

ВАГОМІ НАУКОВІ ЗДОБУТКИ ННЦРМ У 2020 РОЦІ

Тематика наукових досліджень, що виконувались у 2020 році, відповідає основним напрямкам наукової діяльності, затвердженим вченою радою ННЦРМ.

Досягнення 2020 року в області фундаментальних та прикладних досліджень отримані в результаті виконання 28 науково-дослідних робіт (фундаментальних – 14, прикладних – 14). Завершені у 2020 році 6 НДР (фундаментальних – 4, прикладних – 2).

Виконання НДР та робота клініки провадилися в умовах пандемії COVID-19. В зв'язку з пандемією COVID-19 та рішеннями Уряду про відтермінування надання планової допомоги пацієнтам тимчасово було призупинено роботу КЕР з 18.03.2020 р. по 01.08.2020 р. та стаціонарних відділень з 18.03.2020 по червень 2020 року, що вплинуло на виконання плану клінічної роботи ННЦРМ.

Виконання НДР в підрозділах ННЦРМ здійснювалося згідно з затвердженими науково-технічними завданнями та календарними планами на 2020 рік. План наукової діяльності ННЦРМ у 2020 році виконаний повністю, на належному теоретичному та практичному рівні.

Найважливішими результатами звітнього року по розділу фундаментальних досліджень у сфері теоретичної та клінічної медицини (КПКВ 6561040) у 2020 році були наступні.

У віддалений період після опромінення, в учасників ЛНА на ЧАЕС встановлено підвищення спонтанного рівня *Cyclin D1* та порушення *Cyclin D1*-залежної регуляції клітинного циклу лімфоцитів ПК після індукції мітогеном: скорочення S-фази, накопичення клітин у G2/M. Дані зміни найбільш виражені у підгрупі опромінених в дозі $D > 500$ мЗв. Встановлено подібний дисбаланс у субпопуляціях T- та B-лімфоцитів в учасників ЛНА на ЧАЕС та у хворих на онкопатологію, а саме: зниження відносної кількості $CD19^+$ B-лімфоцитів, $CD4^+$ T-лімфоцитів, показника імунорегуляторного коефіцієнта, активованих $CD3^+HLA-DR^+$ T- і $CD3^+HLA-DR^+$ B-лімфоцитів. Виявлено зниження показника моноцитів та підвищення показника $CD8^+$ T-лімфоцитів у підгрупах учасників ЛНА на ЧАЕС, опромінених у дозах $D \geq 500$ мЗв і в дозах до 500 мЗв, відповідно, та осіб з онкопатологією. Визначено зв'язки між кількісними показниками радіаційно-індукованої нестабільності геному з експресією генів, асоційованих з *ATM/CHEK2/P53/PUMA* каскадом, які беруть участь у регуляції запальних процесів (*TNF*, *IFNG*), довжини теломер (*TERF1*, *TERF2*, *TERT*), апоптозу (*BCL2*, *HNRNPA1*), антиоксидантного захисту (*GSTT1*) та онкологічної трансформації (*TP53*, *EGFR*, *VEGF*) в учасників ЛНА на ЧАЕС.

Проведено комплексне вивчення поліморфізму генів імунної відповіді (поліморфних варіантів генів цитокінів та генів головного комплексу гістосумісності) як критеріїв з предикторними і протекторними функціями для прогнозування ризику виникнення і перебігу плазмоклітинної мієломи; визначені характерні особливості імуногенетичної структури групи осіб популяційного контролю, що проживають в Центральному географічному регіоні України. Показано достовірне зниження частоти гаплотипу *IL-10-1082/-819/-592 GCC* як продуцента з високим рівнем секреції протизапального цитокіну IL-10 у групі опромінених пацієнтів. У опромінених хворих на ПКМ встановлено підвищену поширеність гаплотипу *HLA-A*24/B*07/C*06/DRB1*11/DQB1*06:01/DQA1*01:01* із включенням алельних груп *HLA-A*24* та *HLA-B*07* – маркерів низької імунологічної відповіді, що може позначитись на активності і силі реагування імунної системи на етапах лікування.

Визначено особливості клінічного перебігу, динаміки експресії химерного гена *BCR/ABL1*, цитогенетичної відповіді, спектру мутацій кіназного домену гена *BCR/ABL1* та цитокінової ланки імунітету у хворих на хронічну мієлоїдну лейкемію (ХМЛ) з різним ступенем редукції пухлинного клону на другій лінії терапії інгібіторами тирозинкіназ (ІТК). Показано, що ефективність зміни ІТК у випадках розвитку резистентності до іма-

тинібу у пацієнтів, які зазнали дії іонізуючого випромінювання, була такою ж, як і в групі неопромінених пацієнтів з ХМЛ. Сформовано спектр клініко-гематологічних, цитогенетичних та молекулярно-генетичних характеристик пухлинного клону у пацієнтів з ХМЛ на другій лінії терапії ІТК. А саме: проміжний і високий прогностичний індекс Sokal в дебюті захворювання, наявність додаткових хромосомних аберацій та мутацій кіназного домену гена *BCR/ABL1*.

Вперше встановлено, що експресія гена *ЛПЛ* з високим ступенем вірогідності дозволяє оцінити мутаційний статус *IGHV* генів у 89,2 % хворих на ХЛЛ. У хворих з немутуваними *IGHV* генами виявлена кореляція між рівнями експресії генів *ЛПЛ* і *c-MYC* ($r = 0,351$; $p = 0,013$), що свідчить на користь більш високої проліферативної активності лейкемічних В-клітин; асоціація між рівнем експресії *ЛПЛ* та поліморфізмами rs1642785 і rs17878362 гена *TP53*, які призводять до зниження стабільності мРНК гена *TP53*; вищий рівень експресії *ЛПЛ* у випадках зі стереотипними В-клітинними рецепторами порівняно з нестереотипними випадками ($p = 0,03$). Визначення експресії гена *ЛПЛ* може бути застосовано як маркер прогнозу тривалості періоду до призначення терапії, безрецидивного і загального виживання хворих на ХЛЛ. Вперше виявлено підвищення ризику розвитку вторинних пухлин у хворих з рівнем експресії *ЛПЛ* вище за 300 ум. од.

Виявлено невідомі додаткові до основних драйверних мутацій порушення в геномі хворих, що обумовлюють розвиток МПН, які визначаються окремо або у комбінації з однією з основних мутацій генів *JAK2*, *MPL*, *CALR* і можуть ініціювати розвиток МПН або брати участь у їх еволюції. Виявлення спектру нових пошкоджених ділянок геному може слугувати маркером асоціації мієлопроліферативного процесу з дією ІР, а також сприяти поглибленню знань щодо патогенетичних механізмів розвитку радіаційно-асоційованих МПН і тих, що виникли спонтанно. Отримані знання сприятимуть ефективності діагностики МПН з визначенням груп ризиків та вибору адекватної тактики лікування.

Виявлено особливості розвитку геномної нестабільності у безсимптомних (без реалізованої онкологічної патології) осіб-носіїв мутації 5382insC в гені *BRCA1*. Встановлено, що при порушенні процесів репарації внаслідок наявності спадкової мутації 5382insC в гені *BRCA1*, ключовим механізмом регулювання розвитку геномної нестабільності в соматичних клітинах є апоптоз.

Досліджено розвиток пухлино-індукованого (ТІВЕ) та радіаційно-індукованого (РІВЕ) ефектів свідка з використанням двох власних модельних систем – сумісного та спільно-роздільного культивування інтактних лімфоцитів крові (ЛК) умовно здорових осіб з неопроміненими та опроміненими *in vitro* ЛК нелікованих хворих на ХЛЛ. Виявлено особливості взаємодії досліджуваних клітин за цитогенетичними і молекулярно-генетичними маркерами стабільності геному та оцінено можливості атаксантину щодо модифікації такої взаємодії.

Вперше описані механізми реалізації онкогематологічної патології у дітей після аварії на ЧАЕС на підставі встановлених змін у функціонуванні остеону, взаємозв'язку між кістковою, кровотворною та ендокринною системами організму. У хворих на гострі лейкемії на етапах хіміотерапії вивчені процеси проліферації та диференціювання клітин-попередників кісткового мозку і стан опорно-рухового апарату за органічною та мінеральною компонентами кісткової тканини, амінокислотним складом сечі, процесами репарації кісток і рівнями гормонів, що регулюють остеогенез. Встановлені ознаки, характерні для дітей групи ризику з гематологічної патології з проявами дисплазії сполучної тканини. Розроблені маркери прогнозу перебігу гострих лейкемій за показниками репарації кісткової тканини. Удосконалені методи діагностики, лікування та профілактики у дітей, хворих на гострі лейкемії, та дітей з дисплазією сполучної тканини зі змінами в показниках метаболізму остеоутворення. Вивчені механізми лейкемогенезу та перебіг гострих лейкемій у дітей у віддаленому періоді після аварії на ЧАЕС з урахуванням особливостей функціонування остеону та впливу ендокринної системи на процеси кровотворення. Вперше встановлені зміни в процесах проліферації та диференціювання клітин-

попередників кісткового мозку на етапах протоколу хіміотерапії, розроблені маркери прогнозу перебігу гострих лейкемій у дітей, удосконалені методи діагностики, лікування та профілактики метаболічних порушень у стромальному мікрооточенні та гемопоезі.

У дітей – мешканців РЗТ виявлено високу частоту бронхіальної гіперреактивності, яка перевищувала дані дітей контрольної групи. Встановлено, що у дітей – мешканців РЗТ зниження бронхіальної прохідності асоційоване зі зростанням вмісту ТБК-активних продуктів ПОЛ в сироватці крові і зниженням активності глутатіонтрансферази. Показано, що у підгрупі дітей з бронхіальною гіперреактивністю делеційний поліморфізм гена *GSTM1* та 313AG поліморфізм гена *GSTP1*, виявлявся частіше, ніж у дітей без бронхіальної гіперреактивності, а різниця в частоті делеційного поліморфізму гена *GSTT1* не досягала статистично значущого рівня. Наявність делеційних поліморфізмів генів *GSTT1* і *GSTM1* асоційована з інтенсифікацією процесів ПОЛ, а механізмом, спрямованим на компенсацію цього несприятливого явища з боку АОЗ, є активація каталази. Серед несприятливих чинників, що підвищують ризик розвитку бронхообструктивних порушень та імовірність їх реалізації у вигляді бронхіальної астми у дітей – мешканців РЗТ, провідну роль відіграє спадкова схильність до цього захворювання, а саме, наявність в родині осіб, хворих на БА, та осіб з різноманітними формами алергії, несприятливі умови внутрішньоутробного розвитку дитини, наявність ознак ексудативно-катарального діатезу, проявів алергії, та частих респіраторних захворювань з перших місяців життя. Сформульована концепція щодо ролі спадкових чинників, алельного поліморфізму генів *GST* (*GSTT1*, *GSTM1*, *GSTP1*) і несприятливих умов навколишнього середовища в розвитку бронхообструктивних порушень та ризику їх реалізації у вигляді бронхіальної астми у дітей – мешканців РЗТ.

Вперше виявлені загальні закономірності розвитку ІХС в УЛНА на ЧАЕС на різних етапах після аварії. Показано, що ознаки СКА з'являлись в УЛНА в середньому на 2,2 року раніше та в більш молодому віці, ніж в КГ. Кількісна оцінка коморбідності показала, що в УЛНА частота зустрічальності поєднаної патології була достовірно вищою, а її перебіг важчим, ніж у контролі. В УЛНА з СКА виявлено вірогідно більший загальний сумарний бал за шкалою CIRS в порівнянні з КГ. З кожним етапом зростала частота УЛНА з гіпертрофією ЛШ, зі збільшенням об'ємів ЛШ, їхніх індексів та зниженням скоротливості міокарду. Відбувалось зменшення частки УЛНА зі СКА та концентричною гіпертрофією ЛШ з 66,7 % на 1-му етапі до 28,6 % на 4-му при зростанні частки з ексцентричною гіпертрофією ЛШ від 20 % на 1-му етапі до 50,4 % на 4-му. Наявність ІХС зі СКА супроводжувалась більш вираженим в порівнянні з КГ зниженням довжини теломер лейкоцитів, показано негативний вплив факторів ризику, функціонального класу стенокардії, серцевої недостатності. Встановлено тісний зворотний кореляційний зв'язок між відносною довжиною теломер та показниками, які характеризують ремоделювання ЛШ серця.

Досліджено нейроендокринні ефекти в організмі статевозрілих самців щурів Wistar, опромінених *in utero* внаслідок надходження ¹³¹I у різні терміни гестаційного періоду. Визначено стан когнітивного функціонування, емоційно-поведінкової сфери та ендокринної системи в опромінених внутрішньоутробно внаслідок аварії на ЧАЕС і неекспонованих *in utero* осіб. Встановлено роль розладів ендокринної системи у патогенезі нейропсихіатричних ефектів пренатального опромінення головного мозку внаслідок надходження ¹³¹I в різні терміни гестації.

Вперше встановлено наявність дисфункції кортико-лімбічної системи лівої домінантної півкулі головного мозку з особливим залученням гіпокампу і суттєві порушення стану зорового аналізатора на всіх рівнях його організації – від сітківки до кортикальних зон обробки зорової інформації в УЛНА та опромінених *in utero* осіб.

У групі УЛНА у віддаленому періоді після опромінення виявлено порушення гемомікроциркуляції переважно за рахунок судинних і периваскулярних змін, прояв яких вище в групах з більшим дозовим навантаженням. Вперше виявлені специфічні зміни топографічних параметрів зорових когнітивних потенціалів в УЛНА, які можуть свідчити

про порушення функції правої парагіпокампульної ділянки (яка відповідає за сприйняття та візуалізацію складних зорових образів), та наявність кореляції між величиною макулярного вогнища в пікселях і латентністю комплексу P100 для обстежених осіб ($r = 0,56$).

Встановлено, що у пацієнтів з гіперплазією ПЩПЗ показники забезпеченості організму вітаміном D були вірогідно нижчі, ніж без неї. Нестачу/дефіцит вітаміну D виявлено у 94 % обстежених. Визначено, що в УЛНА на ЧАЕС йодного періоду, в яких виявлена гіперплазія ПЩПЗ, середній рівень паратгормону у сироватці крові вірогідно був вищим, ніж у групі контролю. Багатофакторний аналіз показав вірогідний зв'язок нестачі/дефіциту вітаміну 25(OH)D з розвитком тиреоїдної патології, порушенням вуглеводного обміну, серцево-судинними захворюваннями, остеопенією/остеопорозом, а УЗД ПЩПЗ є дієвим діагностичним методом первинного скринінгу гіперплазії цих залоз та моніторингу клінічної ефективності лікування.

Оцінена структура патології та клінічний стан дітей – мешканців РЗТ, показано, що вони мають низький рівень здоров'я. Визначено індивідуально-типологічні риси особистості, психологічний стан, гендерні та вікові особливості його порушень. Поведінка дітей – мешканців РЗТ характеризувалася високими показниками за шкалою екстерналізації. Досліджено поліморфізм промотора гена моноаміноксидази-A (MAOA-uVNTR), встановлено, що найчастіше зустрічаються алельні варіанти з 3 і 4 тандемними повторами.

Основні досягнення в галузі прикладних досліджень у 2020 році

Загальна кількість постраждалих громадян дорослого віку станом на 01.01.2020 року порівняно з 2008 роком зменшилася на 403 134 осіб, або на 21,97 % (з 1 834 536 до 1 431 402 осіб). Кількість учасників ліквідації аварії за цей період скоротилася з 276 327 до 188 343, або на 87 984 осіб (31,84 %), тобто впродовж останніх 10 років помер майже кожен третій учасник ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Відмічено зростання частки осіб з категорією 1, які втратили працездатність в зв'язку з захворюванням, пов'язаним з дією ІВ та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на ЧАЕС до 108 898 осіб або 6,15 % від загальної кількості постраждалих на 01.01.2020 року.

Ретроспективний аналіз структури патології постраждалих внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЧАЕС), розглянутих Центральною міжвідомчою експертною комісією МОЗ України з встановлення причинного зв'язку хвороб, інвалідності і смерті з дією іонізуючого випромінювання та інших шкідливих чинників внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС (ЦМЕК) впродовж 2013–2020 рр. (39 018 справ) показав, що частка хвороб системи кровообігу (ХСК) склала 39,62 %, онкологічна патологія – 53,69.

Доведено, що радіаційний фактор доказово впливає на розвиток і прогресування АГ в УЛНА при ДЗО більше 0,05 Зв. Визначені критерії розвитку та прогресування АГ в УЛНА що можуть бути використані для доказової медичної експертизи оцінки причинного зв'язку захворювання з роботами з ЛНА на ЧАЕС у віддаленому післяаварійному періоді при ДЗО більше 0,20 Зв. Розроблені методичні рекомендації щодо оптимізації медичної експертизи встановлення зв'язку найбільш поширених захворювань, що призвели до інвалідності та смерті постраждалих внаслідок аварії на ЧЕС у віддаленому післяаварійному періоді.

В осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, діагностовано прояви запальної реакції, порушення ліпідного і вуглеводного обмінів, ознаки цитолітичного та холестатичного синдромів. Встановлена наявність ризику розвитку ускладненої серцево-судинної патології у більшості хворих. Активація процесів ліпопероксидації з накопиченням вторинних ТБК-активних продуктів спостерігалася у більшості хворих в кожній з груп ризику розвитку тяжких серцево-судинних ускладнень, що супроводжувалося накопиченням продуктів окислювальної модифікації білків.

Встановлено, що у більшості серопозитивних хворих спостерігалася мікст-інфекція вірусів простого герпесу 1 та 2 типів (anti-HSV-1/2 IgG) та/або цитомегаловірусу (anti-CMV IgG) та/або вірусу Епштейна-Барр (anti-EBV IgG). Найвищі титри антитіл до вірусів

простого герпесу 1 та 2 типів і ядерного антигена вірусу Епштейна-Барр зареєстровані у серопозитивних хворих групи низького ризику.

Вивчення змін проліферативної активності пухлин в результаті проведення неоад'ювантної поліхіміотерапії у хворих на рак молочної залози показало, що зниження показників Ki-67 під дією неоад'ювантної цитостатичної терапії відмічено у 68,5 % хворих, ще у 10,3 % пацієнтів відмічена повна патоморфологічна і клінічна регресія пухлини (позитивна динаміка на проведення неоад'ювантної цитостатичної поліхіміотерапії зафіксована у 76,1 % хворих). Таким чином, показник активності проліферації Ki-67 може використовуватися як фактор прогнозу відповіді на лікування РМЗ. В даному дослідженні підтверджено зв'язок між цифровими значеннями рівня експресії Ki-67 і відповіддю на проведення неоад'ювантної поліхіміотерапії.

Була проведена комплексна оцінка стану бронхолегеневої системи в учасників ЛНА на ЧАЕС, які страждають на інвалідизуючі захворювання органів дихання. За результатами ретроспективної оцінки встановлена частота бронхолегеневих захворювань: хронічний бронхіт (36,2 %), хронічне обструктивне захворювання легень (ХОЗЛ) (10,3 % від загальної кількості обстежених осіб), бронхіальна астма (БА) (2,7 %), емфізема (0,3 %), легеневий фіброз (0,1 %). Перебіг інвалідизуючих захворювань бронхолегеневої системи в осіб, які зазнали впливу іонізуючого випромінювання, супроводжувався високим ступенем задишки за шкалою MRC, частотою загострень більше 2 на рік, достовірно вищою частотою супутніх захворювань, зокрема ІХС, АГ, незлоякісних захворювань ЩЗ, хвороб шлунково-кишкового тракту та нервової системи. Виявлено достовірне порушення співвідношення легеневих об'ємів у хворих на ХОЗЛ УЛНА, яке свідчить про зниження еластичності легень, більш виражені респіраторні порушення внаслідок легеневої гіперінфляції.

У 2020 р. проведено дескриптивний аналіз показників смертності жителів РЗТ залежно від рівнів іонізуючого опромінення та оцінку динаміки рівнів іонізуючого опромінення мешканців РЗТ. Розроблено рекомендації органам державної влади для ухвалення управлінських рішень щодо підтримки життєздатності населення радіоактивно забруднених територій.

Виконано аналіз інформації щодо обсягу та видів багаторічного радіоекологічного та дозиметричного моніторингу, що проводився у населених пунктах Лугинського, Вишгородського та Семенівського районів. Розроблено еколого-дозиметричні моделі реконструкції індивідуалізованих річних ефективних доз зовнішнього та внутрішнього опромінення мешканців досліджуваних районів. Створено комп'ютерні алгоритми та виконано розрахунок доз. Розроблено алгоритм оцінки та розраховано індивідуалізовані дози опромінення мешканців районів спостереження у разі проживання в населених пунктах з невеликими об'ємами еколого-дозиметричного моніторингу.

До електронної БД внесено 15 101 запис результатів ЛВЛ-вимірювань, які містились на паперових носіях, що збільшило обсяг БД 1986 року до 55 613 записів, тобто на 51 %. Всі введені дані верифіковано. Розроблено методологію реконструкції доз внутрішнього опромінення за даними ЛВЛ-вимірювань 1986 р. Винайдено алгоритми та створено відповідні комп'ютерні програми для розрахунку індивідуальних доз за даними ЛВЛ-вимірювань. Виконано тестові оцінки доз.

Проведений у 2020 р. комплексний радіаційно-гігієнічний моніторинг у чотирьох НП Рокитнівського району Рівненської області показав, що річні ефективні дози опромінення населення в цих НП формуються за рахунок доз внутрішнього опромінення, і в поточному році не перевищують $1,24 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у дорослих та $0,65 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у дітей, тоді як критерій віднесення НП до РЗТ – $1 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$.

Середні річні дози внутрішнього опромінення у обстежених НП лежать у межах від $0,12 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ до $0,21 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у дорослих, і від $0,09 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ до $0,15 \text{ мЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ у дітей, що у 1,2–1,9 раза нижче, ніж восени 2017 року, і підтверджує зареєстровану раніше динаміку поступового зниження рівнів опромінення на поточному етапі аварії на ЧАЕС.

Аналіз структури та динаміки споживання харчових продуктів населенням обстежених НП у 2014–2020 рр. виявив, що найбільшу частину раціону становлять молочні, овочеві (картопля, овочі), м'ясні продукти майже виключно з приватного домогосподарства та хлібобулочні продукти, які переважно (69 % від усіх) виробляються у приватних або місцевих домогосподарствах при поступовому незначному зниженні рівнів споживання практично усіх груп продуктів, як домашніх, так і придбаних у торговій мережі.

Основним чинником, який формує дозу внутрішнього опромінення мешканців обстежених НП Рівненської області, залишається надходження ^{137}Cs в організм з молоком та продуктами лісових угідь, особливо грибів, які є найбільш забрудненими ^{137}Cs . Вміст ^{137}Cs у 76 % зібраних проб молока перевищує допустимий рівень (ДР) до 4 разів (максимальне зареєстроване значення становить $363 \text{ Бк} \cdot \text{л}^{-1}$). Всі зібрані проби грибів сушених за вмістом ^{137}Cs значно, до 15 разів, перевищують ДР (максимальне зареєстроване значення становить $36,9 \text{ кБк} \cdot \text{кг}^{-1}$).

Показано, що радіаційний фон в обстежуваних НП у поточному році лежить у межах від $0,09 \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$ до $0,12 \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$, а розраховані значення річних ефективних доз зовнішнього опромінення населення становлять $231\text{--}285 \text{ мкЗв} \cdot \text{рік}^{-1}$ і корелюють зі щільністю радіоактивних випадів ^{137}Cs після аварії на ЧАЕС. На жаль, їх неможливо порівняти зі значеннями доаварійних доз, оскільки в нашому розпорядженні відсутні такі дані в обстежуваних населених пунктах до аварії на ЧАЕС.

На основі бази даних Державного реєстру осіб, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи (ДРУ), сформовані: когорта осіб, віком на дату аварії до 18 років з числа мешканців РЗТ (когорта 1) чисельністю 91 293 осіб; із евакуйованих в дитячому віці, які мають дані щодо дози внутрішнього опромінення ЩЗ (когорта 2) чисельністю 30 117 осіб; з дітей народжених від опромінених батьків – мешканців РЗТ (когорта 3) чисельністю 91 тис. осіб. На основі описативного аналізу надана характеристика динаміки рівнів непухлинних захворювань осіб когорти 1, 2, 3 за період спостереження 1988–2017 рр. Визначені основні класи, групи та форми непухлинних захворювань залежно від віку (діти віком до 15 років, підлітки 15–18 років), статі і часу народження на дату аварії на ЧАЕС. Опрацьована методологія оцінки та прогнозу основних параметрів метрики втрат здоров'я постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС за рахунок основних непухлинних захворювань залежно від віку опромінення, дози опромінення, часу після опромінення на основі математичного моделювання у осіб дитячого віку при дозі $\geq 0,3 \text{ Гр}$, у осіб підліткового віку – $\geq 0,5 \text{ Гр}$.

Узагальнено результати довгострокового моніторингу рівня та динаміки захворюваності на злоякісні новоутворення постраждалих внаслідок аварії на ЧАЕС: УЛНА 1986–1987 рр. участі; евакуйованих із зони відчуження та мешканців найбільш забруднених радіонуклідами територій Київської та Житомирської областей. У цілому для всіх груп постраждалих загальне число людино-років спостереження склало 11 363 057 у тому числі в УЛНА – 2 431 448 (1994–2018 рр.), евакуйованих – 1 536 556 (1990–2018 рр.), мешканців найбільш забруднених радіонуклідами територій – 7 395 053 (1985–2018 рр.). На основі довгострокового моніторингу поновлено персоніфіковану базу даних усіх випадків злоякісних новоутворень у досліджуваних групах. Загальне їх число становить 45 962 випадків, у т. ч. 13 406 – в УЛНА, 4 390 – в евакуйованих та 28 166 – у мешканців найбільш забруднених радіонуклідами територій.

На основі довгострокового моніторингу поновлено персоніфіковану базу даних усіх випадків злоякісних новоутворень у досліджуваних групах. Загальне їх число становить 45 962 випадків, у т. ч. 13 406 – в УЛНА, 4 390 – в евакуйованих та 28 166 – у мешканців найбільш забруднених радіонуклідами територій.

Захворюваність на рак ЩЗ в УЛНА була у 4,4 раза вища за очікуваний рівень, в евакуйованих – у 3,9 раза, у мешканців радіоактивно забруднених територій – в 1,3 раза. За результатами поточного дослідження дана патологія має найбільші підстави бути віднесеною до форм ЗН, асоційованих із впливом іонізуючого випромінювання.

Захворюваність на лейкемії та лімфоми УЛНА 1986–1987 рр. участі та евакуйованих у 1,4 раза вища за національний рівень. Результати попереднього випадок-контрольного дослідження радіаційного ризику лейкемії у ліквідаторів свідчать про статистично значущий надлишковий дозозалежний ризик виникнення лейкемії впродовж 1986–2006 рр. в цій групі постраждалих із тенденцією до поступового зниження протягом післяаварійного періоду. Захворюваність мешканців РЗТ на лімфоми та лейкемії не перевищує національний рівень і не має тенденції до зростання.

В УЛНА жіночої статі 1986–1987 рр. участі рівень захворюваності на РМЗ був у 1,6 раза вищим, порівняно з показниками відповідних вікових груп жіночої популяції України впродовж усього періоду спостереження. У мешканок РЗТ та евакуйованих жінок захворюваність на РМЗ упродовж усього періоду спостереження мала зростаючий тренд і досягла рівня національних показників.

Оскільки певні види солідних пухлин після радіаційного опромінення мають різний латентний період виникнення (від 5 до 45 років), існує необхідність подальшого моніторингу онкологічних захворювань.

На основі соціально-гігієнічного дослідження отримано нові дані щодо механізмів взаємодії управлінців АЕС і органів місцевого самоврядування, керівників медичних, освітніх установ та об'єктів господарювання в умовах повсякдення і готовності реагування на випадок надзвичайних ситуацій. Встановлені зв'язки між цінностями населення та сприйняттям екологічних ризиків, оцінками провідних сфер життєдіяльності.

Виконано збір та аналіз наукових даних щодо удосконалення характеристика опромінення людини при надходженні радіонуклідів в умовах надзвичайних ситуацій опромінення. Сформовані групи дозиметричних критеріїв для обмеження негативного впливу детерміністичних і стохастичних ефектів, що відповідають сучасним міжнародним рекомендаціям. Для референтного віку «Дорослий» виконано розрахунок:

– поглинених протягом 30 днів ВБЕ-зважених нормованих доз внутрішнього опромінення ЩЗ, червоного кісткового мозку, легенів та товстого кишечника, накопичених після інгаляційного надходження; нормування розрахованих доз здійснювалось щодо активності радіонуклідів, які надійшли *per os*, та щодо інтегральної за часом об'ємної концентрації активності радіонуклідів у повітрі при інгаляційному надходженні;

– скринінгових еквівалентних доз опромінення ЩЗ та очікуваних ефективних доз на одиницю перорального надходження та на одиницю інтегральної об'ємної питомої активності в повітрі для інгаляційного надходження.

Рекомендовано вдосконалення критеріїв, що застосовуються для захисту людини в надзвичайних ситуаціях опромінення, та їх гармонізація на міжнародному рівні.

Визначено найбільш поширені процедури конусно-променевої комп'ютерної томографії (КПКТ) для подальшого поглибленого вивчення особливостей опромінення пацієнтів і медичного персоналу. Розроблено методичні основи і порядок проведення фізичних фантомних вимірювань для визначення доз у тканинах та органах людини під час процедур променевої терапії та при діагностичному опроміненні пацієнтів медичних закладів, які можуть використовуватись для верифікації розрахунків методом Монте-Карло. Проаналізовано результати чотирьох серій фантомних вимірювань, здійснених під час процедур.

Крім виконання науково-дослідних робіт, ННЦРМ виконував свою координуючу роль як головна наукова установа НАМН та МОЗ України з медичних проблем аварії на ЧАЕС, радіаційної медицини та радіобіології.

На базі ННЦРМ працюють проблемні комісії МОЗ та НАМН України «Проблеми радіаційної медицини» та «Гематологія і трансфузіологія», вирішуючи важливі питання в галузі радіаційної медицини, радіобіології, радіаційної гігієни та дозиметрії, гематології і трансфузіології, виконують суттєву координуючу роль, сприяють поліпшенню інформованості і якості роботи лікарів спеціалізованих диспансерів (центрів), які здійснюють на-

дання медичної допомоги постраждалим внаслідок Чорнобильської катастрофи, гематологічної і трансфузіологічної служби України.

Крім виконання науково-дослідних робіт, ННЦРМ виконував свою координуючу роль як головна установа НАМН та МОЗ України з медичних проблем аварії на ЧАЕС, радіаційної медицини та радіобіології.

У 2020 році подано 5 заявок на видачу охоронних документів, отримано 4 патенти на корисну модель. Запропоновано до «Інформаційного бюлетеня НАМН» 2020 р. 13 нововведень. Створено 3 нових технології.

ННЦРМ пройшов у 2020 році державну атестацію наукових установ і за її результатами віднесений до 1-ї кваліфікаційної групи.

За результатами наукових досліджень у 2020 році у ННЦРМ видано 1 збірник наукових праць, 3 посібники. Підготовлено і опубліковано 4 методичні рекомендації та 9 інформаційних листів (електронні видання). У 2020 році науковці ННЦРМ опублікували 178 наукову публікацію: 122 у вітчизняних виданнях та 56 – у закордонних; 64 статті і 5 тез опубліковано у журналах та збірниках наукових праць, які входять до наукометричних баз Scopus та Web of Science.

Співробітники ННЦРМ є членами редколегій іноземних періодичних видань, що входять до наукометричної бази Scopus, «International Journal of Low Radiation» (Q4, h-index – 13), «Frontiers in Psychiatry» (Q1, h-index – 58), «Clinical Neuropsychiatry. Journal of Treatment Evaluation» (Q3, h-index – 19), а також вітчизняних наукових фахових: наукового збірника «Проблеми радіаційної медицини та радіобіології = Problems of Radiation Medicine and Radiobiology», який включений у бібліографічні та наукометричні бази даних PubMed/MEDLINE, Scopus, Ulrich's Periodicals Directory, INIS, CrossRef, Open Ukrainian Citation Index (OUCI), Наукова періодика України (НБУВ); наукових журналів «Ядерна фізика та енергетика = Nuclear Physics and Atomic Energy (Scopus), «Гематологія і трансфузіологія», «Український медичний часопис», «Український журнал гематології та трансфузіології», науково-практичних журналів «Антропологія», «Українські медичні вісті».

У квітні 2020 року трапилася масштабна пожежа в Чорнобильській зоні відчуження, до ліквідації якої були залучені пожежні з різних регіонів України. Науковці ННЦРМ долучилися до дозиметричного супроводу рятувальних робіт. Так, у лабораторії лічильників випромінювання людини ННЦРМ було проведено дозиметричне обстеження рятувальників, а саме, 553 дослідження вмісту інкорпорованих радіонуклідів.

Центральною Міжвідомчою експертною комісією МОЗ України з встановлення причинного зв'язку захворювань і причин смерті з впливом наслідків аварії на ЧАЕС впродовж 2020 року проведена медична експертиза 4691 справ постраждалих.

В рамках міжнародного науково-технічного співробітництва у 2020 році виконувалось 5 спільних наукових тем. Проведено on line 3 міжнародних наукових форуми, оформлено 4 відрядження науковців ННЦРМ за кордон. Успішно використано можливості міжнародних фондів: отримано 1 грант технічної допомоги; реалізовувались 1 дослідницький грант та 1 – на стажування.

ННЦРМ у 2020 році залучено до міжнародної дослідницької програми COVNET.