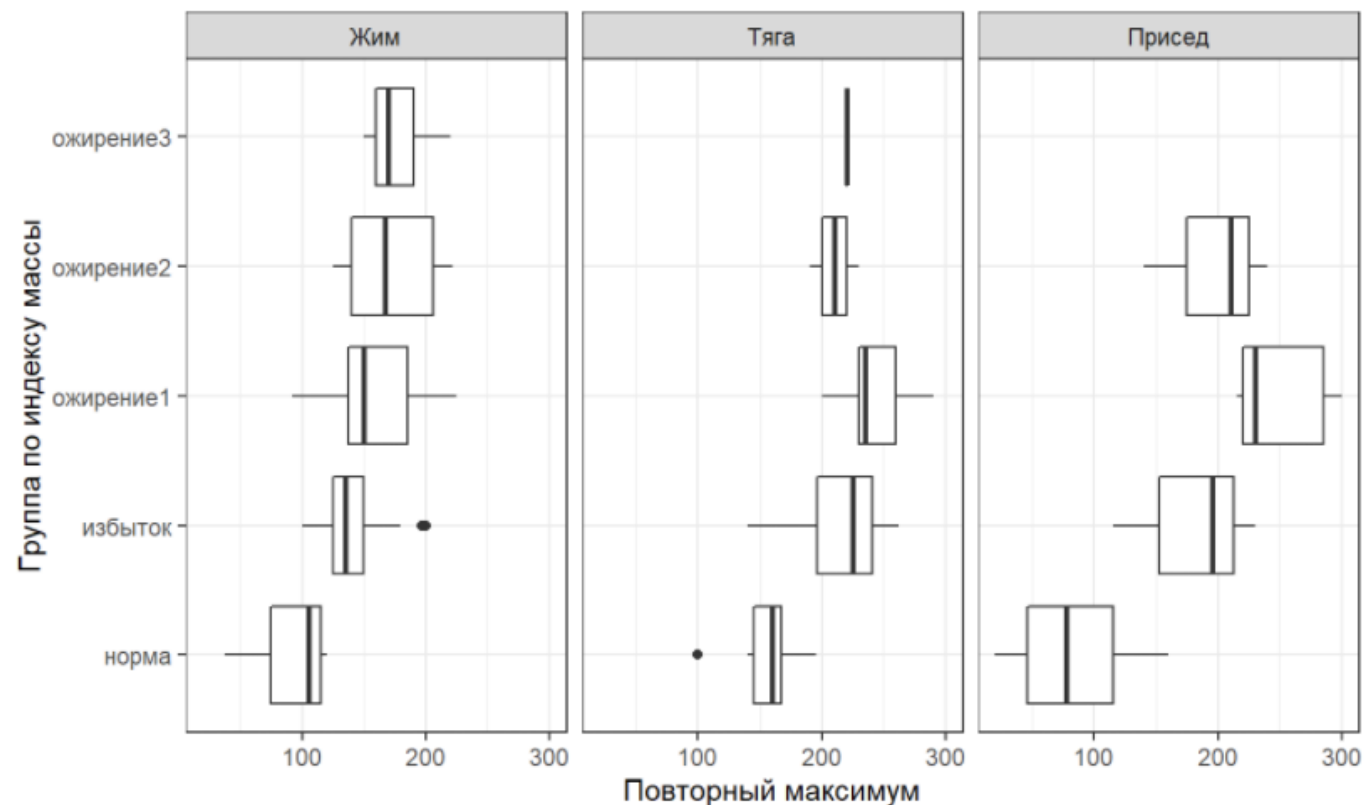
Зависимость повторного максимума от многоповторного



Зависимость повторного максимума от индекса массы тела

Из графика видно, что жим лёжа имеет тенденцию увеличиваться с ростом индекса массы тела.

Однако для приседа это верно лишь до некоторого порога



Лучшая линейная модель

$$RM = MRM \cdot (CountGroup_a + Action_b + CountGroup_c \cdot Count) + d \cdot \left(\frac{MRM}{Index}\right)^6$$

- На выборочных данных модель ошибается максимум на 13кг и 12%;
- В среднем модель ошибается на менее 3%;
- В 85% случаев ошибка не превышала 5%;
- В целом, на каждом диапазоне имеется почти одинаковый разброс;
- Модель статистически значима и удовлетворяет всем нужным требованиям

```
lm(formula = RM ~ I((MRM/Index)^6) + MRM:CountGroup + MRM:Action +  
MRM:CountGroup:Count - 1, data = data)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-12.0974	-3.2898	-0.1568	3.0781	13.9004

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
I((MRM/Index)^6)	-2.989e-05	1.125e-05	-2.657	0.00887	**
MRM:CountGroup2-3	9.963e-01	2.848e-02	34.984	< 2e-16	***
MRM:CountGroup4-6	9.711e-01	3.401e-02	28.558	< 2e-16	***
MRM:CountGroup7-10	1.077e+00	5.195e-02	20.738	< 2e-16	***
MRM:ActionТяга	2.893e-02	1.014e-02	2.854	0.00502	**
MRM:ActionПрисед	4.984e-02	9.648e-03	5.166	8.78e-07	***
MRM:CountGroup2-3:Count	3.325e-02	1.067e-02	3.116	0.00226	**
MRM:CountGroup4-6:Count	3.578e-02	6.842e-03	5.229	6.62e-07	***
MRM:CountGroup7-10:Count	1.833e-02	6.011e-03	3.050	0.00278	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.198 on 130 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.999, Adjusted R-squared: 0.9989

F-statistic: 1.395e+04 on 9 and 130 DF, p-value: < 2.2e-16

Лучшая нелинейная модель

$$RM = \frac{MRM}{Action_a + b \cdot \exp(-CountGroup_c \cdot Count)} + d \cdot \left(\frac{MRM}{Index}\right)^6$$

```
Formula: RM ~ 100 * MRM/(a[Action] + b * exp(-c[CountGroup] * Count)) +  
d * (MRM/Index)^6
```

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
a1	7.259e+01	6.392e+00	11.357	< 2e-16	***
a2	7.032e+01	6.319e+00	11.128	< 2e-16	***
a3	6.903e+01	6.329e+00	10.907	< 2e-16	***
b	3.037e+01	5.168e+00	5.877	3.27e-08	***
c1	1.665e-01	7.683e-02	2.167	0.0320	*
c2	1.499e-01	6.309e-02	2.376	0.0190	*
c3	1.487e-01	7.233e-02	2.056	0.0418	*
d	-2.667e-05	1.062e-05	-2.511	0.0133	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.157 on 131 degrees of freedom

- На выборочных данных модель ошибается максимум на 13кг и 11%;
- В среднем модель ошибается на 3%;
- В 80% случаев ошибка не превышала 5%;

Estimating repeated maximim by multi-repeated maximum

Your repeated maximum(kg):

Repeats:

Choose an action:

Choose your weight(kg):

Choose your height(cm):

Predictions by linear model:

RM Prediction	Lower prediction	Upper prediction
180.40	172.90	187.90

Predicted multi-reps:

Count of repeats	Predicted weight
1	180.4
2	176.9
3	170.1
4	166.7
5	160.6
6	155
7	152.2
8	149.7
9	147.2
10	144.9

The present model can give outliers if RM or Repeats are very large or the body mass index is too small. It's because of features of the dataset, sorry

Percentiles:

Percentage of RM	Linear model	Nonlinear model
100%	180.40	177.70
95%	171.40	168.80
90%	162.40	159.90
85%	153.30	151.00
80%	144.30	142.20
75%	135.30	133.30
70%	126.30	124.40

Заключение



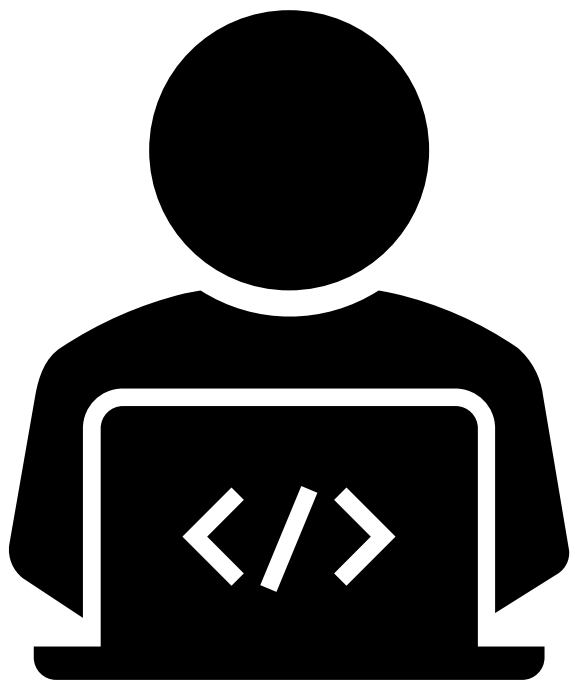
В результате проведённого исследования была найдена модель, не зависящая от типа телосложения, опыта тренировок и многих других характеристик, но при этом дающая хорошие результаты на 85% данных.



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 по ссылке <https://dmitrypasko.shinyapps.io/RMbyMRMestimating/>



Спасибо за
внимание!