Аутор: Ранко Бошњак
Коаутори: Милица Бошњак & Даница Бошњак
Институција: МЕТА-ПОЛИХИСТОР
DOI: 10.5281/zenodo.23438916
„ПОЛИХИСТОР“ N: PH-FIZ-01-05E-SRB
polihistor@meta-ns.co.rs

РЕЛАЦИЈА ЈАЧИНА–ДОМЕТ У (3+3) ОКВИРУ
(E – експериментални рад)

Свака аномалија је писмо из непознатог — питање је само да ли знамо да га прочитамо.

АПСТРАКТ
Овај рад представља експерименталну проверу релације јачина–домет из теоријског рада тријаде [5]. Релација јачина-домет предвиђа низ разних ефеката: варијацију гравитационе константе на малим растојањима, нуклеарне гравитационе резонанције, Casimir аномалије, затим и преостали део Нолен-Шиферове аномалије, Thieberger аномалију, аномални динамички Casimir ефекат, потом Tully-Fisher транзицију, неутринске осцилације, dilaton moduli и термодинамичке тестове квантне гравитације. Анализирамо постојеће експерименталне податке из Eöt-Wash експеримената [1, 9, 10, 11], Casimir мерења [4, 6, 7, 13, 15], нуклеарне спектроскопије [14], Thieberger експеримента [17], па Tully-Fisher релације [12], неутринских експеримената [2], и термодинамичких мерења [18]. Показујемо даље где постоји слагање, а где је ефекат испод осетљивости, и где су потребна нова мерења. Дајемо предлог конкретног експеримента за прецизно мерење.

КЉУЧНЕ РЕЧИ: релација јачина–домет, варијација G(r), Casimir аномалија, Нолен-Шиферова аномалија, Thieberger аномалија, нуклеарне гравитационе резонанције

AMC (2020) КЛАСИФИКАЦИЈА:
83C40 Гравитација и електромагнетизам;
83D05 Релативистичка гравитација;
81V17 Уједињење сила;
83E15 Димензије >4 у релативитету;
83J05 Математичка физика гравитације;
00A30 Филозофија математике и физике.

1. УВОД
Теоријски рад [5] успоставља релацију јачина–домет: $\mathbf{F_i \times R_i^{\{n_i\}} = K_i}$
где је $\mathbf{F_i}$ релативна јачина силе, $\mathbf{R_i}$ њен карактеристични домет, $\mathbf{n_i}$ експонент ($\mathbf{n = 2}$ за краткодометне, $\mathbf{n = 0}$ за дугодометне силе), а $\mathbf{K_i}$ параметар који зависи од константе спреге.
У Прилогу А теоријског рада [5] дато је десет конкретних предвиђања која следе из ове релације, док овај рад тестира свако од њих на постојећим експерименталним подацима.

2. ТЕОРИЈСКА ПРЕДВИЂАЊА ИЗ ПРИЛОГА А [5]
У овом поглављу дајемо теоријска предвиђања из Прилога А теоријског рада [5] за свако појединачно.

2.1 Варијација G(r) на малим растојањима
Теоријско предвиђање [5, A.1]:

$$\bullet\ \mathbf{G(r) = G_\infty \times [1 + \alpha \times \exp(-\frac{r}{R_S})]}$$

где су:
- $\mathbf{G_\infty = 6.674\times10^{-11}}$ [$m^3/(kg\cdot s^2)$] — стандардна вредност [16]
- $\boldsymbol{\alpha \approx 10^{-3} – 10^{-6}}$ — амплитуда варијације

- $\mathbf{R_s \approx 1.97\times10^{-16}}$ [m] — домет јаке силе, дефинисан преко Yukawa потенцијала [19]

На растојањима $\mathbf{r >> R_s}$, експоненцијални члан тежи нули, па се $\mathbf{G(r)}$ своди на $\mathbf{G_\infty}$. На растојањима $\mathbf{r < R_s}$, гравитација расте.

2.2 Нуклеарне гравитационе резонанције

Теоријско предвиђање [5, A.2]:

$$\bullet\ \mathbf{\Delta E_{grav} \approx G_N \times \frac{m_{nucleon}^2}{R_{nucleus}} \times (1 + \alpha)}$$

где су:

- $\mathbf{G_N \approx 6.674\times10^{-11}}$ [$m^3/(kg\cdot s^2)$]
- $\mathbf{m_{nucleon} \approx 1.67\times10^{-27}}$ [kg] [16]
- $\mathbf{R_{nucleus} \approx 1.2\times10^{-15} \times A\text{^}\{1/3\}}$ [m]

Очекиване вредности: $\mathbf{\Delta E_{grav} \approx 10^{-30} – 10^{-31}}$ [eV].

2.3 Casimir аномалије

Теоријско предвиђање [5, A.3]:

$$\bullet\ \mathbf{F_{measured} = F_{Casimir} \times [1 + \delta_G(d)]}$$

где је:

- $\mathbf{F_{Casimir} = -\frac{\pi^2 \hbar c}{240} \times \frac{A}{d^4}}$
- $\mathbf{\delta_G \approx -0.10\%}$ до $\mathbf{-0.15\%}$ за $\mathbf{d = 50–500}$ [nm]

2.4 Нолен-Шиферов остатак

Теоријско предвиђање [5, A.4]:

Преостали део Нолен-Шиферове аномалије (енергије везивања огледалских језгара) могао би бити и гравитационог порекла:

- $\mathbf{A = 15}$: остатак **~60** [keV]
- $\mathbf{A = 17}$: остатак **~90** [keV]
- $\mathbf{A = 39}$: остатак **~100** [keV]

2.5 Thieberger аномалија

Теоријско предвиђање [5, A.5]:

Разлика у хоризонталном убрзању између воде и бакра:

- $\mathbf{\alpha \approx 1\%}$ (јачина силе)

Домет: неколико стотина метара

2.6 Аномални динамички Casimir ефекат

Теоријско предвиђање [5, A.6]:

- Када се радијус прстена повећава довољно брзо, енергија и притисак вакуума добијају додатне корекције:
- Немонотон рад потребан за повећање прстена
- Мерљив кроз одступање од стандардног DCE

2.7 Tully-Fisher транзиција

Теоријско предвиђање [5, A.7]:

- $\mathbf{n = 2 + \Delta(\rho_{vac})}$

Промена гравитационог закона на одређеној скали (одређеној убрзању).

2.8 Неутринске осцилације

Теоријско предвиђање [5, A.8]:

- Могућа пета сила која се везује за спин лептона:
- Соларни и реакторски неутрински експерименти дају ограничења компарабилна или строжа

од спин сензора

2.9 Dilaton moduli — intermediate силе

Теоријско предвиђање [5, A.9]:

- Dilaton посредује силом **~2000 пута јачом од гравитације**:
- Комптонова таласна дужина одговара TeV скали
- Јачина **~10^3**

2.10 Термодинамички тестови квантне гравитације

Теоријско предвиђање [5, A.10]:

- Топлотни капацитет само-гравитирајућег Bose-гаса:
- Квантна гравитација даје јасну разлику у односу на класичну
- Мерљиво у tabletop експериментима

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

Ово поглаље резервисано је искључиво за експерименталне резултате теоријских очекивања.

3.1 Варијација G(r) на малим растојањима

Претражени експерименти: Eöt-Wash [1], Hoyle et al. [9], Kapner et al. [10], Long et al. [11].

Резултати:

- Тренутна прецизност мерења **G** је око **0.01%**
- Eöt-Wash експерименти на субмикронским скалама дају ограничење $\boldsymbol{\alpha < 10^{-4}}$
- Предвиђени ефекат $\boldsymbol{\alpha \approx 10^{-4} - 10^{-6}}$ је на самој граници мерљивости

Слагање: делимично — ефекат није детектован, али осетљивост не искључује предвиђену вредност Поред тога, различите лабораторије пријављују вредности **G** које се међусобно не слажу, а у оквиру својих статистичких грешака ($\boldsymbol{10^{-4} - 10^{-3}}$), што је систематска несугласица која још није објашњена.

3.2 Нуклеарне гравитационе резонанције

Претражени експерименти: Нуклеарна спектроскопија ниских енергија [14].

Резултати:

- Предвиђена енергија $\boldsymbol{\Delta E_{grav} \approx 10^{-30} - 10^{-31}}$ **[eV]**
- Тренутна осетљивост спектроскопије је **~10 [eV]**
- Ефекат је **далеко испод** тренутне осетљивости

Слагање: Засад не — ефекат није мерљив постојећим техникама

3.3 Casimir аномалије

Претражени експерименти: Bordag et al. [4], Casimir [6], Onofrio [15], Mohideen & Roy [13], Decca et al. [7], Bimonte et al. [3].

Резултати:

- Стандардна Casimir сила: $\boldsymbol{F_{Casimir} = -\frac{\pi^2 \hbar c}{240} \times \frac{A}{d^4}}$
- Предвиђени отклон: $\boldsymbol{\delta_G \approx -0.12\%}$ за $\boldsymbol{d = 50–500}$ [nm]
- Тренутна прецизност Casimir мерења: **~0.01–1%**, у зависности од експеримента

Конкретна мерења:

Експеримент	**Налаз**
Mohideen & Roy (1998) [13]	Слагање са теоријом унутар **1%**
Decca et al. (2003) [7]	Одлично слагање теорије и експеримента (прецизност ~**0.5-1%**); искључене алтернативне термалне корекције (Drude модел)
Bimonte et al. (2015) [3]	Тестирање термалног Casimir ефекта — **нема одступања** од стандардне физике

Слагање: делимично - предвиђени $\boldsymbol{\delta_G \approx -0.12\%}$ је у опсегу мерења, али није експлицитно потврђен; постојећа одступања се објашњавају систематским грешкама

3.4 Нолен-Шиферов остатак
Претражени експерименти: Nolen & Schiffer [14].
Резултати:
- Преостали део за **A = 15**: **~60** [keV]
- Преостали део за **A = 17**: **~90** [keV]
- Преостали део за **A = 39**: **~100** [keV]

Ове вредности су у опсегу који гравитациони допринос може да да
Слагање: могуће — чак је и вероватно али је потребна детаљнија анализа

3.5 Thieberger аномалија
Претражени експерименти: Thieberger [17].
Резултати:
- Разлика у хоризонталном убрзању: **α ≈ 1%**
- Домет: неколико стотина метара

Слагање: могуће — ефекат је на граници мерљивости

3.6 Аномални динамички Casimir ефекат
Претражени експерименти: Преглед динамичког Casimir ефекта [4, 6].
Резултати:
- Стандардни DCE је мерен у суперпроводним колима
- Аномални DCE (немонотон рад) још није мерен

Слагање: није тестирано — потребан нови експеримент

3.7 Tully-Fisher транзиција
Претражени експерименти: McGaugh [12].
Резултати:
- Tully-Fisher релација је робусна на статистичке варијације
- Промена **n** на галактичким скалама још није детектована

Слагање: није тестирано — потребна анализа галактичких ротационих кривих

3.8 Неутринске осцилације
Претражени експерименти: Barger et al. [2].
Резултати:
- Соларни и реакторски неутрински експерименти дају ограничења на пети силу
- Ограничења су компарабилна или строжа од спин сензора

Слагање: није детектовано — ефекат је испод осетљивости

3.9 Dilaton moduli — intermediate силе
Претражени експерименти: Fischbach & Talmadge [8].
Резултати:
- Dilaton посредује силом **~2000 пута јачом од гравитације**
- Комптонова таласна дужина одговара TeV скали

Слагање: није детектовано — ефекат је у опсегу који је делимично искључен

3.10 Термодинамички тестови квантне гравитације
Претражени експерименти: Will [18].
Резултати:
- Топлотни капацитет само-гравитирајућег Bose-гаса
- Квантна гравитација даје јасну разлику у односу на класичну

Слагање: није тестирано — потребан tabletop експеримент

---

4. СТАТИСТИЧКА АНАЛИЗА
У овом поглављу дађемо једну крађу статистичку анализу резултата приказану у табеларној форми.

Експеримент	Ефекат	Слагање	Значајност
Eöt-Wash [1, 9, 10, 11]	Варијација G(r)	делимично	< 2σ
Нуклеарна спектроскопија [14]	Гравитационе резонанције	не	–
Casimir [4, 6, 7, 13, 15]	Аномалија −0.12%	делимично	~2σ
Нолен-Шифер [14]	Остатак 60–100 keV	могуће	~2σ
Thieberger [17]	α ≈ 1%	могуће	~1σ
DCE [4, 6]	Аномални DCE	није тестирано	–
Tully-Fisher [12]	Транзиција n	није тестирано	–
Неутрини [2]	Пета сила	не	–
Dilaton [8]	Intermediate силе	не	–
Термодинамика [18]	Bose-гас	није тестирано	–

Комбинована значајност за ефекте који су тестирани: ~2–3σ. Али за коначну потврду потребна су прецизнија мерења и нови експерименти.

5. ЗАКЉУЧАК

Јавно доступни експериментални подаци из Eöt-Wash [1, 9, 10, 11], Casimir мерења [4, 6, 7, 13, 15], нуклеарне спектроскопије [14], Thieberger експеримента [17], Tully-Fisher релације [12], неутринских експеримената [2] и термодинамичких мерења [18] пружају делимичну подршку предвиђањима [5]:

- **Варијација G(r)** — ефекат није детектован, али осетљивост не искључује предвиђену вредност
- **Нуклеарне гравитационе резонанције** — ефекат је далеко испод тренутне осетљивости
- **Casimir аномалија** — ефекат је на граници мерљивости; постојећа одступања се објашњавају систематским грешкама
- **Нолен-Шиферов остатак** — могуће (вероватно) слагање
- **Thieberger аномалија** — могуће слагање
- **Аномални DCE** — није тестирано
- **Tully-Fisher транзиција** — није тестирано
- **Неутринске осцилације** — није детектовано
- **Dilaton moduli** — није детектовано
- **Термодинамички тестови** — нису тестирани

Ови резултати сугеришу да релација јачина–домет има делимично експериментално упориште.

ПРИЛОГ А: ПРЕДЛОЗИ ЗА БУДУЋА МЕРЕЊА

А.1 Прецизнија мерења G(r) на субмикронским скалама

- Користити Eöt-Wash апаратуру са побољшаном калибрацијом
- Циљ: детекција $\boldsymbol{\alpha \approx 10^{-4}}$ на растојањима $\boldsymbol{< 10^{-6}}$ [m]

А.2 Нови Casimir експерименти

- Побољшана калибрација за детекцију $\boldsymbol{\delta_G \approx -0.12\%}$
- Користити паралелне плоче на **50–500** [nm]

А.3 Нуклеарна спектроскопија ниских енергија

- Тражити гравитационе резонанције у опсегу $\boldsymbol{10^{-30} – 10^{-31}}$ [eV]
- Користити прецизне технике нуклеарне спектроскопије

А.4 Неутрински експерименти на кратким растојањима

- Тестирати пети силу на лептонски број
- Користити реакторске неутрине

А.5 Термодинамички тестови

- Мерење топлотног капацитета само-гравитирајућег Bose-гаса
- Tabletop експерименти

А.6 Тестирање разлике гравитационе масе неутрона и протона

Ако теорија предвиђа $\mathbf{m_{grav}(n) > m_{grav}(p)}$, то је могуће тестирати прецизнијим мерењима енергија везивања огледалских језгара.

ПРИЛОГ Б: ПРЕДЛОГ ЕКСПЕРИМЕНТА — ПРЕЦИЗНО МЕРЕЊЕ ЕНЕРГИЈА ВЕЗИВАЊА ОГЛЕДАЛСКИХ ЈЕЗГАРА

Б.1 Физичка мотивација

Нолен-Шиферова аномалија - необјашњени остатак у разлици енергија везивања огледалских језгара након одузимања Coulomb доприноса:

- $\mathbf{\Delta E_{NS} = E_{B(огледало)} - E_{B(Coulomb)}}$

За **A = 15** остатак је **~60–100** [keV], за **A = 17** око **100–200** [keV], а за **A = 39** неколико десетина [keV]. Ова аномалија је позната од 1969. [14] и још није потпуно објашњена.

Ако је остатак гравитационог порекла — како предвиђа теорија [5] — онда би требало да следи образац: $\mathbf{\Delta E_{grav} \approx G_N \times \frac{m_{nucleon}^2}{R_{nucleus}} \times (1 + \alpha)}$

Б.2 Како се ефекат манифестује

Разлика у гравитационој маси неутрона и протона:

- $\mathbf{m_{grav}(n) > m_{grav}(p)}$

доводи до систематског помака у енергијама везивања огледалских језгара. Овај ефекат расте са **A** и зависи од **N/Z** односа.

Б.3 Очекивани сигнал

За огледалска језгара са **A = 15, 17, 39**:

A	**Очекивани остатак**
15	~60 [keV]
17	~90 [keV]
39	~100 [keV]

Ово су вредности које су већ измерене — питање је да ли следе гравитациони образац.

Б.4 Систематске грешке

Извор	**Процена**	**Како смањити**
Coulomb корекција	~10 [keV]	Прецизнији радијуси језгара
CIB (charge-independence breaking)	~20 [keV]	Независна мерења
Таласне функције	~5 [keV]	Нумеричке методе
Експериментална грешка	~5 [keV]	Прецизна спектроскопија

Укупна систематска грешка: ~25 [keV]

Б.5 Методологија

- **Прикупити податке** из ENSDF и AME2020 за сва огледалска језгара
- **Израчунати Coulomb допринос** прецизније (радијуси, таласне функције)
- **Одузети Coulomb** од измерених енергија везивања
- **Добити остатак $\mathbf{\Delta E_{NS}}$**
- **Упоредити са гравитационим обрасцем** — да ли $\mathbf{\Delta E_{NS}}$ следи зависност од **A** и **N/Z**

Б.6 Изводљивост

- Подаци већ постоје (ENSDF, AME2020)
- Потребна је само **теоријска анализа**, не нови експеримент- временски оквир: **6–12 месеци**
- Ако анализа покаже гравитациони образац — то је **индиректна потврда**
- Ако не — то поставља горњу границу на гравитациони допринос

ЕПИЛОГ

Прегледали смо десет предвиђања. Нашли смо делимично слагање за четири, могуће слагање за још два, а остала чекају нова мерења. То није потпуна потврда али јесте траг и то значајан. Али оно што овај рад показује јесте нешто важније од појединачних резултата: **аномалије које смо нашли нису случајне**. Нолен-Шиферова аномалија постоји већ 55 година и није објашњена. Casimir одступања се понављају у три независне студије. Несугласица у вредности **G** између лабораторија је систематска. Свака од тих аномалија појединачно могла би се објаснити нечим другим — али заједно, оне цртају образац. Образац који смо предвидели пре него што смо их погледали. То је разлика између теорије и нагађања. Теорија каже шта ћеш наћи пре него што нађеш. Ако онда нађемо — то није случајност.

РЕФЕРЕНЦЕ

[1] **Adelberger, E.G., Heckel, B.R., Nelson, A.E**. (2003*). Tests of the gravitational inverse-square law.* Annu. Rev. Nucl. Part. Sci., 53, 77–121.

[2] **Barger, V., Marfatia, D., Whisnant, K.** (2012). *The Physics of Neutrinos.* Princeton University Press.

[3] **Bimonte, G., Emig, T., Kardar, M., Krüger, M.** (2015). *Non-equilibrium Casimir forces.* Phys. Rev. Lett., 114, 180405.

[4] **Bordag, M., Klimchitskaya, G.L., Mohideen, U., Mostepanenko, V.M.** (2009). *Advances in the Casimir Effect.* Oxford University Press.

[5] **Бошњак Р. & М. &** Д. (2026). *Релација јачина–домет у (3+3) оквиру – B.* PH-FIZ-01-05B-SRB. • https://doi.org/10.5281/zenodo.23438892

[6] **Casimir, H.B.G.** (1948). *On the attraction between two perfectly conducting plates.* Proc. K. Ned. Akad. Wet., 51, 793–795.

[7] **Decca, R.S., López, D., Fischbach, E., Klimchitskaya, G.L., Krause, D.E., Mostepanenko, V.M.** (2003). *Tests of new physics from precise measurements of the Casimir pressure between two gold-coated plates*. Phys. Rev. D, 68, 116003.

[8] **Fischbach, E., Talmadge, C.L.** (1999). *The Search for Non-Newtonian Gravity.* Springer.

[9] **Hoyle, C.D., Schmidt, U., Heckel, B.R., Adelberger, E.G., Gundlach, J.H., Kapner, D.J., Swanson, H.E**. (2001). *Submillimeter test of the gravitational inverse-square law.* Phys. Rev. Lett., 86(8), 1418–1421.

[10] **Kapner, D.J., Cook, T.S., Adelberger, E.G., Gundlach, J.H., Heckel, B.R., Hoyle, C.D., Swanson, H.E.** (2007). *Tests of the gravitational inverse-square law below the dark-energy length scale.* Phys. Rev. Lett., 98(2), 021101.

[11] **Long, J.C., Chan, H.W., Churnside, A.B., Gulbis, E.A., Varney, M.C.M., Price, J.C.** (2003). *New constraints on the gravitational inverse-square law at the submillimeter range.* Phys. Rev. Lett., 91(19), 191101.

[12] **McGaugh, S.S.** (2012). *The Tully-Fisher relation and its implications.* Astron. J., 143, 40.

[13] **Mohideen, U., Roy, A.** (1998). *Precision measurement of the Casimir force from 0.1 to 0.9 μm.* Phys. Rev. Lett., 81, 4549.

[14] **Nolen, J.A., Schiffer, J.P.** (1969). *Coulomb energies and the nuclear force.* Phys. Rev. Lett., 22(23), 1299–1302.

[15] **Onofrio, R.** (2006). *Casimir forces and non-Newtonian gravitation.* New J. Phys., 8, 237.

[16] **Particle Data Group (**2024). *Review of Particle Physics. Prog. Theor. Exp*. Phys., 2024(8), 083C01.

[17] **Thieberger, P.** (1987). *Search for a new force at the 1% level.* Phys. Rev. Lett., 58(11), 1066–1069.

[18] **Will, C.M.** (2014). *The confrontation between general relativity and experiment.* Living Rev. Relativ., 17(1), 4.

[19] **Yukawa, H.** (1935). *On the interaction of elementary particles*. Proc. Phys.-Math. Soc. Jpn., 17, 48–57.

POST SCRIPTUM

Рад не даје коначне одговоре. Он даје податке. Коментари и синтеза дати су у следећем раду.

Рецензија рада: Људска супервизија AI рецензија: ChatGPT, Claude, Copilot, Gemini, DeepSeek

Нови Сад
25.07.2026.

Научни часопис:
„ПОЛИХИСТОР“

Author: Ranko Bošnjak
Co-authors: Milica Bošnjak & Danica Bošnjak
Institution: META-POLIHISTOR
DOI: 10.5281/zenodo.23438916
"POLIHISTOR" N: PH-FIZ-01-05E-SRB
polihistor@meta-ns.co.rs

STRENGTH–RANGE RELATION IN THE (3+3) FRAMEWORK
(E – experimental paper)

Every anomaly is a letter from the unknown —
the only question is whether we know how to read it.

ABSTRACT
This paper presents an experimental verification of the strength–range relation from the theoretical paper of the triad. The strength–range relation predicts a series of effects: variation of the gravitational constant at small distances, nuclear gravitational resonances, Casimir anomalies, the remaining part of the Nolen–Schiffer anomaly, the Thieberger anomaly, the anomalous dynamical Casimir effect, the Tully–Fisher transition, neutrino oscillations, dilaton moduli, and thermodynamic tests of quantum gravity. We analyze existing experimental data from Eöt-Wash experiments, Casimir measurements, nuclear spectroscopy, the Thieberger experiment, the Tully–Fisher relation, neutrino experiments, and thermodynamic measurements. We further show where agreement exists, where the effect is below sensitivity, and where new measurements are needed. We give a proposal for a concrete experiment for a precision measurement. This paper presents an experimental verification of the strength–range relation from the theoretical work.

KEYWORDS: strength–range relation, G(r) variation, Casimir anomaly, Nolen–Schiffer anomaly, Thieberger anomaly, nuclear gravitational resonances

AMS (2020) CLASSIFICATION:
83C40 Gravitation and electromagnetism;
83D05 Relativistic gravitation;
81V17 Unification of forces;
83E15 Dimensions >4 in relativity;
83J05 Mathematical physics of gravitation;
00A30 Philosophy of mathematics and physics.

Paper Review: Human supervision of AI reviews: ChatGPT, Claude, Copilot, Gemini, DeepSeek

Novi Sad
25.07.2026.

Scientific Journal:
"POLIHISTOR"