

**ЗІН – ПРЫКЛАД КОПІЛЭФТ-ПРАЕКТУ.
ДЗЯЛІЦЦА ЗІНАМ МОЖНА І ТРЭБА!**

Усе ўласныя матэрыялы распаўсюджваюцца пад ліцэнзіяй **Creative Commons Attribution - Share Alike. Атрыбуцыя (Attribution)** значыць, што калі вы бераце матэрыялы зь зіну, вам трэба пазначыць аўтара матэрыялу, такім чынам аддаць яму гонар. **Дзяліцца на тых жа ўмовах (Share Alike)** значыць, што калі вы захочаце ўзяць нейкі матэрыял і перарабіць яго, то вы мусіце зрабіць ваш вытворны твор таксама вольным пад гэтай жа ліцэнзіяй. Такім чынам захоўваецца свабода і пашыраюцца веды.

**Мы ведаем, что любое навуковае
адкрыццё пачынаецца з памылкі ;)
І наш зін – гэта толькі пачатак разъ-
віцца адкрытае беларускае навукі!**



Падтрымаць зін
PAMYŁKA



РАМУŁКА

**Вылікі поліскі колайдэр
імені Наркевіча-Ёдкэ**

НАВУКОЎЦЫ

Якуб Наркевіч-Ёдка:
беларускі геній і ягоны
үнёсак у сусветную навуку

БІЯЛЁГІЯ

Абат генэтыкі

КОМІКС

Пра абата

БІЯЛЁГІЯ

Трубач і пазнаньне

БІЯЛЁГІЯ

Speedrun пачатку
развіцця зіготы

ПАЛЕАНТАЛЁГІЯ

Самы дзіўны дыназаур

МАТЭМАТЫКА

Што такое
систэма зылічэння?

ПРАКТИЧНАЯ ФІЗЫКА

Сіла пяску, або Свабода
пад нагамі

Размова з Ганнаю Марозавай:
«Я пастанавіла, што хачу распрацоўваць тэлескопы!»



РАМУŁКА

Вітаем цябе, чытачу!

Гэта чацьверты нумар РАМУŁКА ZIN!

Ён прысьвечаны ідзі Вялікага палескага калайдэру. Ня мары, а ідэі, ці пляну, на-
шага бачаньня. Чаму Палесьсе, прычым тут Наркевіч-Ёдка, а таксама пра вытокі
і Калайдэр – у першым артыкуле: на мове палескае зямлі, на адной з шматлікіх
гаворак беларускае мовы. Ці не ўласбляе Калайдэр ідэі адкрытае навукі, якую
стварае і разьвівае агульнымі намаганьнямі супольнасьць? Мы хочам раскрыць
гэтую тэму і пашырыць межы нашага агульнага ўяўлення пра беларускую наву-
ку, якою яна ёсьць і можа быць. Навесьці на думку й пераканацца: стваральную
энэргію нам даюць зямля і мова.

Над зінам працавалі:

САЦЫЯТЭХНІЦА
Светла Волчак

ПЕРАКЛАДНІЦА, РЭДАКТАРКА
Настасся Кахан

ДЫЗАЙН, ВЁРСТКА
Паліна Лістапад



РАМУŁКА зін
у Instagram

РАМУŁКА • НАДРУКАВАНА Ў ПОЛЬШЧЫ • 2024

Фота на вокладцы:
Косьця Helaku

Наконт усіх пытаньняў пісаць на
pamyuka.zin@gmail.com



Вітаем вас, шаноўныя чытачы зіну!

На сувязі – аўтары падкасту пра біялогію па-бе-
ларуску «Біябурбалка»!

Я Аня, генетык і настаўніца біялогіі і хіміі. Мой
сувядоўца Міша – японіст і даследнік відэагуль-
няў. Ідэя падкасту з'явілася з нашых супольных
размоваў, у хадзе якіх выявілася, што біялагіч-
ныя пытанні цікавяць усіх і кожнага, увесе час
з'яўляюцца ў штодзённым жыцці. І разглядаць
іх з гледзішча не толькі біёлагіяў нашмат ціка-
вей! Неабходнасць стварыць дадатковы рэурс
пра біялогію таксама сталася відавочна пад-
час маёй настаўніцкай працы. Аказалася, за-
цікаўленых вучняў турбуюць пытанні далёка
па-за межамі рыхтавання да цэнтралізаванага
тэставання, але далёка не заўсёды стае часу на
іх адказваць.

Гэтак, дзякуючы праекту «Васьміног» з'явіўся
наш падкаст «Біябурбалка».

Кірунак вызначаецца тым, што цікавіць і турбуе
слушачоў. Мы намагаемся стварыць камфортнае
асяроддзе, дзе дзееці і дарослыя могуць задаць
біялагічныя пытанні навукоўцам і атрымаць на
іх адказы. Для нас няма залёгkіх або нязручных
пытанняў! І мы будзем прыкладаць усе намаган-
ні, каб адказаць на самыя цяжкія.

Самае галоўнае – мы запрашаем у наш падкаст
беларускіх навукоўцаў, якія працуюць у розных
галінах біялогіі і ў розных кутках свету!

Натуральна, што я, генетык Аня, не ўсёведная.
І ні ў якім разе не збіраюся рабіць такі выгляд.
Рыхтаванне кожнага выпуску ператвараецца
для мене ў сапраўднае навуковае дасле-
даванне – з вывучэннем шматлікіх крыніцаў,
фактчэйнікамі і... часам памылкамі, якія даводзяцца
выправаўляць.

Нашыя першыя выпускі былі прысвечаныя, зда-
валася б, немудрагелістым пытанням: ці вучацца
жывёліны адна ў адной, як птушкі вучацца спя-
ваць, навошта мухам кусацца... Але, каб даць
на іх цікавы і аргументаваны адказ, мне давялося
падарожнічаць у свет этапогіі, арніталогіі,
энтамалогіі, мікрабіялогіі і біяхіміі. На шасце,
дзякуючы біялагічнай адукцыі я не згубілася ў
гэтых падарожжах. І, спадзяюся, здолела падзя-
ліцца з слухачамі і сваім любімым сувядоўцам
Мішам уражаннямі ад іх. Але ўявіце, як цудоўна
было б, каб да кожнага майго аповеду далучаў-
ся адмысловец у пэўнай галіне біялагічнае на-
вукі – расказваў пра свою працу, дапоўняў мae
веды і веды аўдыторы! Калі ласка, далучайцеся
да нас у якасці экспертаў!

Спадзяёмся, наш праект аб'яднае асобаў роз-
нага веку і кірункаў дзеянісці, якія цікавяцца
біялогіяй, а таксама беларускаю прыроду, мо-
вой і культуру. Наладжваючы контакту паміж
аўдыторыяй і беларускамоўнымі навукоўцамі,
мы імкнёмся выкрыць міф, быццам вывучэнне і
даследаванне прыродазнаўчых науак па-бе-
ларуску – штучная з'ява.

Чакаем вас, шаноўныя чытачы зіну «Рамуłka», у
якасці слухачоў і экспертаў. Задавайце пытанні,
пішыце нам!

Усе контакты для сувязі вы знайдзеце па
спасылцы: <https://bijaburbalka.netlify.app/>



Дадам пра адкукацыю астрафізыкаў. Гэта вельмі важна, бо тэма астрономіі актуальная заўжды. Дзееці гадоў дзесяці ўжо ўсе ведаюць пра астрономію, вельмі захапляюцца, але ведаюць, ясна, не на ўзорнідышэрэнцыйных раўнанняў... І вось яны проста могуць ня ведаць, куды пайсьці, каб стацца астрафізыкам. А цяпер будуць ведаць!

Інтэрфэрэмэтар на Палесьсі

Съвета: Як ты думаеш, што трэба, каб пабудаваць інтэрфэрэмэтар? І ці мажліва пабудаваць яго на Палесьсі? Но я маю надзвычайнную мару. Вельмі хочацца, каб было месца навукі ў Беларусі пад кодаваю называю **Вялікі палескі калайдэр**. Вядома, ня сёньня, ня заўтра... Калі мы вернемся!

Ганна: Насамрэч гэта больш рэчаіснасць, чымся ты сабе можаш уяўіць! Я ня вельмі дакладна ведаю наконт калайдэраў, але магу ўяўіць, што сітуацыя для іх падобная.

Бо найперш, што датычыць гравітацыйнага тэлескопа, яны ж робяцца пад зямлёю. **Для гэта трэба, каб быў сэйсмічна неактыўны рэгіён, ня вельмі населены**, і каб там вось гэта накапаць, каб было як мага меней шуму. Таму ў Беларусі можна было б усё гэта накапаць – 30-кіляметровы трыкутнік! Мне здаецца, можна на Палесьсі, можна на поўначы. Магчыма, на Палесьсі было б складана капаць, бо там жа балоты... Но тут патрэбныя геолягі? А так у Беларусі ёсьць месца, ня вельмі вялікая шчыльнасць насельніцтва, у нас няма нікай сэйсмічнай актыўнасці. У той жа Фінляндый таксама магчыма было б, але туды ехаць доўга.

А другі пункт – што мала выкапаць. **Трэба, каб там была інфраструктура**. Праект міжнародны! Па-першое, там заўсёды мусіць быць людзі, якія працуюць на тэлескопе: напрыклад, мэханікі, якія могуць нешта зрабіць, калі штосьці паламалася.

Съвета: На Палесьсі шмат закінутых вёсачак. Вельмі класна – прырода, атмасфера, вялікія палі. У Беларусі цяпер модна набыць хатку і аднаўляць, як Андрусь Горват апісваў у «Радзіве "Прудок"». Гэта і ёсьць плян...

Ганна: ...Можна зрабіць сядзібы для прынуждых навукоўцаў!

На гэты момант гэта быў бы эканамічны трабл у Беларусі. Бо гэта натоўп навукоўцаў з розных краінаў... Ім рэгулярна трэба будзе прыяжджаць. І гэта ня толькі пра гатлі, якія мусіць там быць, а яшчэ і пра транспарт. Найперш гэта быў бы рэжым «бязь віза», трэба даволі блізка нейкі аэрапорт. А каб з нашага лётнішча менскага даехаць да Палесься, можна было бы пусціць нейкі трансфер і хуткі цягнік. І даяжджаць ці за тры было б нармальна.

Съвета: Клас!

Ганна: З аднаго боку, ужо шмат інфраструктуры мусіць быць на месцы, то бок у краіне ўжо маюць быць спэцыялісты, якія могуць, напрыклад, капаць гэтыя тунэлі. Геадзісты, геолагі, інжынеры... Вядома, гэта ўсё будзе пад кіруніцтвам міжнародна суполкі ў справе тэлескопа, але маюць быць яшчэ і кампаніі, якія здолеюць гэта ўсё выкапаць, пабудаваць, зарганізаваць гэты трансфер.

З другога боку, калі праект усё-такі будзе, гэта будуць вельмі вялікія гроши, якія трапяць у эканоміку. Ужо існыя кампаніі атрымаюць вялікія гранты, і гэта будзе моцны штуршок разъвіцьцю эканомікі. Гэта і міжнародны прэстыж – мець такі тэлескоп, бо такія праекты маюць статус інтэрнацыянальных. Напрыклад, нават на CERN'е, на калайдэрах, калі чалавек працуе на CERN'е афіцыйна, гэта ня лічыцца працаю на Швайцарыю. Гэта лічыцца працаю на інтэрнацыянальным праекце.

Такі праект – афіцыйна міжнародны аў'ект з ававязковым міжнародным доступам усіх краінаў, усіх працаўнікоў. І калі мы марым пра нейкае будучае і адкрытыя межы, лоўкостэры, цягнікі, то так: Беларусь – у цэнтры Эўропы, і, натуральна, усім будзе вельмі блізка даляцець да нас. Давайце нам, «Белавія», квіткі за 140 эўраў туды і назад з багажом, як гэта было раней!

Съвета на Палесьсі



ЗЪМЕСТ

4 ВЫЛІКІ ПОЛІССКІ КОЛАЙДЭР ІМЕНІ НАРКЕВІЧА-ЁДКА

6 НАВУКОЎЦЫ

Якуб Наркевіч-Ёдка:
беларускі геній і ягоны ўнёсак
у сусьветную навuku

16 БІЯЛЁГІЯ

Абат генетыкі

20 КОМІКС

Пра абата

22 БІЯЛЁГІЯ

Трубач і пазнаньне

29 БІЯЛЁГІЯ

Speedrun пачатку
развіцця зіготы

33 ПАЛЕАНТАЛЁГІЯ

Самы дзіўны дыназаур

38 МАТЭМАТЫКА

Што такое
сystэма зылічэння?

44 ПРАКТИЧНАЯ ФІЗЫКА

Сіла пяску, або Свабода
пад нагамі

51 ФІЗЫКА

Размова з Ганнаю Марозавай:
«Я пастановіла, што хачу
распрацоўваць тэлескопы!»

ВЫЛІКІ ПОЛІССКІ КОЛАЙДЭР ІМЕНІ НАРКЕВІЧА-ЁДКА

Вылікі – гато ідея
Полісскі – місьце
Колайдэр – кірунок
Наркевіч-Ёдка – гато людэна
І получаецца РУХ

Ідея
 Всі гатэ компоненты важны, каб заповніць Білорусь знанням, одкрэттам, новым хвормам жыття, талантам і дробутом.

Місьце
 І найлепш місьце для гатога – Поліссе.

Поліссе – найвылікшы культурніцкі рэгіён у Білорусі. Чесом стрічаюцца погорысты элементы, ала зблішлага гато слабо заселена равніна. Простора равніна мае місьце для тэсяч новых особ і ідей.

У полішукіў своя ідентічность, і воне відають, дзе начынаеца ўхія терторія і дзе заканчуеца. Язэк і норове полішукі дозволылі ны просто жэта ў болотове, ала й одолітэ ёго – і практично, і інтелектуальна. Полішукі, ек і білорусу, маңчае. Ала прырода ны відае пустоту. І тое, шо оказалось свободным на некі момант, заповніоцца.

Поліссе дало світовэ дысцеткі і сотні талантуў. Тыпар жэ ж мэ хочымо, каб талантэ заповнілэ Поліссе для сваі творчости, навучных пошукуў і побудове новых хворм сужыття.

Кірунок
Колайдэр – гато ідея і місьце. Гато сумы працэ разных громадств, екай постановэлэ працоватэ для навучных одкрэттю. Ёго можно побудоватэ оно на прынцыпах кооперацыі, одкрэтості, взаімопомощі і партнёрства.

Колайдэр – гато стольковенне. Столковенне разных поглядуў. Гато діалог, мэта екого – пошук правдэ. Навучныі.

Спочатку сталкуюцца на паршы погляд нызаўажнэ гіпотезэ. Новэ навукэ одкрывають нызвідану простору. Повстает нова дзейность людэна в реальных законах прыродэ і Всесвіту. Колайдэр разганяе мікрочасціцэ і одкрывае глобальнэ разумінне світу. Цоглэнкэ, з екэх побудовано все – і зорэ, і мэ, людэ.



Колайдэр – гато пошуку. У пошуку одного, а по дорозі одкрываюцца шмат гэньчых правд, спачатку нызаўажных.

Колайдэр почынаеца з людай. Імэнно людэ задають кірунок і прэнцып пошуку.

Людэна
 Якуб Наркевіч-Ёдка – гато беларускі Тэсла. Він вэнайшов быспроводнэй способ пырыдаватэ і прыйматэ электромагнітнэ хвалі на расстояніі і шмат гэньчаго. У XIX вікове гато было фундаментальна.

Мэ вважайімо, шо варто створэцца ўмовэ для такэх особы на екнайбільшому маштабове. Каб на Поліссе сыба добрэ почувалэ такэй Наркевіч-Ёдка – з Білорусі і всёга світу – і моглэ рабэтэ одкрэтті.

Рух
 Мэ почынаемо з журналу Рамушка, екай яднае беларускіх вучоных в супольность. Вона роста і знаходзіц пуджерку од беларускіх грамадян з всёга світу. Зблішце свой рэсурс.

Білорусь вэзволяна од дiktатура, навучна супольность разом з предпринимателям вырастает і хворміруе паршэ групэ дослідніку Полісса, дэ можно засноватэ поселення вучоных.

Паралельно мэ вплываюмо на нову владу і створуемо в рэгіоне в добні ўмовэ для засновання поселенню особы, екай люблят і практикують навуку. Нызялажно од того, скіль прыходзяць гатэ людэ – з Білорусі чы гэньчых крайін.

якія мела раней, але гэта ўсё было пра нейкую рэарганізацыю, презэнтацыю. Гэта ўсё пра тое, што цяпер называюць soft skills. І для мяне гэта заўсёды выхад з маёй зоны комфорту.

Цяпер жа я вяртаюся ў прамысловасць, бо я нейкі піражок, якому болей комфортна ў прамысловасці.

Света: Ты сказала вельмі крута! Мене падаецца, гэта карысная інфармацыя, бо гэта рэальны досьвед, і яго ніхто не раскажа, акрамя чалавека, які гэта перажыў.

Дапамажы мне разбрацца, бо я ў гэтым пляне фрык і навічок. Што значыць «займаца навукай» і што значыць «быць у прамысловасці»? Бо ў прамысловасці ты ж таксама фізыка?

Ганна: Ну, так і не! Мене распавесці толькі з асабістага досьведу.

Мене праца ўва ўніверсітэце такая, што на сваёй катэдры я адзінай займаюся тэмаю расцеянаага съявитла. У мяне ёсьць тро званкі на тыдзень з рознымі групамі, з рознымі людзьмі, каторым я распавядамо, што зрабіла. То бок я заўсёды ўсё раблю адна і толькі ўсім распавядамо, што зрабіла, а што не. А калі зрабіла, то што ў мяне за вынік і што я буду рабіць з гэтым вынікам. Гэта заўсёды нейкія рэпорты.

А мене персанальна больш зручны teamwork, працаецца з камандай. Я экстравэртка для навукі.

У навуцы экстравэртам быць даволі складана, бо навука сама па сабе, калі ты ня майстар-студэнт, а калі ты ўжо ідзеши далей, гэта ўсё пра тое, што ты рабіш даволі ўнікальныя штукі і мусіш гэта рабіць сам. Гэтак ты маеш контакты для абмену досьведам, ёсьць канферэнцыі, але на самрэч большую частку часу ты працуеш аўтамонна.

А мене больш цікава, калі вы камандаю седзіце і пастаноўляеце разам. І калі ты пайшла папіць каву на кухню на працы, вы там п'яце гэту каву і размаўляеце пра аднолькавую працу, бо ў вас адзін і той жа праект. І гэтак у вас могуць быць розныя ролі: нехта інжынер электронікі, нехта дасьледнік, нехта систэмны інжынер, але ў вас адная мэта – зрабіць прыладу, каб яна працеваляла, каб ўсё было нормальна.

Света: Я цалкам разумею! Трэба падабраць пад свой псыхалагічны тып, пад свой характар працу! Такім жа чынам я не змагла працаецца ў IT-канторы, бо гэта не маё, бо я ня бачыла выніку сваёй працы, была адчужданая ад яе... А вось выкладаныне – аказалася, мая тэма!

Ганна: Насамрэч я вельмі-вельмі радая, што мяне некалі мама не пусціла вучыцца на астрономію! Мене мама мела рацію!

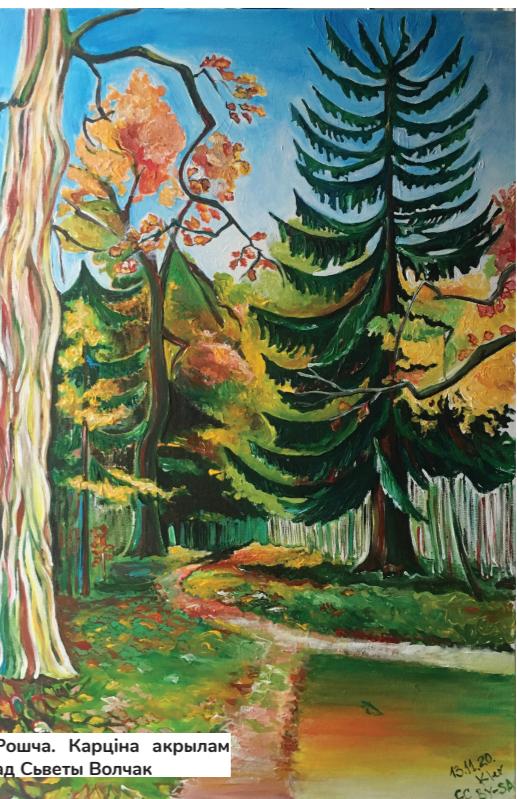
Тут, на прыкладзе Нямеччыны, людзі, якія працујуць над чыста астраfізичнымі штукамі, сканчвалі фізычныя факультеты. І тыя, хто распрацоўвае тэлескоп, 95 % з іх таксама сканчвалі фізычныя факультеты. Як паказвае мой досьвед, каб стаць астраfізикам, ня трэба ісці на астраfізичныя факультеты. Гэта нешта такое, што я мала дзе бачыла, акрамя постсавецкага прасторы.

У 18-20 гадоў мы ня ведаем, куды ідзём. Пайсьці на фізычны факультэт, убачыць усе віды фізыкі й там абраць, што табе больш падабаецца, – гэта больш практична. Таму, **калі нехта плянуете нешта такое высокое, далёкае, стратэгичнае, я б усё роўна сказала, што ёсьць сэнс ісці ў фізыку**. Але з асабістага досьведу я могу сказаць, што радыёфізыка – гэта быў the best choice!

Менавіта радыёфізыка мене першая дала магчымасць працаецца ў прамысловасці, дзе я атрымала свой асноўны досьвед на гэты момант. У маёй працы ў Нямеччыне я выехала толькі на тым, што напрацавала сабе зь Беларусі на прамысловасці.

Цяпер іду таксама працаецца на прамысловасці – для вырабу друкаваных платоў, інтэгральных схемаў. Гэта ўсё радыёфізыка!

Света: Вялікі дзякую! Вельмі крутыя парады! Я ж ня ведала, што ты вучылася на радыёфізыцы да таго, як распавяяла цяпер... Мене ўвогуле падаецца, што там нейкое магічнае месца, месца моцы. **Рошча.**





LIGO – лазэрны інтэрферомэтар для назіраньня за гравітацыйнымі хвальамі. Разъмешчаны ў Гэнфардзе (Вашынгтон) і Лівінгстоне (Луізіяна), ЗША. Быў пабудаваны ў 2002 годзе, а ў 2015-м упершыню дэтэктаў гравітацыйную хвалю. Аўтарства: LIGO. Крыніца: www.commons.wikimedia.org

скопе Айнштайн гэта будзе 60 градусаў. То бок мэтрыка будзе зъменяцца неаднолькава. Калі хвала прыходзіць з гэтага боку, то ў нас два гэтыя шляхі лазэра зъменяцца таксама крышачку па-рознаму...

Сьвета: ...Ix праекцыя зъменіцца аднолькава, але яны самыя – не!

Ганна: Так. І мы зможем ня толькі сказаць, што гравітацыйная хвала прайшла праз нас, што адбылася **падзея**, як гэта называюць, але мы можам таксама ўявіць сабе, адкуль гэта прыйшло. І калі ў нас ёсьць у сьвеце некалькі тэлескопаў, то можна даволі дакладна сказаць, адкуль у нас прыйшла хвала, і там ужо ўступае **multi-messenger astronomy** – астрономія з розных крыніцаў. То бок мы можам сказаць: «Слухайце, мы тут думаем, што нешта здарылася вось у гэтым пункце неба!» І там народ зь іншых тэлескопаў – з аптычных, з рэнтгенавскага, з нэўтрана – таксама можа атрымаць нейкі сыгнал адтуль. І тады мы можам, гледзячы на тое, што прыйшло з гэтага пункту ў гэты момант ці пасля, ці дасюль, сказаць, што ўласна там адбылося. Бо розныя фізычныя працэсы даюць нам розныя сыгналы. Працэс прыблізна такі.

Сьвета: Мне вельмі спадабалася, як ты апісала! Вось гэта тое, як, у майт уяўлены, мусіць выглядаць гутарка з чалавекам, які працуе дзесяці на тэлескопе! Калі маладзёны такое паслушаюць, то ў іх будзе разуменне, што можна рабіць, што яны мусіць ведаць. Напрыклад, разумець **геаметрычную оптыку**, каб ведаць, як будуць адлюстроўвацца проміні ў тэлескопе... Гэта вельмі-вельмі натхняльна!

Займацца навукою versus быць у прамысловасці

Сьвета: Ці ёсьць у цябе нейкая фізычна мара?

Ганна: Фізычна мара мая заўсёды была – гэта пасправаваць быць бліжэй да навуки. Я працаўала ў прамысловасці – у касымчнай прамы-

ловасці, і ў мяне заўсёды было нейкае такое: «Ах, а вось бы я што-небудзь вось да навукі!» І гэты мой контракт на тры гады і стаўся маёй марам, яна зьдэйснілася! І цяпер я не хачу ўжо працягваць. Я пасправавала – і зразумела, што гэта не маё.

Сьвета: Гэта таксама вельмі важна!

Ганна: Я вельмі радая, што пасправавала, бо я ўсё жыцьцё думала б, што са мною сталася б, каб пайшла ў навуку... Навука крышачку іншая. Здаецца, мне з навукаю больш складана паводле пэрсанальных рысаў. Мне больш падабаецца працеваць у прамысловасці, і я зараз вяртаюся ў прамысловасць. Бы мне прасцей, я больш арганізаваная. Прамысловасць дынамічная, арганізаваная. Калі нейкая прамысловасць не такая, яна ня выжыве праз канкурэнцию.

А навука... Часам гэта ўсё ж дасьледаваныні з нагоды дасьледаванья. То бок гэта трэба вывучыць, нават калі выніку ня будзе. Нават калі табе нешта не падабаецца – ўсё роўна трэба гэта нешта зрабіць. Яна больш імправізацыйная, і, здаецца, мне вельмі складана быць у гэтым рытме.

Я вельмі натхняюся людзьмі, якія з мною працујуць. І майті прафесарамі з нашае катэдры – гэта ўсё неймаверныя людзі. Але мне псыхалягічна вельмі складана. Я заўсёды думаю пра гэту працу. Я там учначы на сплю, бо думаю, што я там, а ня гэтае вось ўсё. І яшчэ той факт, што гэта праца маёй мары, не дae мne расслабіцца. І гэта зносець мne дах. Я еду ў адпачынак і думаю толькі аб працы, я не могу глядзець на прыгажосць навокал... І я пастанавіла, што пайду праста на працу інжынэрам – рабіць карысныя рэчы для ўсіх навокал. І буду працеваць сваю працу, а потым буду адпачываць свой адпачынак, а потым буду чытаць сваю кніжку і ня парыцца.

За ўсё гэтыя тры гады я не могу сказаць, што ў нечым прашарылася. Я выкарыстоўвала скілы,

Разом з гатым створуюцца зручнэ ўмовэ для развіття іновацыйнага прадпрынімательства в гатому рэгіоне, а таксама тэх, хто розбudoўве інфраструктуру.

Почынаюць будаватыся новэ поселення – з жытлом, дослідчымі і навуковымі цэнтрамі. Выкорыстоўвуюцца і пустэі дома, кэнутэ будэнкэ колхозуў, школі і прадпрыятій.

Кажна суполка ўводыць свой прэнцып самокірування, ала пуддержане Маніхвест одкрэтым навуковыі супольності Полісся.

Гэт поселення продовжаюць назапашуватэ рэсурсэ і розвыватэ зносынэ між собою і світом. Створуюць удобну інфраструктуру в гармоніі з прыродою і культурою полішукіў. Там, дэ траба спасаць прыроду, засновальныкі поселенню ю корыстаюцца остатнімі одкрэтствамі, коб одноветэ дэку прыроды.

Паралельно повстаюць новэ навуковэ супольності і цэнтры, дэ робыцца праца в разных гуленах навукэ.

Коб прыятагнутэ більш сэлэ, мэ развіваемо ідею Колайдэра разом з сусіднім громадствам, одкрэтствам для равноправнага обмену, і створуемо пункт рэгіональнага росту тут, на Поліссе.

Будушчы Колайдэр будзе містытыцца ў двух краінах, бо Поліссе – в Беларусі і Украіні.

Гатаць об'еднанне дозволыць помножыць рэсурсэ, распостэрэ холаднэ зносынэ пусля войнэ і створэць пункт рэгіональнага росту.

Так, шлях до Колайдэра довгі і покручасты. Можэ бутэ, шо той, хто почна рэалізацыю, по-бачыць оно частічно рэзультат свайі працы. **Колайдэр** – гато довга мэта.

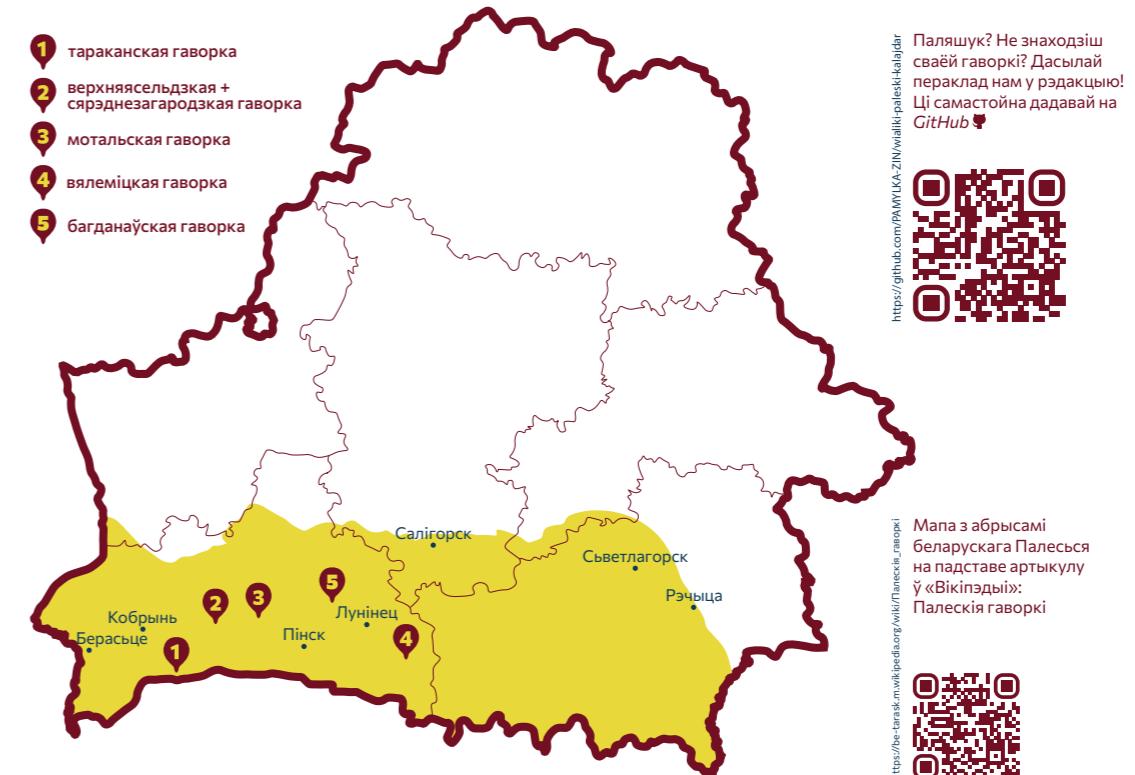
Полісскі колайдэр народжуе шмат самых ныжданых створальных і вітальных проектуў, екэй всё більш прытэгуюць новэ талантэ і молоду энэргію в гаты край.

Наконаць Колайдэр добудованы. Чоловіцтво одкрэло бызміжнэ крынэцэ энэргіі. Кажды жытель планетэ мае і можэ самастойно створэць на основі одкрэтных знаннёў Колайдэра прыладэ, екэй генеруюць дастаточно энэргіі для жыття свога і свайі сымні. Гатаць, энэргія наконаць вправду дэцэнтрализавана.

Само чоловіцтво можэ робэтэ квантовэ скакэ ў сусідні Всэсвітэ. Одкрэеца нова эпоха.

Початок гатога подорожжа можэ початыся з Полісся. Тому мэ пэшымогатэ радкэ. Мэ готовэ сталківацца в пошуках правда і супольныі справэ – побудовэ Вылікого полісскага колайдэра. З міром і энэргіею для кожнога.

На тараканскую гаворку пераклад
Канстанцін Лойчыц

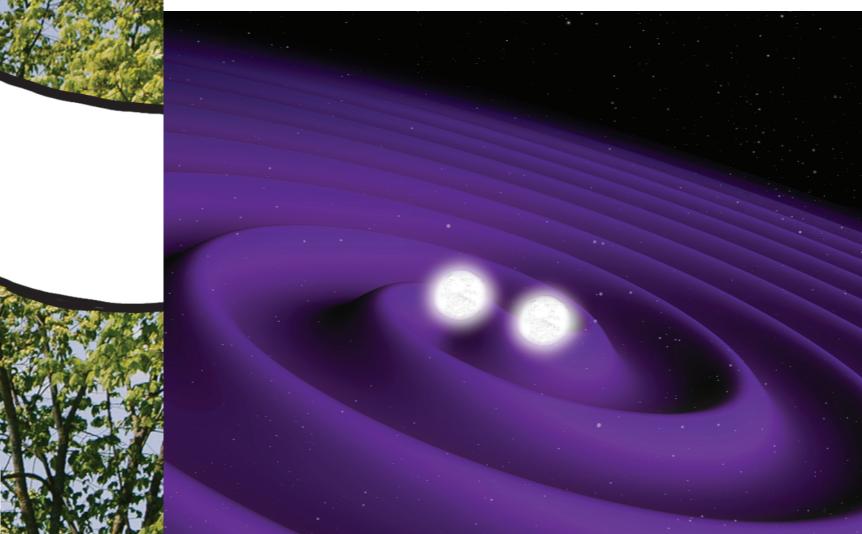




ЯКУБ НАРКЕВІЧ-ЁДКА: БЕЛАРУСКІ ГЕНІЙ І ЯГОНЫ ЎНЁСАК У СУСЬВЕТНУЮ НАВУКУ

МАЛАНЬНЯ ЯКІМОВІЧ

Ідэя і аўтарства ілюстрацыяյ
ZMESHANYLES



Сутыкненныя нейтронных зорак з утварэннем гравітацыйных хвалаў
Аўтарства: European Space Agency
Крыніца: www.commons.wikimedia.org

Каб прасцей сказаць, мы ўсе вымяраем мэтрамі і нечым, што залежыць ад мэтра, але **сам мэтар зъменіца!** А ўсё навокал будзе заставацца гэткім жа адносна мэтра. Выклікам робіцца тое, як нам дэтэктуваць гэтыя гравітацыйныя хвали.

Самы папулярны мэтад, які выкарыстоўваецца ў баўхіх тэлескопах ці проста дэтэктараў гравітацыйных хвалаў, – гэта інтэрфераметрыя. То бок систэма лазераў. Лазер туды-сюды бегае, і калі мы стыкуем два лазэрныя пучкі, то ведаём, як гэтыя два лазэры зъмешваюцца адзін з адным. Гэта мы называем **інтэрферэнцыйную карцінай**, малюнкам. Калі мы вельмі добра настроім нашыя лазэры, то карціна на будзе зъміняцца. І мы можам яе прадказаць.

Гэты малюнак залежыць ад хвалі съятла. І вось калі ў нас лазэры, налады якіх мы вельмі добра ведаём, як яны стасуюцца адно да аднаго, то наш фінальны малюнак на будзе зъміняцца.

Што такое гравітацыйныя хвали?

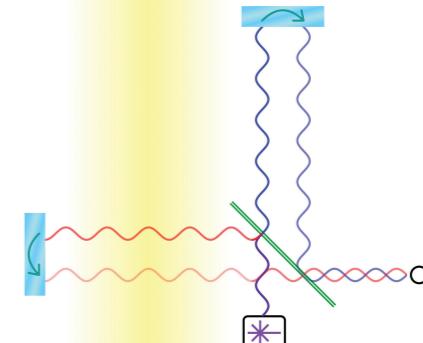
Съвета: А распавядзі крыху пра гравітацыйныя хвали. Як гэты інтэрферомэтар будзе лавіць гэтыя хвали? Як ён іх вымярае?

Ганна: З гравітацыяй складана, бо гэта самы слабы від узаемадзеяння. То бок звычайна мы не заўважаем нічога навокал з гравітацыйнага гледзішча. Мы можам заўважыць толькі вельмі вялікія падзеі. Напрыклад, дэльце чорных дзіркі злучаюцца: тады простора зъміняецца – пашыраеца ці звужаеца, ці спачатку адное, потым другое. Гэта і ёсьць гравітацыйная хвала. Мы не адчуваєм яе, бо зъміняеца ўласна **мэтрыка просторы**. То бок мы ўсе разам і ўся наша Зямля расшыраеца, а потым звужаеца, і мы ня можам гэтага заўважыць, бо ўсё вакол нас гэтак жа зъміняеца адноўковым чынам.

1



2



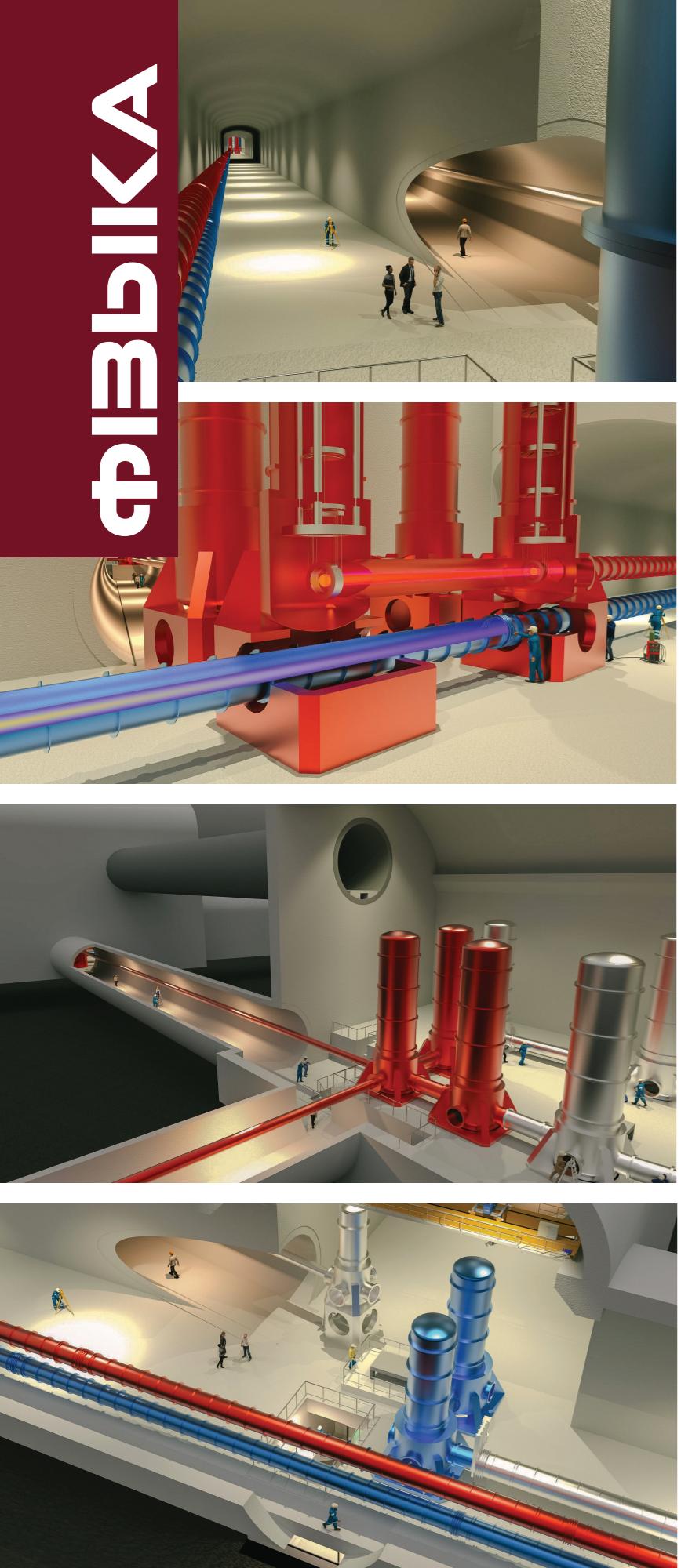
Прынцып працы інтэрферометра LIGO. Дэтэктуванне гравітацыйнае хваль. 1. Няма хваль. 2. Прайшла хвала
Аўтарства: Cmglee
Крыніца: www.wikimedia.org

Ён будзе заўсёды той сама. Але калі нешта зъменіца – ці дыстанцыя, ці хвала съятла, то малюнак таксама зъменіца. І калі праз гэтыя вялікі інтэрферомэтар пройдзе гравітацыйная хвала, мы нічога не заўважым. Але дайжыня хваль лазера на нейкую долю сэкунды зъменіца, а потым вернецца. Бо зъменіца і вернецца мэтрыка просторы, і з'ёй – усё навокал. І напрыканцы мы ўжо ўбачым, што наш малюнак зъміняўся. Гэтак паводле зъмены малюнку мы зможем сказаць, што нешта было, мы нешта злавілі.

Другая пастка для гравітацыйных хвалаў у тэлескопе – тое, што мы спрабуем рабіць гэтыя лазэры пад нейкімі дэйўнумі кутамі. Звычайна іх робяць пэрпэндыкулярна адзін аднаму. У тэле-

Інтэрферэнцыйная карціна для белага съятла
Аўтарства: Alain Le Rille
Крыніца: www.commons.wikimedia.org





Архітэктурная мадэль тэлескопа Айнштайн
Аўтарства: Marco Kraan/Nikhef
Крыніца: www.einsteintelescope.nl

І вось маё заданьне – мадэляваць гэтая прамяні, гэтае **расъсиянае съятло**, як яго называюць. Яно можа быць шмат якіх відаў. Нешта можа адбівацца ад бакоў, ад шурпатасця ў на паверхні лустэрка... Мая задача – улічыць, якія асноўныя крыніцы гэтага расъсиянага съятла могуць быць, і прыблізна прадбачыць, прадказаць, дзе і колькі расъсиянага съятла мы будзем бачыць.

Яшчэ адно з маіх практычных заданьняў. Ёсьць розныя віды барацьбы з расъсияным съятлом, і адзін з самых вядомых – усталяванне на працягу гэтых дзесяці кіляметраў перагародак. То бок калі ў нас ёсьць труба, мы туды ўсталёваем **абсалютна чорнае кола**, то бок якое паглынае съятло. Калі ў нас ёсьць некаторыя прамяні, якія ідуць некуды ўбок, то яны трапяць у гэтае кола й паглынуцца ўм. І вось адно з маіх заданьняў – падлічыць, дзе, на якіх месцах нам лепей паставіць гэтая перагародкі, гэтыя колы і ў якой форме, якіх памераў. Што нам лепей зрабіць, каб было як мага меней гэтага расъсиянага съятла, каб яно нам меней перашкаджала. Вось!

Съвета: Слухай, я б сказала, што ты рызык-мэнэджэрка гэтага скіраванага съятла, траблшутэр! Чалавек, якому звоняць, калі нешта пойдзе не як так, і ты разьбіраецесь з усімі гэтымі проблемамі!

Ганна: І так, і не! Бо тэлескоп новы. Праект вельмі вялікі, інтэрнацыянальны, там шмат розных краінаў і ўніверсytетаў, шмат народу працуе. Структура і заданьні на працягу трох гадоў, што я працую, мяняліся.

І вось яно працуе цяпер. У нас ёсьць маленькая група, чалавек пяць, інтэрнацыянальная – з розных краінаў і ўніверсytетаў, якая працуе з гэтым расъсияным съятлом. І ў нас ёсьць лідар гэтага суполкі. Як што – яму тэлефануюць, а ўсе мы працуем з крыху рознымі заданьнямі над гэтым расъсияным съятлом. То бок я падлічую, куды нам ставіць перагародкі, а ёсьць хлопец, які распрацоўвае, як нам змагацца з пылам, як пыл можа перашкодзіць. Той пыл, якога адразу няма, але зьяўляецца з часам.

Мы плянем, што тэлескоп будзе працеваць на працягу, можа, пяцідзесяці гадоў.

Съвета: Там на сайдзе было напісаны, да якой даты, угу!

Ганна: І з часам там будзе пыл! І вось ён спрабуе прадказаць, як хутка гэты пыл будзе там з'яўляцца й змяняць нашае расъсияннне, як мы будзем гэта ўлічваць. То бок заданьні крыху розныя.

Калі трэба перагародкі – можна тэлефанаваць мне наўпрост!

Съвета: Клас! Гэта вельмі цікава!

Забыты герой
Я пэўная, што частцы чытачоў імя Якуба Наркевіча-Ёдкі вядомае, бо з канца ХХ ст. з'явілася цікайнасць да ягонае фігуры ў беларускім навуковыム асяродзьдзі. А за апошнія гады нават шэраг YouTube-каналаў выклай відэаматэрыялы пра ягоныя лёс і дзеяніасць. Але, на мой погляд, распавясюд ведаў пра выбітнага беларускага навукоўца недастатковы. Ягонае імя ня згадваецца на старонках падручнікаў біялёгіі, гісторыі, прыродазнаўства ці фізыкі, хаця вынаходзтвы дасьледніка і ягоны ўнёсак у развіццё сусветнай навуки былі прарыўныя на свой час. І ў працяг думкі: ёсьць у Менску вуліца імя Нікалы Тэслы. А вуліцы ў гонар Якуба Наркевіча-Ёдкі – няма.

Шукаць інфармацыю пра чалавека, які займаўся навуковымі дасьледаваньнямі ў другой палове XIX – пачатку XX стст., – цікавае заданьне. Спачатку мянэ цікавіла, ці ведае штосьці пра Якуба Наркевіча-Ёдку (далей Н.-Ё.) штучны інтэлект (<https://asistenter.by/>). Аказалася, што так. Ён скіраваў мяне на два цікавыя рэсурсы – Бібліятэку Кангрэсу ЗША (<https://www.loc.gov/>) і Нацыянальную бібліятэку Францыі (<https://www.bnf.fr/>). У апошній, дарэчы, вельмі шмат дыгіталіза-

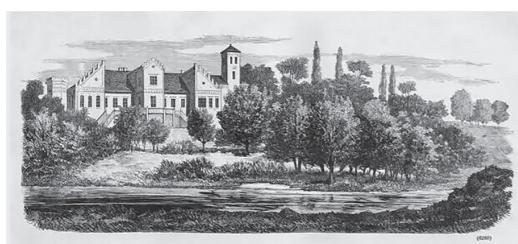
ваних газетных нумароў, дзе згадваеца наш герой. Апроч вынікаў онлайн, мне было цікава праверыць, ці выходзілі кнігі пра Н.-Ё. І – так! Нават па-беларуску – «Прафэсар электраграфіі і магнэтызму» невялікім накладам надрукавала выдавецтва «Навука і тэхніка».

Съведкі свое даўніны

Увесну 2023-га я наведала Наднёман. У гэтага месца незвычайная гісторыя. Першапачаткова яно называлася Малыскайшчына, гэта была вёсачка побач з пераправаю праз Нёман, яна адносілася да суседняга маёнтку Пясоначнае. Яно з XV ст. было вядомае як уласніцца буйнога магнацкага роду князёў Алелькавічай. У той час навакольныя пэйзажы былі зусім іншыя – паўсюль непралазная пушча. Аднак у XV ст. вялікі князь літоўскі Жыгімонт Аўгуст прызнаў прыбытковы патэнцыял лесу і ўбачыў магчымасць прадаваць драўніну на вонкавых рынках. Каб атрымаць выгаду з гэтага задумы, трэба было больш людзей – распрацоўваць рэсурсы. У 1568 г. манарх выдаў прывілей аб падатковых ільготах для ахвочых пасяліцца на гэтых землях. Што прывяло да хуткага прытоку асобаў, якія ня толькі нарыхтоўвалі лес, але і пабудавалі млыны, бровары, корчмы. Гэтак непадалёк узвінка мястэчка Пясоначнае.



У 1600 г. княгіня Сафія з роду Алелькавічаў выйшла замуж за Януша Радзівіла, аб'яднаўшы землі. Князі Радзівілы адыгралі значную ролю ў іх гісторыі цягам наступных двух стагоддзяў. Аднак матэрыяльнае становішча знакамітага магнацкага роду пагоршылася пасля вайны 1812-га. У выніку ў 1823-м маёнтак выкупіў Ануфрый Наркевіч-Ёдка гербу Ліс. За ўдзел у паўстанні 1830–1831 гг. яго засудзілі на пажыццёвае зняволенне ў сваім маёнтку, што прымусіла яго засяродзіцца на кіраванні гаспадаркі. Ануфрый меў амбітную задуму – пабудаваць на гэтай тэрыторыі палацава-паркавы комплекс, што было папулярным у тагачасным асяроддзі беларускага шляхты. Аднак узынікала дылема пра бровар, што дастаўся ў спадчыну ад Радзівілаў. Наркевіч-Ёдка пераўтварыў яго ў... палац. Задума ажыццяўлілася, і ў 1840 г. сын Ануфрыя – Атон Наркевіч-Ёдка (бацька Якуба) – скончыў будоўлю. У выніку атрымаўся надзвычай атмасферны палац з архітэктурай, якая нагадвае гатычны стыль. Першапачатковы выгляд адлюстраваны на малюнку Напалеона Орды: палац на гадваў казачны сярэднявечны замак. Маёнтак таксама вылучаўся навакольным паркам, гаспадарчымі пабудовамі і мальёнчай тэррасаю зь відам на Нёман. Цікава, што менавіта Атон Наркевіч-Ёдка даў былому маёнтку Малыскаўшчына прыгожую назыву Наднёман. На маю думку, яна цалкам адпавядае гэтаму мястечку, дзе й ладзіў свае дасьледаванні Якуб Н.-Ё.

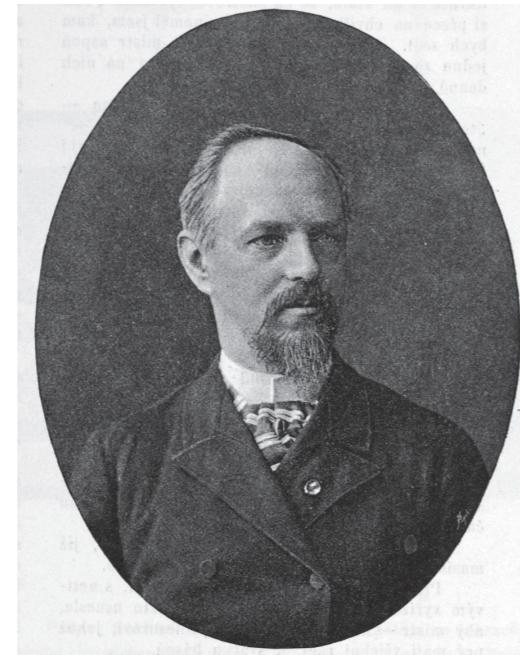


Гравюра Напалеона Орды

Per aspera ad astra¹

Давайце бліжэй пазнаёмімся з асобаю нетрывіяльнага беларускага навукоўца. Мы ўжо ведаем, што ён з заможнасцю сям'і: па мячы² паходзіць са шляхетнага роду Ёдкаў (яны ж Ядкевічы і Ядкоўскія), які бярэ пачатак у 1480-ыя ад Буйвіда Ёдкі, якога прыняў на службу вялікі князь. Па кудзелі³ ягоныя праходзяць зь нямецкага роду Эсткаў (Эсткен), якія асели на тэрыторыі ВКЛ у XVII ст. Дарэчы, маці мае дачыненіе да роду Касцюшкай, чым вельмі ганарылася і што любіла прынагодна згадаць.

Наш герой нарадзіўся ў 1847 г. і, як тады было прынята, меў патройнае імя: Сармат-Якуб-Жыгімонт. Паводле біографіі, выдадзенай у Парыжы, уважаюць, што Н.-Ё. нарадзіўся ў маёнтку маці – Турыне (сучасная Меншчына). Дзяцінства правёў у Наднёмане. Асоба маці была вызначальная ў лёсце навукоўца. Менавіта яна перака-



Якуб Наркевіч-Ёдка
Крыніца: Svetozor, 1892 г.

нала мужа не паскупіцца грашыма і даць дзесяцам добрую адкукацию. Нягледзячы на пэрспектывы весьці забясьпечанае жыццё заможнага землеўладальніка, таленавітую натуру Якуба вабілі навука і мастацтва. Маці заўважыла ў яго музычны талент. Дзеля гэтага быў запрошаны настаўнік, які вучыў хлопца граць на фартэпіяне.

У 1865-м Якуб скончыў Менскую губэрнскую клясычную гімназію, а праз два гады стаўся бакаліярам навук. Некалькі гадоў правёў у культурніцкіх і навуковых цэнтрах Заходній Эўропы: удасканаліваў майстэрства грацы на фартэпіяне ў Парыскай кансерваторыі, паспяхова выступаў як піяніст у знакамітых канцэртавых залах, у тым ліку ў каралеўскім палацы Цюільры (Tuileries, Парыж) перад асобай імпэратора Напалеона III. Ягоныя музычныя таленты былі высока ацэненыя музычнымі крытыкамі. Якуб ахвотна даваў публічныя музычныя вечары ў гарадzkіх філіармоніях. У съвецкіх колах пра адоранага маладэёна казалі няйначай як пра музыку, якога Бог пацалаваў пры нараджэнні. У 1868–1869 гг. выкладаў курс тэорыі музыкі ў Марыінска-Ярмолаўскай навучальнай установе (Масква).

Але натура праўнага навуковае дасканаласці. Акурат у той час прыродазнаўчыя навукі набываўшы вялікую прывабнасць у моладзі. У 1869-м Якуб разка мяняе кірунак дзеянасці і паступае на лекарскі факультэт Парыскага юніверсітэту. Бярэ актыўны ўдзел у навуковым жыцці Францыі ды езьдзіць стажыявацца і на лекцыі найлепшых прафэсараў мэдыцыны ў Рыме й Флярэнцыі. Там ён меў магчымасць стасавацца зь піянэрамі навукі. Несумненна, гэтыя сустрэчы глыбока паўплывалі на развіццё навуковых



Ганна ў Кітаі на тле найбуйнейшага спектраскопа ў съвеце LAMOST

Проста загу́гліла сылпіы праектаў, што распрацоўваюцца, сылпіы ўніверсітэтаў, якія да гэтага маюць дачыненіе, і пісала ім усім. Нават на проста шукала працу на LinkedIn, а пісала наўпрост на катэдрых універсітэтаў, якія датычаць праектаў. Я пісала на нэўтронныя тэлескопы і на гравітацыйныя, на **тэлескоп Айнштайн**, бо ён проста клёвы. Бы гэта ж гравітацыя, яно ж цікавае!

Тэлескопы гравітацыйных хваляў

Ганна: Чаму я шукала ўніверсітэты? Бы ў такіх праектах працуецца толькі ўніверсітэты, на іх няма ніякіх распрацовак у прыватных кампаніях. І так, некаторыя ўніверсітэты адказвалі, і гэтак я атрымала свой контракт у Нямеччыне ў праекце тэлескопа Айнштайн. Гэта тэлескоп гравітацыйных хваляў, які неўзабаве... ну як неўзабаве – у 2035 годзе плянуюць адкрыць...

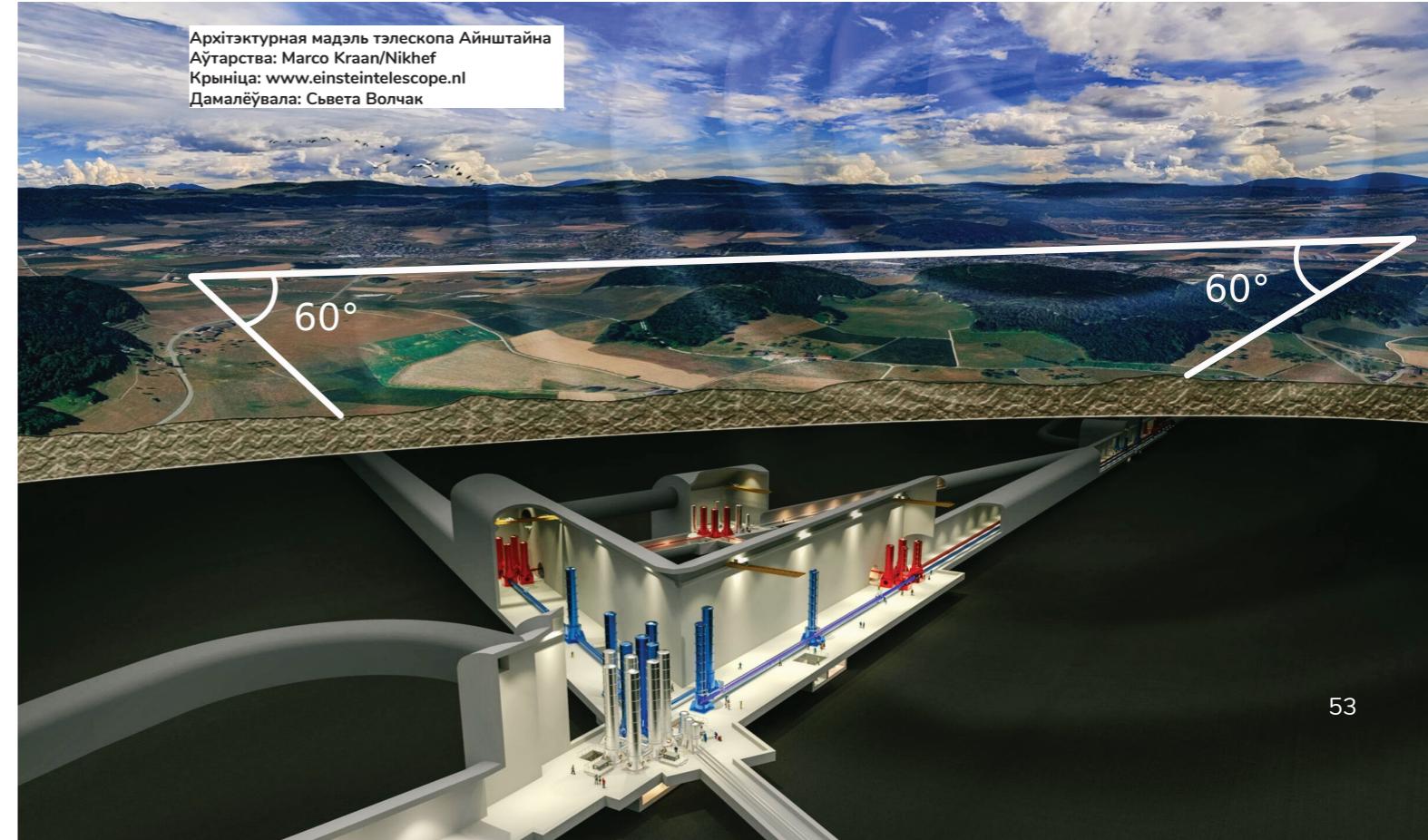
Сьвета: Я акурат учора паглядзела таймлайн на саіце, там плянуюць вось тое, што ты сказала, запуск у 2035 годзе. А раскажы падрабязней, што ты там рабіла. Я троху ўяўляю, што такое гравітацыйныя хвалі, але зусім не ўяўляю, што менавіта там можна рабіць. Вось што рабіла ты, а што іншыя людзі рабіць?



Ганна: Тэлескопы **гравітацыйных хваляў** – гэта не тэлескоп глядзець у неба, на той тэлескоп аптычны, да якіх мы звыклі. Гэта будзе падземны вельмі вялікі трывукунік, 10 кіляметраў у кожны бок. І там будзе туды-сюды ганяцца лазэр. Насамрэч будзе нават шэсць лазэр. Але можна сабе ўяўіць, што лазэр, каторы будзе туды-сюды ганяцца 10 кіляметраў у кожны бок, – гэта мусіць быць вельмі-вельмі вялікі лазэр, вельмі моцны. І ён будзе вельмі дакладны.

Гэта будзе самая дакладная прылада ў съвеце на той момант. І яму перашкодзіць можа ўсё, што заўгодна, і нават той факт, што чалавецтва ня ўмее рабіць ідэальнае вакууму. Ці ўсе дробязі, якія робяць наш тэлескоп неідэальным, могуць кірашаку зъяніць хаду съятла. Напрыклад, які-небудзь прамень пойдзе кръжу не пад тым кутом, які б мы хацелі. І нават гэты малосенкі кут на працягу 10 кіляметраў будзе адчувацца даволі моцна.

Калі лазэр пройдзе па тэлескопе, мы ўбачым інтэрфэрэнцыйную карціну, то бок узор на плашчыні. І кожны такі праменьчык, што пайшоў на тым шляхам, як плянавалася, будзе зъяніць гэтую карціну. Насамрэч іх будзе некалькі, і калі болей, чым трэба, мы можам падумаць, што праз тэлескоп прайшла гравітацыйная хвала, а гэта была не яна.



¹З латыні – «Празь церні да зораў».

²Тое сама, што па бацьку.

³Тое сама, што па маці, па матцы.