

В. Єфіменко, канд. фіз.-мат. наук,
В. Криводубський, д-р фіз.-мат. наук
Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

ЖИТТЄВИЙ І НАУКОВИЙ ШЛЯХ ПАВЛА РОДІОНОВИЧА РОМАНЧУКА

Сто років минає з дня народження П. Р. Романчука – Героя Радянського Союзу, кандидата фізико-математичних наук, доцента, директора Астрономічної обсерваторії (1972–1987). За його ініціативи в обсерваторії розпочався розвиток нових наукових напрямів: теоретичні дослідження магнітних полів і початок експериментальних робіт після придбання магнітографа, дослідження змін в атмосфері Сонця, пов'язаних зі спалаховою активністю, сонячно-земних зв'язків і впливу сонячної активності на погодні явища, розроблення методів прогнозування сонячної активності. Важливим результатом його діяльності стало зміцнення матеріальної бази обсерваторії – придбання магнітографа, модернізація горизонтального телескопа, спільні роботи з ГАО НАН України з розроблення та виготовлення аксіального меридіанного круга, придбання апаратури для телевізійних спостережень метеорів, залучення до роботи в обсерваторії групи молодих співробітників.

Ключові слова: магнітні поля Сонця, сонячні плями, числа Вольфа, сонячні спалахи, сонячні цикли, прогнозування сонячної активності, магнітограф, сонячно-земні зв'язки.



Павло Родіонович Романчук
(1921–2008)

2021 р. минає 100 років із дня народження Павла Родіоновича Романчука – директора Астрономічної обсерваторії (1972–1987) Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

Народився Павло Родіонович 11 березня 1921 р. на хуторі Гринів Романського району Сумської області. Батько Романчук Родіон Іванович (1888–1974) та мати Ірина Григорівна (1891–1962) були селянами. Крім Павла у сім'ї було ще двоє дітей – Іван 1914 р. народження та Микола 1919 р. народження. Незважаючи на те, що батьки ставились до Радянської влади лояльно, 1930 р. батька було репресовано і заслано до Архангельської області. Оскільки землю і майно сім'ї конфіскували, то мати подалася на заробітки в Ромни, брат Іван поїхав на заробітки на північ, Микола тривалий час переховувався на хуторі, а Павла забрала до себе хрещена мати. Після повернення 1933 р. із заслання батька сім'я жила у Ромнах, батьки працювали на різних роботах у радгоспі, а Павло ще декілька років жив у хрещеної матері.

1939 р. Романчук закінчив 10-й клас Роменської середньої школи № 3 і поступив до Херсонського педагогічного інституту на фізико-математичний факультет, де провчився лише місяць, після чого був призваний до лав Червоної Армії. Розпочав службу П. Р. Романчук рядовим 17-го окремого місцевого стрілецького батальйону в м. Можайську Московської області. Після закінчення навчання йому було присвоєно звання командира відділення і переведено на службу в 263 авіабазу, що була розташована у м. Ржев Калінінської області. Тут його і застала Друга світова війна.

З перших днів війни П. Р. Романчук перебував на фронті. Перше поранення отримав у серпні 1941 р. Після лікування був направлений на навчання у Друге київське артилерійське військове

училище ім. М. В. Фрунзе (що розміщене у с. Розбойщино Саратовської області), яке закінчив у 1942 р. та одержав військове звання лейтенанта.

Після закінчення училища П. Р. Романчуку було запропоновано залишитись там командиром взводу, але він не погодився й отримав призначення на Північно-Західний фронт. Згодом, у листопаді 1942 р., П. Р. Романчука призначено начальником розвідки 1-го дивізіону 791 артилерійського полку тієї ж дивізії. У січні 1943 р. Північно-Західний фронт, у складі якого була 254 стрілецька дивізія, направлено на з'єднання з Волховським фронтом для оточення 16-ї німецької армії (Дем'янівський котел). На початку лютого Романчука тяжко поранено й контужено. Після одужання у травні 1943 р. його знову направлено на передній край Північно-Західного фронту і призначено начальником розвідки бригади. Згодом Павло Родіонович повернувся у свою 254 дивізію, що формувалася у районі м. Бологое, на посаду начальника розвідки дивізіону та у складі дивізії був направлений на Степовий фронт у район Воронежу (другий ешелон Курської битви).

Після розгрому німецьких загарбників на Курській дузі відбулася передислокація військ і Степовий фронт, у складі якого була 254 стрілецька дивізія, направляють на визволення України. П. Р. Романчук брав участь у боях за звільнення Полтавщини: Зінково, Гоголево (там розташована садиба М. В. Гоголя) тощо. У серпні 1943 р. Романчуку присвоєно звання старшого лейтенанта і нагороджено орденом "Червона Зірка".

На початку жовтня 254 дивізія форсувала Дніпро і зайняла плацдарм на його правому березі між Каневом та Черкасами в районі села Хрещатик. Бійці полку й артилерійська розвідка, якою керував старший лейтенант П. Р. Романчук, закріпилися на правому березі Дніпра на відривку в 300 метрів. Гітлерівці підтягнули резерви і перейшли в контратаку. Почалися тяжкі оборонні бої. 7 жовтня 1943 р. під час запеклого бою за утримання плацдарму командир розвідувальної роти старший лейтенант Романчук залишився з двома радистами в оточенні німців на передовому спостережному пункті, з якого він коригував вогонь наших артилерійських батарей. Понад

батальйон есесівців за підтримки "тигрів" і самохідних гармат атакували наші позиції на правому березі. Начальник розвідки Романчук упродовж семи годин давав вказівки по радіо нашим артилеристам батареї дивізіону, установлені на лівому березі, що відбивали ворожі атаки. Внаслідок важкого поранення у голову та руку Романчук не міг говорити, тому продовжував керувати вогнем, віддаючи розпорядження письмово. У критичний момент бою, коли кільце фашистів, що наступали на спостережний пункт, продовжувало звужуватися і вже було видно обличчя німців, він викликав вогонь своїх батарей на себе. Одержавши необхідні координати, артдивізіон спрямував на противника шквальний вогонь. Фашисти повернули назад, важливий плацдарм нами було утримано. За цей бій П. Р. Романчуку Указом Президії Верховної Ради СРСР від 22 лютого 1944 р. присвоєно високе звання Героя Радянського Союзу з врученням йому ордена Леніна і медалі Золота зірка.

У липні 1945 р. Романчука звільнено з лав Радянської Армії у запас через стан здоров'я зі званням старшого лейтенанта.

Після війни Павло Родіонович 1950 р. закінчує навчання на кафедрі астрономії фізичного факультету Київського державного університету і працює викладачем у педагогічних інститутах України. У своїх спогадах "Як все розпочалося" П. Р. Романчук пояснює свій вибір напрямку наукових досліджень: "У 1949 р. я придбав книжку "Сонячна активність і її земні прояви" авторів М. Г. Ейгенсона, М. М. Гневишева, О. І. Оля і Б. М. Рубашова. Вона містила багато цікавих фактів, що стосуються сонячної активності, погоди, магнітних бур, теорії явищ. Я захопився цією книжкою, написав дипломну роботу, якою керував завідувач кафедри астрономії, професор С. К. Всехсвятський. Тоді ще студентом я познайомився з роботою С. К. Всехсвятського, в якій він пов'язав активність Сонця з планетами. Після закінчення університету я отримав призначення в Золотоніське педагогічне училище. Саме там я почав шукати шляхи з'ясування природи сонячної циклічності".

1957 р. Романчук поступає до аспірантури на кафедру астрономії Київського державного університету. Після закінчення аспірантури він отримує призначення на роботу в Астрономічну обсерваторію Київського університету, де працює на посаді старшого наукового співробітника з 1960 р. до 1963 р., а з вересня 1963 р. його зараховують за конкурсом на посаду старшого викладача кафедри експериментальної фізики фізичного факультету Київського університету.

У цей час П. Р. Романчуком розроблено механізм утворення магнітного поля сонячних плям шляхом підсилення слабкого загального поля Сонця при підйомі конвективного елемента [1, 2]. Ці результати досліджень сонячного магнетизму було включено до дисертації на здобуття вченого ступеня кандидата фізико-математичних наук "До питання про природу сонячної активності", яку П. Р. Романчук захистив 1966 р. Незабаром (1967 р.) його обирають доцентом кафедри експериментальної фізики, а 1972 р. – доцентом кафедри астрономії.

1972 р. Павла Родіоновича призначено директором Астрономічної обсерваторії Київського державного університету (АО КДУ). Із цього часу тут набули поширення дослідження природи циклічності сонячної активності (СА), теоретичні й експериментальні вивчення магнітних полів і спалахів на Сонці, дослідження змін у атмосфері Сонця перед спалахами, під час спалахів та після них; дослідження впливу СА й інших космічних факторів на зміни клімату та погодні явища [3].

Зростання інтересу до вивчення впливу СА на геофізичні, біологічні та метеорологічні явища, необхідність вибору сприятливих періодів щодо радіаційної обстановки в навколосемному просторі у процесі запуску космічних апаратів із людьми на борту висувають у цей час АО КДУ в коло провідних наукових центрів Радянського Союзу з досліджень закономірностей циклічності СА та сонячно-земних зв'язків, а також практичного прогнозування СА.

Завдяки зусиллям П. Р. Романчука Держкомітет із науки і техніки СРСР і Рада Міністрів УРСР виділили Київському університету додаткові асигнування для розвитку сонячних досліджень. На основі проведених в АО КДУ досліджень розроблено низку прогностичних методів, які використовувалися в оперативному прогнозуванні різних індексів СА для потреб фундаментальної науки та різних галузей народного господарства, у першу чергу, для космічної галузі. У межах Геліогеофізичної служби СРСР, у завдання якої входило забезпечення радіаційної безпеки польотів пілотованих космічних кораблів, в АО КДУ 1974 р. було створено робочу групу з прогнозування СА, яка здійснювала оперативне прогнозування різних індексів СА на основі розроблених в обсерваторії методик. 1975 р. на засіданні Бюро Ради "Сонячно-атмосферні зв'язки у прогнозах клімату" АО КДУ було визнано головною установою із прогнозування СА в системі Ради, а П. Р. Романчука включено до складу Ради.

Під керівництвом П. Р. Романчука і за його безпосередньої участі науковцями АО КДУ розроблено більше десяти методів прогнозування актуальних індексів СА, зокрема, основного індексу сонячної циклічності – чисел Вольфа, які характеризують відносну кількість (число) спостережених на сонячній поверхні плям, а також сонячних спалахів, розвитку активних центрів на сонячному диску і тривалості існування груп плям, сонячних спалахів, розвитку активних центрів на сонячному диску і тривалості існування груп сонячних плям. Під час засідань робочої групи АО КДУ, які відбувалися раз на тиждень, склалися прогнози різних індексів СА й оперативно відсилалися зацікавленим організаціям і особам. Спочатку прогнози сонячної активності надсилалися на адресу Наукової Ради "Сонце–Земля" Астрономічної ради СРСР (Москва) і в Інститут земного магнетизму, іоносфери і розповсюдження радіохвиль Академії наук (ІЗМІРАН) СРСР (м. Троїцьк Московської обл.). З 1974 р. всі оперативні прогнози сонячної активності, крім ІЗМІРАН, надсилалися до Головного прогностичного центру Геліогеофізичної служби СРСР (Інституту прикладної геофізики Держкомгідромету СРСР, Москва).

На підставі надісланих до Москви прогнозів СА в Інституті прикладної геофізики розраховували рівні радіаційного опромінення в навколосемному космічному просторі і давали рекомендації щодо радіаційно сприятливих днів для запуску в космос апаратів із людьми на борту. Під час пілотованих космічних польотів прогнози складали частіше – кожного дня й оперативно двічі на день надсилалися до Інституту прикладної геофізики, а також академіку А. Б. Северному, директору Кримської астрофізичної обсерваторії СРСР. Зокрема, під час спільного радянсько-американського експериментального польоту "Союз-Аполон" П. Р. Романчук розраховував для Головного прогностичного центру (Інститут прикладної геофізики, Москва) значення чисел Вольфа по п'ятиденках на липень–серпень 1975 р.

Крім того, на замовлення Центрального економічного інституту Держплану РРФСР (Москва), Московського інституту океанології й Українського регіонального науково-дослідного інституту Держкомгідромету (Київ) Романчуком складено прогнози річних чисел Вольфа на 1979–2000 рр.

Поряд із визнанням робіт П. Р. Романчука в Радянському Союзі отримано визнання цих робіт серед закордонних фахівців. 1976 р. в Астрономічній обсерваторії Київського університету відбувається важлива подія – нарада радянських і американських спеціалістів із питань прогнозування сонячної активності, можливих фізичних механізмів зв'язків "сонячна активність – нижня атмосфера", обміну і використання сонячної і геофізичної інформації. У цій нараді взяли участь відомі радянські та закордонні вчені – Е. Р. Мустель, Є. П. Борисенков, Е. І. Могілевський, Д. Вілкокс, Л. Свалгаард, Г. Хекман, Р. Олсон та ін.

1987 р. науковці обсерваторії взяли участь у радянсько-американському симпозиумі "Вплив сонячної активності на клімат", що відбувся у Ялті.

Іншим важливим результатом діяльності П. Р. Романчука стало зміцнення матеріальної бази обсерваторії – придбання магнітографа, модернізація горизонтального сонячного телескопа, спільні роботи з Головною астрономічною обсерваторією НАН України з розробки та виготовлення меридіанного кола аксіального типу, придбання апаратури для телевізійних спостережень метеорів, обчислювальної техніки, будівництво спостережної станції обсерваторії в с. Пилиповичі.

У цей час Павло Родіонович зробив вагомий внесок в організацію Геліогеофізичної служби СРСР і доклав значних зусиль, щоб на базі Астрономічної обсерваторії Київського університету створити Всесоюзний центр із прогнозувань сонячної активності (Інститут фізики Сонця). На жаль, суб'єктивні обставини завадили втіленню цих зусиль в життя. Багато з висловлених тоді ідей П. Р. Романчука втілено в сучасному міжнародному проєкті "Космічна погода".

Останні роки роботи в обсерваторії (1987–2003), займаючи посаду завідувача лабораторією і провідного наукового співробітника лабораторії сонячної активності, П. Р. Романчук присвячує дослідженню сонячно-земних зв'язків. У цей час він займається вивченням впливу сонячної активності на зміни клімату, погодні явища, рівень водності річок і морів, вулканічні виверження. Після виходу на пенсію (2003 р.) Павло Родіонович продовжував співпрацю з Астрономічною обсерваторією на посаді наукового співробітника і був натхненником наукових ідей для своїх учнів.

У молодості Павло Родіонович захоплювався малюванням. В архівах обсерваторії збереглися малюнки олівцем поранених солдатів і медсестер, зроблені П. Р. Романчуком під час його лікування в госпіталі.

П. Р. Романчук брав участь у громадському житті, зокрема обирався депутатом районної ради м. Золотоноша, членом Полтавської обласної ради профспілки учителів, головою профспілкового комітету Чернігівського педагогічного інституту, брав активну участь у військово-патріотичному вихованні молоді, працював у ветеранських організаціях.

За час роботи в університеті П. Р. Романчук опублікував понад 100 наукових праць, підготував трьох кандидатів наук [4]. За подвиги та трудові досягнення нагороджений орденами Леніна, Золота Зірка, Червона Зірка, Вітчизняної війни I ступеня, Богдана Хмельницького та 18 медалями (За перемогу над Німеччиною, Жукова, 30 років визволення Києва від фашистських загарбників та ін.). За багаторічну плідну роботу з підготовки висококваліфікованих спеціалістів, успіхи в розвитку наукових досліджень та у зв'язку із 150-річчям із дня заснування Київського державного університету ім. Т. Г. Шевченка Указом від 3 вересня 1984 р. П. Р. Романчука нагороджено Почесною Грамотою Президії Верховної Ради Української РСР.

Помер Павло Родіонович Романчук на 88-му році життя 22 червня 2008 р., похований на Совському цвинтарі м. Києва.

22 червня 2008 р. з Москви від наукового колективу Інституту прикладної геофізики на адресу Астрономічної обсерваторії Київського національного університету імені Тараса Шевченка прийшла телеграма співчуття, в якій було щиро відзначено вагомий внесок П. Р. Романчука в організацію і становлення в 70-х рр. минулого століття Геліогеофізичної служби Радянського Союзу.

Нижче подано напрямки наукових досліджень, які розвивав П. Р. Романчук.

Вивчення магнітних полів Сонця. На основі рівняння індукції магнітного поля досліджено збудження сильного локального магнітного поля в підфотосферних шарах, що відбувається в результаті вертикальних рухів конвективних комірок поперек горизонтально спрямованих силових ліній слабого загального магнітного поля Сонця, яке пронизує всю товщу конвективної зони. Запропоновано модель утворення магнітного поля біполярної магнітної групи плям (активних областей), яке пов'язується з крупномасштабними конвективними рухами речовини в підфотосферних шарах Сонця. Під час підйому кожного конвективного елемента й опускання сусідніх із ним ділянок плазми в загальному магнітному полі Сонця утворюється система магнітних полів тороїдальної форми. Ці локальні поля, що виникають завдяки індукційним електричним струмам, розміщені у вертикальній площині паралельно загальному магнітному полю Сонця й охоплюють кожний конвективний елемент. При виході в поверхневі шари Сонця магнітні поля багатьох конвективних елементів об'єднуються й утворюють магнітні поля біполярної групи плям. Знайдено, що в результаті описаного процесу (який триває роками, $\geq 10^7$ с) за наявності початкового загального поля $H_0 \approx 50$ Гс і швидкостях підйому $v \approx 10^3$ – 10^4 см/с конвективних елементів (з розмірами $R \approx 10^9$ см) за рахунок кінетичної енергії конвективних потоків плазми можуть утворюватися магнітні поля з напруженістю $h = 4\pi\sigma RvH_0/c^2 \approx 10^3$ – 10^4 Гс ($\sigma \approx 10^{13}$ – 10^{15} CGSE – характерна величина електропровідності плазми в підфотосферних шарах) [1, 2]. За рахунок енергії індукційних струмів може відбуватися акумуляція енергії у вигляді електричних зарядів на границях ділянки з аномально зниженою турбулентною провідністю плазми в місцях нульових магнітних ліній складних конфігурацій груп сонячних плям. Зазначені ділянки аномально низької турбулентної провідності можуть сприяти прискореній дисипації струмів, яка забезпечує ефективне теплове енерговиділення сонячних спалахів [5].

Вивчено зміни з фазою 11-річного циклу розподілу сонячних плям за геліошироотою. Проаналізовано діаграми "метеликів Маундера", які описують монотонний упорядкований цикл екваторіальний дрейф груп сонячних плям

"у королівській зоні" (від середніх широт до екватора), отримані із спостережень за 100 років (1874–1974). На підставі проведеного аналізу обґрунтовано висновок про наявність у Сонця сталої складової загального магнітного поля величиною близько 2 Гс [4].

Конвективні рухи і припливні сили планет. Розроблено концепцію про резонансний вплив планет на конвективну зону Сонця [7–18]. Згідно із цією концепцією під дією припливних і динамічних сил планет (Юпітера, Сатурна, Землі і Венери) відбуваються радіальні коливання конвективних елементів, які супроводжуються резонансними явищами. Розраховано, що планети викликають на Сонці динамічні припливи, що мають амплітуду на чотири–п'ять порядків більшу статичного припливу. Динамічні припливи сприяють винесенню конвективних елементів на поверхню Сонця, що приводить до утворення активних центрів згідно з описаною вище моделлю збудження магнітних полів біполярних груп сонячних плям. Кількість спостережених плям, які прийнято характеризувати числом Вольфа, служить, як уже згадувалося, основним індексом циклічних змін СА. Регулюючи вихід конвективних елементів на сонячну поверхню, динамічні припливи тим самим уповільнюють чи прискорюють настання тієї чи іншої фази активності циклу сонячних плям. При вивченні рухів конвективних елементів було визначено власний період коливань елементів, який виявився близьким до періодів збуреної сили Юпітера і Сатурна. Показано, що власний період коливань залежить від фізичних умов у конвективній зоні (турбулентної в'язкості і конвективної швидкості), які змінюються з фазою циклу. Установлено, що парна дія Юпітера і Сатурна визначає хід активності 11-річного циклу плям: динамічні припливи у квадратурах цих планет приводять до максимумів, а при з'єднаннях – до мінімумів циклів, тоді як Земля і Венера спільно із цими планетами визначають незначні флуктуації СА.

Довгострокові прогнози чисел Вольфа (відносного числа сонячних плям). Прогнозування чисел Вольфа здійснювалося за допомогою методу резонансних кривих [17, 18], в основу якого була покладена згадана вище планетна концепція резонансного характеру припливної дії планет на конвективну зону Сонця [7–18]. Одержані емпіричні залежності спостережених плям від конфігурації планет використали для розроблення методів прогнозування інших важливих індексів 11-річних сонячних циклів з різною завчасністю. Прогнозувалися основні характеристики 11-річних сонячних циклів (епохи максимуму і мінімуму циклів, значення чисел Вольфа в епохи максимуму і мінімуму, тривалість циклів) і згладжені середньомісяцеві числа Вольфа із завчасністю пів місяця, пів року і на кілька років наперед. Розраховувалися також основні параметри наперед для кількох наступних циклів. Зокрема, П. Р. Романчуком розраховано довготривалі прогнози згладженого ходу розвитку (за числами Вольфа) 20–26-го циклів [19–22]. Крім того, 1979 р. складено детальний прогноз флуктуацій чисел Вольфа на епоху максимуму 21-го циклу (1979–1982). Підсумки справджуваності прогнозів чисел Вольфа для 21-го циклу сонячної активності наведено в роботах Романчука [22–24].

Оперативне прогнозування розвитку декадного числа Вольфа. Метод базується на прогнозі тривалості існування і розвитку впродовж декади груп сонячних плям, спостережених на диску Сонця в день прогнозування, а також на прогнозі виходу рекурентних груп (довготривалих груп, які спостерігались у попередньому оберті Сонця) з-за східного краю сонячного диска [25, 26]. Для розрахунку використовували дані щоденних спостережень служби Сонця АО КДУ і Гірської астрономічної станції Головної астрономічної обсерваторії СРСР (ГАС ГАО), м. Кисловодськ, а саме: загальна площа групи плям, площа найбільшої плями у групі, Цюрихський клас групи, кількість магнітних центрів в групі. Для прогнозування повторної появи рекурентних груп за даними спостережень на магнітографі АО КДУ визначали магнітну напруженість і характерний розмір груп плям, а також використовували знайдені залежності тривалості існування груп від турбулентної електропровідності плазми в активному центрі. Турбулентна провідність визначалася за часом джоулевої дисипації магнітного поля короткоживучих плям у групі [25]. Середня справджуваність цього виду прогнозів за величиною складає $\approx 70\%$, а за фазою – близько 80% [27, 28].

Короткотермінові прогнози сонячних спалахів різних балів. Після створення 1974 р. в АО КДУ робочої групи одночасно з прогнозами чисел Вольфа розпочато оперативне кількісне прогнозування спалахів різних балів із завчасністю від одного до семи днів. В основу методик прогнозування було покладено отримані в АО КДУ результати статистичної обробки залежності спостереженого середньодобового числа спалахів різних балів від Цюрихських класів груп плям; розмірів конвективних елементів (які визначалися за найбільшою відстанню між плямами протилежної полярності в біполярній групі плям); середнього числа центрів у групі плям за час її проходження по диску Сонця і від розміру загальної площі в максимумі розвитку групи [29, 30]. На основі отриманих закономірностей складали оперативні прогнози спалахової активності. Вихідним матеріалом для прогнозування слугували дані щодо груп сонячних плям, отримувані зі щоденних спостережень Служби Сонця АО КДУ і ГАС ГАО. Для періоду найповнішої інформації щодо спостережених спалахів (1977–1979) справджуваність складених в АО КДУ прогнозів субспалахів і спалахів бала 1 становила відповідно 60% і 80% [29, 30].

Крім того, за інтервалом передісторії два–чотири дні математичними методами здійснювали щоденне короткотермінове (на кілька днів наперед) прогнозування спалахів для кожної активної ділянки, яка спостерігалася на Сонці в день прогнозування [31–33]. Було розроблено кілька алгоритмів, в яких прогнозує функція кількості спалахів будувалась у вигляді функції багатьох змінних. Як вихідні дані використано характеристики сонячних груп плям за попередній період їхнього розвитку: площа групи і число плям у ній, клас групи за Цюрихською класифікацією, магнітний клас групи, число спалахів у групі за минулу добу, тривалість існування, бал інтенсивності і площа кожного спалаху. Крім того, враховували положення груп плям щодо меж секторної структури великомасштабного фотосферного магнітного поля. Із цих вихідних даних було створено 28 параметрів, які містили в собі вихідні дані і похідні від них. Дані про групи сонячних плям брались із каталогу сонячної діяльності [34], а про спалахи – із каталогу "Solar Geophysical Data" і каталогу [35]. Було знайдено, що для якісних прогнозів оптимальний період передісторії становить два дні. Розроблені алгоритми використано для оперативного прогнозування спалахової активності на кілька днів наперед. Справджуваність завбачень становила 70% – 90% .

Під час пілотованих космічних польотів прогнози спалахової активності складалися двічі на день. У цей час на горизонтальному сонячному телескопі АО КДУ впродовж дня працював сонячний патруль хромосферних спалахів,

дані якого використовували для прогнозів спалахів в активних ділянках, що надсилалися оперативно до Інституту прикладної геофізики (Москва).

1976 р. розпочато прогнозування місячного числа спалахів із завчасністю пів місяця. Для цього було використано результати дослідження залежності кількості спалахів від кількості активних ділянок на Сонці і стадії їхнього розвитку [36, 37].

Сонячно-земні зв'язки. Дослідження впливу сонячної активності на зміни клімату, погодні явища, рівень водності річок, Каспійського і Чорного морів і Світового океану, вулканічні виверження [38–41].

Список використаних джерел

1. Романчук П. Р. Образование солнечных пятен и магнитные поля Солнца / П. Р. Романчук // Астрон. журн. – 1961. – 40, № 3. – С. 477–478.
2. Новые направления исследования Солнца и солнечно-земных связей в Астрономической обсерватории Киевского университета / П. Р. Романчук, В. Н. Криводубский, В. Г. Лоцицкий, М. А. Нуждина // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1984. – № 26 – С. 45–60.
3. Єфіменко В. М. Павло Родіонович Романчук / В. М. Єфіменко. – К. : ВПЦ "Київський університет", 2010. – 91 с.
4. Образование и распад солнечных магнитных полей и вопросы постоянного магнитного поля Солнца / П. Р. Романчук, В. Н. Криводубский, Ю. И. Изотов, И. Ю. Изотова // В кн.: Проблемы магнитных полей в космосе ; ред. А. Б. Северный. – Крым, СССР. – 1976. – 1. – С. 161–185.
5. Романчук П. Р. Механизм возникновения хромосферных вспышек / П. Р. Романчук, В. Н. Криводубский // Препринт № 2 АО КГУ. – Изд. Киев. ун-та. – 1974. С. 1–17.
6. Романчук П. Р. К вопросу о природе солнечной активности / П. Р. Романчук // Солнеч. данные. – 1965. – № 5 – С. 65–70; № 7. – С. 65–72; № 8. – С. 74–80; № 11. – С. 66–70.
7. Романчук П. Р. К вопросу о природе солнечной активности П. Р. Романчук, А. Н. Сергеева // Астрономия и Астрофизика – 1974. – Т. 21 – С. 82–92.
9. Романчук П. Р. Короткопериодические изменения (флюктуации) солнечной активности / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1974. – № 16. – С. 28–33.
10. Романчук П. Р. Природа солнечной цикличности / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1976. – № 18. – С. 5–10.
11. Романчук П. Р. Природа солнечной цикличности / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1977. – № 19. – С. 3–14.
12. Романчук П. Р. Резонансные явления конвективных движений под действием приливных сил планет / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1980. – № 22. – С. 34–39.
13. Романчук П. Р. К вопросу о природе маундеровского минимума / П. Р. Романчук // Солнеч. данные. – 1980. – № 5. – С. 103–108.
14. Романчук П. Р. Природа солнечной цикличности 1 / П. Р. Романчук // Астрон. журн. – 1981. – Т. 58, № 1. – С. 158–166.
15. Романчук П. Р. Модуляция скорости выхода конвективных элементов на поверхность Солнца приливными силами планет / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1981. – № 23. – С. 22–25.
16. Романчук П. Р. Некоторые вопросы теории планетных приливов на Солнце и солнечная цикличность / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1990. – № 32 – С. 78–82.
17. Романчук П. Р. Резонансные явления конвективных движений под действием приливных сил планет / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1980. – № 22 – С. 34–39.
18. Романчук П. Р. О методе резонансных кривых прогнозирования чисел Вольфа / П. Р. Романчук // Астрон. вестник. – 1983. – Т. 17, № 3. – С. 188–190.
19. Романчук П. Р. Прогноз активности Солнца в эпоху максимума на ветви спада 20-го цикла / П. Р. Романчук // Солнеч. данные. – 1968. – № 9. – С. 107–110.
20. Романчук П. Р. Сверхдолгосрочный прогноз 21-го цикла солнечной активности / П. Р. Романчук // Препринт Астрон. обсерватории Киев. ун-та. – 1974. – № 1. – 7 с.
21. Романчук П. Р. Редюк Т.И. Прогноз 22–26 циклов солнечной активности / П. Р. Романчук, Т. И. Редюк // Препринт Астрон. обсерватории Киев. ун-та. – 1974. – № 6. – 5 с.
22. Романчук П. Р. Прогнозирование характеристик 11-летних солнечных циклов и наблюдаемых месячных относительных чисел / П. Р. Романчук // Сб. "Физика солнечной плазмы". – М., 1989. – С. 117–122.
23. Романчук П. Р. Оправдываемость прогнозов относительных чисел Вольфа для 21-го цикла солнечной активности / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1983. – № 25. – С. 15–19.
24. Романчук П. Р. Оправдываемость прогнозов внутригодовых флюктуаций солнечной активности на ветви спада 21-го цикла с заблаговременностью в несколько лет / П. Р. Романчук // Прогнозы солнечной активности и наблюдения солнечных активных явлений. Тезисы докл. Симп. КАПГ. Ленинград, 18–22 мая 1987. – 1987. – С. 24.
25. Криводубский В.Н. Прогнозирование продолжительности существования групп солнечных пятен / В. Н. Криводубский, П. Р. Романчук // Сб. "Возникновение и эволюция активных областей на Солнце". – М., 1976. – С. 157–161.
26. До питання про завбачення тривалості існування груп сонячних плям / В. Б. Гуманицький, В. М. Єфіменко, П. Р. Романчук та ін. // Препринт Астрон. обсерваторії Київ. ун-ту. – 1975. – № 11. – 8 с.
27. Романчук П. Р. Прогнозирование солнечной активности / П. Р. Романчук, В. Н. Криводубский // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1984. – № 26. – С. 25–32.
28. Романчук П. Р. Оправдываемость декадных прогнозов относительных чисел и солнечных вспышек / П. Р. Романчук, В. П. Бабий, М. Н. Пасечник // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1989. – № 31. – С. 59–63.
29. Прогнозирование хромосферных вспышек с заблаговременностью от 1 до 7 дней / П. Р. Романчук, В. Н. Криводубский, Ю. И. Изотов, И. Ю. Изотова // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1977. – № 19. – С. 29–36.
30. Прогнозирование солнечных вспышек с заблаговременностью от одного до семи дней в Астрономической обсерватории Киевского университета в 1976–1980 гг. / П. Р. Романчук, И. Ю. Изотова, В. Н. Криводубский и др. // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1982. – № 24. – С. 50–56.
31. Єфіменко В. І. Краткосрочное прогнозирование вспышечной активности групп пятен / В. И. Єфіменко, В. М. Єфіменко, В. В. Тельнюк-Адамчук // Сб. "Возникновение и эволюция активных областей на Солнце". – М., 1976. – С. 182–185.
32. Єфіменко В. І. О краткосрочном прогнозировании вспышек на основе характеристик групп пятен / В. И. Єфіменко, В. М. Єфіменко, В. В. Тельнюк-Адамчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1977. – № 19 – С. 19–29.
33. Єфіменко В. М. Предсказание солнечных вспышек в группах пятен на несколько дней вперед / В. М. Єфіменко, П. Ф. Кравчук, В. В. Тельнюк-Адамчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1984. – № 26. – С. 38–44.
34. Гневышева Р. С. Каталог солнечной деятельности за 1959 г. / Р. С. Гневышева. – Ленинград, 1965.
35. Долгинов Ю. Н. Каталог хромосферных вспышек и соответствующих геофизических явлений за период с 1957 по 1965 г. / Ю. Н. Долгинов // В кн.: "Солнечно-земные связи". – М. ?1989. – Вып. 2. – С. 1–302.
36. Изотов Ю. И., Изотова И. Ю., Романчук П. Р. Долгосрочное прогнозирование хромосферных вспышек с заблаговременностью до нескольких месяцев // Солнеч. данные. – 1976. – № 7 – С. 67–72.
37. Изотов Ю. И. Вспышечная активность в процессе развития группы пятен / Ю. И. Изотов, И. Ю. Изотова, П. Р. Романчук // Сб. "Возникновение и эволюция активных областей на Солнце". – М., 1976. – С. 162–165.
38. Романчук П. Р. Солнечная активность и уровень Каспийского моря / П. Р. Романчук // Вестник Киев. ун-та. Астрономия. – 1985. – № 27. – С. 23–26.
39. Романчук П. Р. К решению проблемы солнечно-земных связей, прогнозирования климата, погоды и вулканических извержений / П. Р. Романчук // Препринт ГАО-96-3Р. ГАО НАНУ. – К., 1996.
40. Романчук П. Р. Клімат Києва і сонячна активність / П. Р. Романчук, М. М. Пасічник // Вісник Київ. ун-ту. Астрономія. – 1997. – № 34. – С. 66–72.
41. Романчук П. Р. Изменения уровня Мирового океана и Черного моря / П. Р. Романчук, В. П. Бабий // Тр. междунар. конф. "Физика и динамика малых тел Солнечной системы". – К., 1998. – С. 57–60.