DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.4.2020.337-352>
УДК: 615.849

Аналіз стану радіотерапевтичної допомоги населенню України Частина 1. Аналіз захворюваності та технічного забезпечення променевої терапії в Україні

Старенький В. П.¹, ORCID: 0000-0002-6600-3381, e-mail: starenkiy.victor@gmail.com

Сухіна О. М.¹, ORCID: 0000-0002-1272-0764, e-mail: sukhina.helena@gmail.com

Стадник Л. Л.¹, ORCID: 0000-0001-7862-6730, e-mail: lstadnyk@ukr.net

Авер'янова Л. О.², ORCID: 0000-0003-0803-7222, e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

¹ Державна установа «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва

Національної академії медичних наук України, Харків, Україна

² Харківський національний університет радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України,
Харків, Україна

Analysis of the status of radiotherapy care provided to the population of Ukraine Part 1. Analyzing morbidity and technical supply of radiation therapy in Ukraine

Starenkiy V. P.¹, ORCID: 0000-0002-6600-3381, e-mail: starenkiy.victor@gmail.com

Sukhina O. M.¹, ORCID: 0000-0002-1272-0764, e-mail: sukhina.helena@gmail.com

Stadnyk L. L.¹, ORCID: 0000-0001-7862-6730, e-mail: lstadnyk@ukr.net

Averyanova L. O.², ORCID: 0000-0003-0803-7222, e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

¹ State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology
of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, Ukraine

² Kharkiv National University of Radio Electronics of Ministry of Education
and Science of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Ключові слова:

променева терапія; якість, ефективність, технічне переоснащення, навчання персоналу.

Для цитування:

Старенький В. П., Сухіна О. М., Стадник Л. Л., Авер'янова Л. О. Аналіз стану радіотерапевтичної допомоги населенню України. Частина 1. Аналіз захворюваності та технічного забезпечення променевої терапії в Україні. *Український радіологічний та онкологічний журнал*. 2020. Т. XXVIII. № 4. С. 337–352. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.4.2020.337-352>

Для кореспонденції:

Авер'янова Лілія Олександрівна
Харківський національний університет радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України, кафедра біомедичної інженерії;
пр-т Науки, буд. 14, м. Харків, Україна, 61166;
e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

© Старенький В. П., Сухіна О. М.,
Стадник Л. Л., Авер'янова Л. О., 2020

РЕЗЮМЕ

Актуальність. У комплексі методів сучасної онкологічної допомоги важливе місце посідає радіотерапія, адже вона необхідна більш ніж половині хворих на рак у всьому світі. Однак у країнах із низьким рівнем достатку понад 2 млн людей щорічно не можуть отримати доступ до сучасних радіотерапевтичних технологій. Отже, невідкладним завданням у галузі радіаційної онкології є підвищення доступності, якості та ефективності радіотерапевтичної допомоги, моніторинг рівня технічного, кадрового та методологічного забезпечення променевої терапії в Україні у відповідності до тенденцій її розвитку в Європі та світі. Актуальним завданням дослідження є огляд та аналіз існуючого рівня, доступності та ефективності використання сучасних технологій променевої терапії в регіонах України.
Мета роботи – аналіз поточного стану та рівня доступності радіотерапевтичної допомоги в Україні, пошук можливостей для розширення її застосування.

Матеріали та методи. Аналіз та порівняння статистичних даних Національного канцер-реєстру України та інформації баз даних IARC GLOBOCAN, DIRAC MAGATE, узагальнення результатів.

Результати та їх обговорення. У статті проаналізовано рівень технічної, технологічної та кадрової забезпеченості онкологічних центрів України, проведено оцінку кількісної та якісної складових радіотерапевтичної допомоги у порівнянні з середньоєвропейськими показниками. Оцінка стану радіотерапевтичної допомоги в Україні була проведена з урахуванням динаміки збільшення кількості хворих.

Висновки. Установлено, що, за даними ВООЗ, Україна має структуру онкологічної захворюваності, аналогічну до загальноєвропейської, проте більший питомий показник смертності свідчить насамперед про недостатній рівень охоплення спеціалізованою діагностикою та онкологічною допомогою населення України, її низьку ефективність та технологічну відсталість.

Визначено, що в Україні близько 90 тис. онкологічних хворих щорічно потребують отримання дистанційної променевої терапії, однак фактично охоплено тільки близько 44 тис. осіб. Це зумовлено тим, що кількість апаратів променевої терапії в Україні вкрай недостатня, а при роботі на апаратах дистанційної гамма-терапії застосовуються переважно застарілі технології променевого лікування, що обумовлює його низьку якість та обтяжує клінічні наслідки.

Проведена оцінка необхідної кількості апаратів дистанційної променевої терапії в 2022 р. з урахуванням зростання кількості онкохворих в Україні: потреба складає близько 160 апаратів.

Зростання та вирівнювання клінічних та технічних можливостей регіональних онкоцентрів за показниками ефективності та якості променевої терапії можливе за умов їх швидкого технічного переоснащення та перепідготовки фахівців.

Keywords:

radiotherapy; quality, efficiency, technical re-equipment, staff training.

For citation:

Starenkiy V. P., Sukhina O. M., Stadenyuk L. L., Averyanova L. O. Analysis of the status of radiotherapy care provided to the population of Ukraine. Part 1. Analyzing morbidity and technical supply of radiation therapy in Ukraine. *Ukrainian journal of radiology and oncology*. 2020;28(4): 337–352. DOI: <https://doi.org/10.46879/ukroj.4.2020.337-352>

For correspondence:

Averyanova Lilya Oleksandrivna
Kharkiv National University of Radio Electronics of Ministry of Education and Science of Ukraine;
14, Nauky Ave., Kharkiv, Ukraine, 61166;
e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

© Starenkiy V. P., Sukhina O. M., Stadenyuk L. L., Averyanova L. O., 2020

ABSTRACT

Background. Radiation therapy is an essential in the complex of modern cancer care methods, since it is needed by more than half of cancer patients worldwide. However, each year more than 2 million people from low-income countries are unable to access modern radiotherapy technologies [1]. Thus, the urgent task in the field of radiation oncology is to increase the availability, quality and efficiency of radiotherapy, monitoring the level of technical, methodological and human resourcing of radiation therapy in Ukraine in accordance with trends in Europe and the world. The actual task of the study is to review and analyze the existing level, availability and effectiveness of applying the modern technologies of radiation therapy in the regions of Ukraine.

Purpose – analyzing the current state and level of availability of radiotherapy in Ukraine, seeking for opportunities to expand applying it.

Materials and methods. Analyzing and comparing statistical data of the National Cancer Registry of Ukraine and the information of IARC GLOBOCAN, IAEA DIRAC Database, summarizing the results.

Results. The level of technical and technological equipment as well as staffing of oncology centers of Ukraine has been analyzed, along with assessing quantitative and qualitative components of radiotherapy care in comparison with the average European indicators. The assessment of the state of radiotherapy care in Ukraine was carried out with due regard for the increasing number of patients.

Conclusions. According to the WHO, the structure of cancer incidence in Ukraine is similar to the European one, however higher specific mortality rate indicates, first of all, the insufficient level of covering the population of Ukraine by specialized diagnosis and oncological care, its low efficiency and engineering backwardness.

It has been determined that radiation therapy in Ukraine is needed annually by at least 90 thousand cancer patients. In fact, only about 44 thousand of them are provided with tele-radiation therapy.

First of all, this is due to extremely insufficient radiotherapy equipment available in Ukraine and using outdated radiation treatment technologies in gamma-ray teletherapy that result in its low quality and aggravating the clinical consequences.

Given the growing number of cancer patients in 2022, Ukraine will need about 160 machines for tele-radiotherapy.

The rise and adjusting the clinical and technical capabilities of regional oncology centers in terms of quality and efficiency of radiation therapy is possible under the conditions of their rapid technical re-equipment and retraining of specialists.

Рукопис надійшов
Manuscript was received
01.07.2020

Отримано після рецензування
Received after review
01.10.2020

Прийнято до друку
Accepted for printing
26.11.2020

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами.

Робота виконана в рамках науково-дослідної роботи «Оптимізувати топометричну підготовку до променевої терапії хворих на рак голови та ший». Шифр теми НАМН 01.20, номер державної реєстрації 0119U103013. Строки виконання 01.2020–12.2022 рр. Керівники теми: Старенький В. П., Сухіна О. М., а також у рамках постійно діючої міжнародної програми МАГАТЕ «Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC)» щодо оцінки стану променевої терапії в країнах світу. Координатором виконання даної програми МАГАТЕ від України є Державна установа «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України», виконавець – Центральна лабораторія радіаційної безпеки та дозиметрії медичного опромінення (керівник Стадник Л. Л.).

ВСТУП

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), аналізуючи світові тенденції захворюваності на рак, прогнозує приріст кількості хворих у світі на 2030 рік до 23 млн осіб щорічно [1, 2]. Зростання онкологічної захворюваності спричиняє величезне економічне та соціальне навантаження в будь-якій країні. У комплексі методів сучасної онкологічної допомоги важливе місце посідає променева терапія (ПТ), адже її потребує більш ніж половина всіх хворих на рак у всьому світі. Однак у країнах з низьким рівнем достатку понад 2 млн людей щорічно не можуть отримати доступ до сучасних радіотерапевтичних технологій. Отже, актуальним завданням у галузі радіаційної онкології є підвищення доступності, якості та ефективності радіотерапевтичної допомоги. Моніторинг рівня технічного, методологічного, кадрового забезпечення променевої терапії та аналіз клінічних наслідків променевого лікування стають дуже важливими проблемами у забезпеченні надання ефективної медичної допомоги онкологічним хворим.

Мета роботи – аналіз поточного стану та рівня доступності радіотерапевтичної допомоги в Україні, пошук можливостей для розширення її застосування.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз та порівняння статистичних даних Національного канцер-реєстру України та інформації бази даних DIRAC МАГАТЕ, узагальнення результатів.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Оцінка стану радіотерапевтичної допомоги населенню України має здійснюватись насамперед з точки зору її доступності, технологічної та кадрової забезпеченості на даний час. Для цього слід проаналізувати загальну структуру онкологічної захворюваності за статистичними даними ВООЗ [3] і Національного канцер-реєстру України [4] та визначити прогностичну кількість пацієнтів, які потребують

Connection with research programs, plans and projects

The study has been carried out in the scope of the research project «Optimize topometric preparation for radiation therapy in patients with head and neck cancer». The research code: NAMS (Ukraine) 01.20, state registration No 0119U103013. Period for performance: 01.2020–12.2022. The study is managed by Starenkiy V. P., Sukhina O. M., as well as in the scope of ongoing international program of IAEA «Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC)» on assessing the status of radiation therapy worldwide. The coordinator of the abovementioned IAEA program in Ukraine is State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»; performed by Central Laboratory of Radiation Safety and Medical Exposure Dosimetry (led by Stadnyk L. L.).

INTRODUCTION

Analyzing global cancer incidence trends, the World Health Organization (WHO) predicts an increasing number of patients in the world up to 23 million people annually by 2030 [1, 2]. Rising incidence of cancer results in a significant economic and social load in any country. Radiation therapy is an essential in the complex of current cancer care methods, since it is needed by more than half of cancer patients worldwide. However, each year more than 2 million people from low-income countries are unable to access modern radiation therapy technologies. Thus, the urgent task in the field of radiation oncology is to increase the availability, quality and efficiency of radiation therapy. Monitoring the level of technical, methodological and human resourcing of radiation therapy as well as analyzing the clinical consequences of radiation therapy represent a considerable issue in providing efficacious medical care to cancer patients.

Purpose – analyzing the current state and level of availability of radiotherapy in Ukraine, seeking for opportunities to expand applying it.

MATERIALS AND METHODS OF RESEARCH

Analyzing and comparing statistical data of the National Cancer Registry of Ukraine and the information of IAEA DIRAC Database, summarizing the results.

RESULTS AND DISCUSSION

The assessment of the status of radiotherapeutic aid provided to the population of Ukraine should be carried out primarily in terms of its availability, technological and human resourcing at this time. To achieve this, we should analyze the overall structure of cancer incidence according to statistics of the WHO [3] and the National Cancer Registry of Ukraine [4] and determine the prognostic number of patients who need radiation treatment.

променевого лікування. Базуючись на результатах епідеміологічних досліджень [4, 5], можна передбачити тенденції розвитку променевої терапії на майбутнє.

Україна належить до країн Європейського регіону із незадовільними показниками здоров'я, низькими показниками середньої очікуваної тривалості життя. Поширеними є поведінкові фактори нездоров'я: вживання тютюну та алкоголю, ожиріння, низький рівень фізичної активності, високий рівень стресів.

Аналіз наявних статистичних даних БООЗ щодо онкологічної захворюваності (база даних IARC GLOBOCAN 2018) станом на 2018 рік [2] показав, що Україна має структуру захворюваності, подібну до загальноєвропейської (рис. 1).

Based on the outcomes of epidemiological research [4, 5], it is possible to predict trends in the development of radiation therapy in the future.

Ukraine belongs to the countries of the European region with unsatisfactory health indicators, low average life expectancy. The behavioral factors of ill health are common: tobacco and alcohol consumption, obesity, low level of physical activity, high stress levels.

Analysis of available WHO statistics on cancer incidence (IARC GLOBOCAN 2018 database) as of 2018 [2] has shown that the morbidity structure in Ukraine is similar to that one in Europe (Fig. 1).

However, the estimated age-standardized indicators of ASR morbidity and mortality per 100 thousand

Рис. 1. Порівняння розрахункових стандартизованих за віком показників онкозахворюваності та смертності в Україні та Європейському регіоні БООЗ

Fig. 1. Comparison of estimated age-standardized cancer morbidity and mortality rates in Ukraine and European Region by the WHO

Проте розрахункові стандартизовані за віком показники ASR захворюваності та смертності на 100 тис. населення показують, що реальна ситуація із захворюваністю в Україні має певні особливості. Наприклад, ASR – показник онкологічної захворюваності на рак молочної залози в Україні складає 64 % від загальноєвропейського показника, а щодо раку простати – лише 55 %. Однак це пов'язано не з тим, що українці є більш здоровими, а з тим, що в Україні та розвинених країнах Європи дуже різний рівень охоплення населення діагностикою та її якість. Значний контингент українців, які потребують спеціалізованого онкологічного лікування, у тому числі променевого, взагалі не виявляється. При покращенні якості діагностики слід очікувати зростання кількості онкологічних хворих серед населення України. З огляду на це можливості галузі променевої терапії мають також прогнозовано розширюватись.

of population show that the real morbidity in Ukraine has certain features. For example, ASR, the breast cancer incidence rate in Ukraine, is 64 % out of the average one in Europe, while for prostate cancer, it is only 55 %. However, this is not due to the fact that Ukrainians are healthier; the key point is that the level of diagnostic coverage of population as well as its quality is different in Ukraine compared to developed European countries. A significant population of Ukrainian patients, who need specialized oncological treatment, including radiation, is simply not detected. Via improving the quality of diagnosis, we should expect an increasing number of cancer patients among the population of Ukraine. With that in mind, the capabilities of radiation therapy should also be projected to expand.

The fact that cancer mortality in Ukraine on the main nosological cancer forms exceeds the European level, indicates an insufficient level of cancer care provided to the

Той факт, що онкологічна смертність в Україні по основних нозологічних формах раку перевищує загальноєвропейський рівень, свідчить про недостатній рівень онкологічної допомоги населенню України, її низьку ефективність та технологічну відсталість. Так, смертність від раку молочної залози в Україні становить 37,4 % від рівня захворюваності, тоді як в Європі – 21,1 %; від раку простати – 43 % та 19,1 % відповідно. При аналізі цієї проблеми у віковому аспекті встановлено, що в Україні 25 % онкологічних хворих є молоддю репродуктивного віку та найбільш працездатними людьми (вік 15–49 років), причому половина з них, на жаль, помирає (рис. 2, 3).

population of Ukraine, its low efficiency and engineering backwardness. Thus, the mortality from breast cancer in Ukraine is 37.4 % out of the incidence rate, while in Europe it is 21.1 %; from prostate cancer – 43 % and 19.1 %, respectively. When analyzing this issue in terms of age, it has been found that in Ukraine, 25 % of cancer patients are young people of reproductive age and working-age population (aged 15 to 49 years), and half of them, unfortunately, die (Figs. 2, 3).

At the same time, in Western Europe only 15 % of people aged 15 to 49 years suffer from oncological pathologies, and their mortality rate does not exceed 4 %, i.e. three times lower than in Ukraine [6].

Рис. 2. Порівняння вікової структури онкозахворюваності в Україні та Західній Європі (станом на 2017 р.)

Fig. 2. Comparison of age structure of cancer incidence in Ukraine and Western Europe (as of 2017)

Рис. 3. Порівняння вікової структури смертності від раку в Україні та Західній Європі (станом на 2017 р.)

Fig. 3. Comparison of age structure of cancer mortality in Ukraine and Western Europe (as of 2017)

У той же час у Західній Європі тільки 15 % людей віком 15–49 років хворіють на онкологічні патології, а рівень їх смертності не перевищує 4 %, тобто в три рази нижчий, ніж в Україні [6].

Надто чутливою темою в суспільстві є дитяча онкологічна захворюваність, яка трапляється в Україні вдвічі частіше, ніж у Західній Європі, при цьому рівень

Pediatric cancer incidence is a very sensitive matter in society, occurring in Ukraine twice as often as in Western Europe along with the mortality rate of patients under 14 being three times higher than the average one in Europe.

The number of cancer patients aged 50–69 is comparable for Ukraine and Western European countries,

смертності пацієнтів до 14 років утричі перевищує загальноєвропейський показник.

Зіставною для України та країн Західної Європи є кількість онкологічних хворих віком 50–69 років, проте Україна втрачає на 20 % більше цих ще вельми працездатних та активних людей, ніж Західна Європа в цілому.

Тобто з представлених діаграм видно, що рак в Україні значно «молодший», бо у літньому віці 70+ він трапляється лише у 20 % усіх онкологічних пацієнтів, тоді як у Західній Європі їх вдвічі більше. Смертність онкологічних хворих серед населення Західної Європи у віці 70+ складає 2/3 від усіх пацієнтів, тобто ці країни найбільше втрачають від раку саме літніх, непрацездатних людей. У той же час в Україні це відбувається з точністю до навпаки – 2/3 онкохворих втрачаються у молодших вікових групах. Це свідчить про максимальні зусилля країн Західної Європи в справі збереження здоров'я молоді та людей працездатного віку, що й забезпечує значну тривалість їх життя без раку.

Зайве обговорювати ті економічні та соціальні проблеми, які виникають в Україні внаслідок щорічної втрати понад 60 тис. громадян внаслідок захворювання на рак, адже 2/3 з них є суспільно активними людьми. Отже, Україні насамперед необхідно зосередитись на проблемі кардинальних, якісних змін в онкологічній допомозі, і в цьому питанні слід насамперед звернутись до найбільш високоєфективних методів лікування, до яких належить сучасна променева терапія.

За рекомендаціями МАГАТЕ [7] оптимальна частка випадків злоякісних новоутворень з показанням до променевої терапії у середньому становить 52,3 % від загальної кількості хворих, значно відрізняючись за окремими нозологіями. Якщо за даними Канцер-реєстру в 2018 році в Україні було виявлено 169,82 тис. онкологічних хворих, то 90 тис. із них мали б отримати променеву терапію.

На рис. 4 наведено дані 2018 року щодо розрахунку кількості пацієнтів за 11 основними нозологіями, для яких частка показань до променевої терапії перевищує 50 %. Ця група пацієнтів складає близько 70 тис. (76,8 % від усіх, кому показана променева терапія).

За прогнозами [5] очікується, що станом на 2022 рік онкологічна захворюваність в Україні зросте до 179,5 тис. випадків, тому променева терапія буде потрібна вже близько 94 тис. пацієнтів. Власне кажучи, при прогностичній оцінці достатності радіотерапевтичної допомоги населенню України та можливостей її розвитку надалі слід відштовхуватись уже від цієї цифри.

Для оцінки реального рівня радіотерапевтичної допомоги в Україні варто ретельно проаналізувати основні показники діяльності відділень променевої терапії на відповідність європейським та світовим стандартам.

З 2007 р. ДУ «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва НАМН України» бере участь у міжнародній програмі МАГАТЕ «Директорія радіотерапевтичних центрів (DIRAC)» щодо вивчення стану

however Ukraine loses 20 % more of these still working-age active people than Western Europe as a whole.

In other words, the presented diagrams show that cancer in Ukraine is much «younger», since in older age 70+ it occurs only in 20 % of all cancer patients, while in Western Europe there are twice as many cases. The mortality rate of cancer patients among the population of Western Europe at the age of 70+ is 2/3 of all patients, i.e. these countries lose mostly the elderly, disabled people due to cancer. Meanwhile, in Ukraine it is exactly the opposite: 2/3 of cancer patients die in younger age groups. This shows the all-out efforts of Western European countries to preserve the health of young people and people of working age ensuring a significant life expectancy without cancer.

Needless to discuss the economic and social challenges that will occur in Ukraine as a result of the annual loss of more than 60 000 citizens due to cancer, since 2/3 of them are socially active people. Therefore, Ukraine, first of all, should focus on the issue regarding radical, qualitative changes in cancer care, and, in this matter, we should first resort to the most highly effective methods of treatment, which include modern radiation therapy.

According to the IAEA guidelines [7], the optimum ratio of malignant neoplasms with indications for radiation therapy averages 52.3 % of the total number of patients, differing significantly in terms of individual ICD diseases. If, according to the Cancer Registry, 169.82 thous. cancer patients were detected in Ukraine in 2018, then 90 thous. of them should receive radiation therapy.

Fig. 4 shows the data (2018) on calculating the number of patients in accordance with 11 main ICD diseases, for which the percentage of indications for radiation therapy exceeds 50 %. This group of patients is made up by approximately 70 thousand (76.8 % of all those with indication for radiation therapy).

According to forecasts [5], it is expected that by 2022, cancer incidence in Ukraine will increase up to 179.5 thousand cases, so about 94 thousand patients will need radiation therapy. In fact, the prognostic assessment of the adequacy of radiation therapy care for the population of Ukraine and the possibilities of its development should be based on this figure in the future.

To assess the real level of radiation therapy care in Ukraine, it is necessary to carefully analyze the main performance indicators of radiation therapy departments in accordance with European and world standards.

Since 2007, State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the NAMS of Ukraine» has been participating in the IAEA international program «Directory of Radiotherapy Centers (DIRAC)» to study the status of radiation therapy in the state [8]. The experts of the Institute annually conduct a survey of all medical institutions of Ukraine with radiation therapy departments (regardless of ownership). The collected information is carefully checked and added to the IAEA DIRAC international database according to the following parameters:

1) staff of radiation therapy departments of medical oncological institutions (number of radiologists / radiation therapists, paramedical personnel, radiology engineers and medical physicists, etc.);

Рис. 4. Розподіл кількості пацієнтів за 11 основними нозологіями, які потребують променевої терапії (за даними 2018 року)

Fig. 4. Classifying the number of patients, who need radiation therapy, by 11 main ICD diseases (according to 2018 data)

променевої терапії в країні [8]. Фахівцями інституту щорічно проводиться анкетування усіх медичних закладів України з відділеннями променевої терапії (незалежно від форми власності). Зібрана інформація ретельно перевіряється та вноситься в міжнародну базу даних DIRAC МАГАТЕ за такими показниками:

- 1) штатний склад відділень променевої терапії медичних онкологічних закладів (кількість лікарів-радіологів/променевих терапевтів, середнього медперсоналу, інженерів-радіологів та медичних фізиків тощо);
- 2) кількість апаратів променевої терапії, їх характеристики та технічний стан:
 - апарати дистанційної та внутрішньопорожнинної гамма-терапії (модель апарата, рік випуску); паспортна та поточна активність радіоактивного джерела (^{60}Co , ^{192}Ir); потужність поглиненої дози або повітряної керми в референтній точці;
 - лінійні прискорювачі (рік випуску, рік інсталяції, максимальна енергія фотонів та електронів);
 - апарати рентгенотерапії (рік випуску, максимальна напруга на трубі);
- 3) кількість пацієнтів, яких було проліковано на апаратах променевої терапії різних типів за минулий рік;
- 4) обладнання, яке використовується для передпроменевої підготовки пацієнтів (симулятори, КТ-апарати, МРТ, рентгенодіагностичні апарати тощо);
- 5) комп'ютерні системи планування променевої терапії (2D, 2D+, 3D, при використанні мультипелюсткових коліматорів, технологій IMRT, IGRT тощо);
- 6) засобів для іммобілізації пацієнтів і формування дозних полів;
- 7) наявності дозиметричного обладнання для проведення поточної клінічної дозиметрії;

2) the number of radiation therapy devices, their characteristics and technical condition:

- equipment for remote and intracavitary gamma therapy (device model, year of manufacture); passport and current activity of the radioactive source (^{60}Co , ^{192}Ir); the power of the absorbed dose or air steering at the reference point;
 - linear accelerators (year of manufacture, year of installation, maximum energy of photons and electrons);
 - X-ray therapy devices (year of manufacture, maximum voltage on the tube);
- 3) the number of patients who were treated by means of radiation therapy devices of different types over the past year;
- 4) equipment used for pre-radiation preparation of patients (simulators, CT machines, MRI, X-ray diagnostic devices, etc.);
- 5) computer systems for radiation therapy planning (2D, 2D+, 3D, using multileaf collimators, IMRT, IGRT technologies, etc.);
- 6) means for immobilizing patients and forming dose fields;
- 7) availability of dosimetric equipment for current clinical dosimetry;
- 8) availability of quality control programs for radiation therapy equipment.

According to the DIRAC IAEA survey findings, at the beginning of 2020 in Ukraine, radiation therapy was provided at 54 medical oncological institutions. However, currently, 9 medical oncological institutions are located on the uncontrolled territory of Donetsk, Luhansk regions, the Crimea. In this regard, information on the status of radiation therapy on these areas has not been updated since 2014. Therefore, the analysis of the status

8) наявності програм контролю якості роботи об'єднання променевої терапії.

За результатами анкетування DIRAC МАГATE на початок 2020 року в Україні променева терапія проводилась у 54 медичних онкологічних закладах. Однак на даний час 9 медичних онкологічних закладів розташовані на непідконтрольній території Донецької, Луганської областей, Республіки Крим, у зв'язку з цим інформація щодо стану променевої терапії на даних територіях не відновлюється з 2014 року. Тому аналіз стану променевої терапії в Україні проведений на підставі результатів анкетування в 45 медичних онкологічних закладах усіх регіонів України, крім вищезазначених.

У даний час у медичних онкологічних закладах України для проведення дистанційної променевої терапії використовується 83 апарати мегавольтної терапії, із яких 55 апаратів дистанційної гамма-терапії (ДГТ) та 28 лінійних прискорювачів електронів. При цьому більшість лінійних прискорювачів – 17 апаратів (61 %) – знаходиться в медичних закладах м. Київ та Київської області.

Внутрішньопорожнинна гамма-терапія на апаратах брахітерапії проводиться в 28 онкологічних центрах (62,2 % відділень ПТ), для цього використовуються 38 апаратів брахітерапії, із яких 30 апаратів мають радіоактивне джерело ^{60}Co , а 8 апаратів – ^{192}Ir . У 6-ти відділеннях променевої терапії внутрішньопорожнинна гамма-терапія досі проводиться застарілим ручним методом із використанням радіоактивних аплікаторів ^{60}Co .

У 32 онкологічних закладах України (71,1 %) використовуються 53 апарати короткофокусної і довгофокусної рентгенотерапії для променевого лікування пацієнтів з онкологічними та окремими видами непухлинних захворювань.

На рис. 5 представлено динаміку кількості апаратів дистанційної, внутрішньопорожнинної гамма-терапії та лінійних прискорювачів за 2016–2020 роки.

Як видно з рисунка 5, за останні п'ять років кількість апаратів дистанційної гамма-терапії зменшилась на 16 % – з 66 до 55 апаратів, що пов'язано зі зняттям з експлуатації апаратів застарілих моделей або неможливістю проведення перезарядження гамма-апаратів новим джерелом ^{60}Co через фінансові обставини. Між тим, за той же період кількість лінійних прискорювачів зросла тільки на 5 апаратів.

У 2018 р. в Україні відбулася місія МАГATE imPACK, яка проводила оцінку стану променевої терапії в країні за значною кількістю показників, у тому числі проводилась оцінка стану оснащення відділень променевої терапії. Завдяки результатам цього аудиту МАГATE та відповідним заходам Держатомрегулювання України в період 2018–2020 років 14 апаратів дистанційної гамма-терапії (25,4 %) були перезаряджені новими джерелами ^{60}Co . Однак для 19 апаратів дистанційної гамма-терапії (33 %) інших медичних закладів також потрібне термінове перезарядження новими джерелами ^{60}Co . Більше того, в 2020 р. через низьку активність ^{60}Co робота 10 апаратів ДГТ (18,2 %) була призупинена. Тобто в 2020 році проведення дистанційної променевої терапії в Україні

of radiation therapy in Ukraine was conducted based on the survey findings of 45 medical oncological institutions in all regions of Ukraine, except for the abovementioned.

At present, 83 megavoltage therapy devices are used at medical oncological institutions of Ukraine for external-beam radiotherapy, which are: 55 gamma-ray teletherapy devices (GRT) and 28 linear electron accelerators. Furthermore, most linear accelerators, i.e. 17 devices (61 %), are located at medical institutions of Kyiv and Kyiv region.

Intracavitary gamma therapy on brachytherapy devices is performed at 28 oncology centers (62.2 % of RT departments); for this purpose, 38 brachytherapy devices are used, where 30 devices have ^{60}Co radioactive source and 8 devices have ^{192}Ir . At 6 departments of radiation therapy, intracavitary gamma therapy is still performed via the outdated manual method using ^{60}Co radioactive applicators.

At 32 oncological institutions of Ukraine (71.1 %), 53 devices of short-focus and long-focus X-ray therapy are used for radiation treatment of patients with oncological and certain types of non-neoplastic diseases.

Fig. 5 presents the number of remote, intracavitary gamma therapy devices and linear accelerators within 2016–2020 period over time.

According to Fig. 5, over the past five years, the number of gamma-ray teletherapy devices has decreased by 16 %: from 66 to 55 devices, due to withdrawing obsolete models from service or the inability to recharge gamma devices with a new source ^{60}Co owing to financial reasons. Meanwhile, within the same period, the number of linear accelerators has increased by only 5 devices.

In 2018, there was IAEA imPACK mission in Ukraine assessing the status of radiation therapy in the state in accordance with a significant number of parameters, including the assessment of the status of equipment at radiation therapy departments. Due to the outcomes of this IAEA audit and the relevant measures of the SNRIU within 2018–2020, fourteen gamma-ray teletherapy devices (25.4 %) were recharged with new sources of ^{60}Co . However, 19 gamma-ray teletherapy devices (33 %) of other medical institutions do also need urgent recharging with new ^{60}Co sources. Moreover, in 2020, due to the low activity of ^{60}Co , the operation of 10 GRT devices (18.2 %) was suspended. In other words, in 2020, external-beam radiotherapy in Ukraine was actually carried out by means of 73 devices (45 GRT devices and 28 linear accelerators) compared to 89 devices that were in operation in 2016.

For brachytherapy devices, the radioactive source ^{60}Co should be replaced every 5 years, and ^{192}Ir source – every 3–4 months. In 2018–2020, 21 devices (55.3 %) were recharged, but in 2020, 4 devices (10.5 %) did not work due to low activity of radioactive sources.

To assess the true level of radiation therapy care in Ukraine, it is necessary to analyze the number of EBRT (external-beam radiotherapy) devices per 1 million population compared to Western and Eastern Europe, especially in some regions of the country.

Fig. 6 presents histograms of distributing the number of external-beam radiotherapy devices in Ukraine as a whole and by regions at the beginning of 2020.

Рис. 5. Динаміка кількості апаратів дистанційної та внутрішньопорожнинної променевої терапії в Україні (за винятком невідконтрольних територій)

Fig. 5. The number of remote and intracavitary radiation therapy devices in Ukraine over time (except for uncontrolled territories)

фактично здійснювалося на 73 апаратах (45 апаратів ДГТ та 28 лінійних прискорювачів) проти 89 апаратів, які були діючими в 2016 році.

Для апаратів брахітерапії заміна радіоактивного джерела ^{60}Co повинна проводитися кожні 5 років, а джерела ^{192}Ir – кожні 3–4 місяці. За 2018–2020 роки 21 апарат (55,3 %) був перезаряджений, однак у 2020 р. 4 апарати (10,5 %) не працювали у зв'язку з низькою активністю радіоактивних джерел.

Для оцінки істинного рівня радіотерапевтичної допомоги в Україні варто проаналізувати показник кількості апаратів ДПТ на 1 млн населення в порівнянні з країнами Західної та Східної Європи, особливо в окремих областях країни.

На рис. 6. представлені гістограми розподілу кількості апаратів дистанційної променевої терапії в Україні в цілому та за окремими регіонами на початок 2020 р.

Для зіставлення національних показників на рисунку 6 представлені також значення середніх показників у країнах Західної та Східної Європи (безперервні зелена та червона лінії відповідно).

Як видно з рис. 6, для України (в цілому) показник доступності апаратів ДПТ на 1 млн населення складає 1,98 апарата на 1 млн населення, а при урахуванні тільки апаратів, які є в робочому стані, – 1,72 апарата, тобто один апарат ДПТ покриває потреби в променевій терапії близько 500 тис. населення. У той же час у країнах Західної Європи середній показник доступності апаратів ДПТ складає 6,81 апарата на 1 млн населення, а в країнах Східної Європи – 2,78 апарата.

Між тим, у різних країнах цей показник також дуже різниться. Так, у Франції він становить 7,89

To compare national values, Fig. 6 also presents the average values in Western and Eastern Europe (solid green and red lines, respectively).

Fig. 6 shows that for Ukraine (as a whole) the rate of availability of EBT devices per 1 million population is 1.98 devices per 1 million population, and taking into account only the devices that are in operating condition, it is 1.72 devices, i.e. one EBT device covers the needs of radiation therapy for about 500 thousand people. At the same time, in Western Europe the average availability of EBRT devices is 6.81 devices per 1 million population, and in Eastern Europe it is 2.78 devices.

Meanwhile, this value also varies greatly from country to country. Thus, in France it is 7.89 devices per 1 million population; Germany – 6.71; Spain – 5.93, while in Poland it is 4.00; Belarus – 3.38; Romania – 2.84 devices.

The analysis by separate regions of Ukraine has shown that only in Kyiv, together with Kyiv region and Kirovograd region, the availability of EBRT devices is 4.0 and 5.2 devices per 1 million population, respectively, which can be compared with Eastern Europe. In a significant number of regions of Ukraine, the availability of EBRT devices for population is much lower than the average value for Eastern Europe and is 1.0–1.5 devices per 1 million population, which can be compared with poor countries in Africa and Asia.

Therefore, there is an obvious shortage of radiotherapy devices in Ukraine. Even in terms of the level of being provided with equipment in Eastern European countries such as Belarus or Poland, there should be at least 140–160 working EBRT devices in Ukraine.

It is dramatically important to assess the ratio between gamma therapy devices and accelerators. There are currently 14 446 remote megavoltage radiation

Рис. 6. Кількість апаратів ДПТ в Україні на 1 млн населення в 2020 році (безперервна зелена та червона лінії – середній рівень даного показника в країнах Західної Європи та Східної Європи відповідно)

Fig. 6. The number of EBRT devices in Ukraine per 1 million population in 2020 (solid green and red lines – the average level of this indicator in Western Europe and Eastern Europe, respectively)

апарата на 1 млн населення; Німеччині – 6,71; Іспанії – 5,93, тоді як у Польщі – 4,00; Білорусі – 3,38; Румунії – 2,84 апарата.

Аналіз за окремими регіонами України показав, що тільки в м. Києві разом із Київською областю та в Кіровоградській області доступність апаратів ДПТ складає 4,0 та 5,2 апарата на 1 млн населення відповідно, що можна порівняти з країнами Східної Європи. У значної кількості регіонів України показник доступності апаратів ДПТ для населення значно нижчий за середній показник для країн Східної Європи і складає 1,0–1,5 апарата на 1 млн населення, що можна порівняти з бідними країнами Африки та Азії.

Тобто очевидним є значний дефіцит радіотерапевтичних апаратів в Україні. Навіть за рівнем оснащення таких країн Східної Європи, як Білорусь або Польща, в Україні мало б бути принаймні 140–160 працюючих апаратів ДПТ.

Дуже важливо оцінити співвідношення між гамма-терапевтичними апаратами та прискорювачами. У світі зараз експлуатуються 14 446 апаратів дистанційної мегавольтової променевої терапії, з них гамма-терапевтичних апаратів – 2007, лінійних прискорювачів

therapy devices in operation in the world, including 2007 gamma therapy devices and 12309 linear electron accelerators, i.e. the ratio is 1:6. At the same time, in Ukraine, the number of gamma-therapy devices, on the contrary, prevails over linear accelerators, i.e. the ratio is 2:1, while most remote gamma-therapy devices have a service life of over 20 years.

Fig. 7 presents diagrams of classifying the number of EBRT devices by service life (remote gamma therapy devices and linear accelerators).

Fig. 7 shows that among the remote gamma therapy devices, most of them (61 %) have operated for more than 20 years, i.e. the devices have reached the limit of their technical resource. On the contrary, among linear accelerators, the majority of devices (75 %) are operated less than 10 years, however, the passport service life of linear accelerators is only 15 years.

The information on the number of cancer patients who have received radiation therapy is of a great interest. Thus, according to the national survey under the DIRAC program, in 2019 in Ukraine, 60.7 thousand people underwent radiation therapy by various methods, including remote gamma therapy devices and linear accelerators – about 44.0 thousand patients (72.5 %).

Рис. 7. Розподіл кількості апаратів ДПТ за строками експлуатації: а) апарати дистанційної гамма-терапії; б) лінійні прискорювачі

Fig. 7. Classifying the number of EBRT devices by service life: a) remote gamma therapy devices; b) linear accelerators

електронів – 12 309, тобто співвідношення складає 1:6. У той же час в Україні кількість гамма-терапевтичних апаратів навпаки переважає над лінійними прискорювачами: співвідношення 2:1, при цьому більшість апаратів дистанційної гамма-терапії має строк експлуатації понад 20 років.

На рис. 7 представлені діаграми розподілу кількості апаратів ДПТ за строками експлуатації (апарати дистанційної гамма-терапії та лінійні прискорювачі).

Як видно з рис. 7, більшість апаратів дистанційної гамма-терапії (61 %) експлуатуються понад 20 років, тобто апарати досягли ліміту свого технічного ресурсу. Навпаки, серед лінійних прискорювачів більшість апаратів (75 %) експлуатуються менше 10 років, однак паспортний строк експлуатації лінійних прискорювачів складає лише 15 років.

Значний інтерес представляє інформація щодо кількості онкологічних пацієнтів, які отримали променеву терапію. Так, за даними національного анкетування за програмою DIRAC у 2019 р. в Україні променеву терапію різними методами пройшли 60,7 тис. осіб, у тому числі на апаратах дистанційної гамма-терапії та лінійних прискорювачах – близько 44,0 тис. пацієнтів (72,5 %).

Fig. 8 presents distributing the number of cancer patients by all types of radiation therapy according to the DIRAC survey findings.

According to Fig. 8, most cancer patients underwent treatment on EBRT devices: remote gamma therapy devices – 57 %, linear accelerators – only 16 %, short-focus and long-focus radiotherapy devices – 16 %, while brachytherapy on hose apparatus and manual method – 11 % patients.

Meanwhile, in developed European countries, about 90 % of cancer patients are treated with linear accelerators of modern models.

According to the regulations of the Ministry of Health of Ukraine, the capacity of one EBRT device should be 500–600 patients per year. However, in some regions the average load per EBRT device differs significantly.

Fig. 9 presents distributing the average load on one EBRT device by regions of the country.

The predicted increase in the number of patients with indications for radiation therapy up to 94 thousand in 2022 will need significant extending the sophisticated radiation therapy devices; the number of those for EBRT should be at least 160 devices. The ratio between the

Рис. 8. Розподіл кількості онкологічних пацієнтів за основними видами променевого лікування

Fig. 8. Distributing the number of cancer patients by the main types of radiation treatment

На рис. 8 представлено розподіл кількості онкологічних хворих за усіма видами проведеної променевої терапії за даними анкетування DIRAC.

Як видно з рис. 8, більша кількість онкологічних хворих проходили лікування на апаратах ДПТ: на апаратах дистанційної гамма-терапії – 57 %, на лінійних прискорювачах – тільки 16 %, на апаратах короткофокусної і довгофокусної рентгенотерапії – 16 %, тоді як брахітерапію на шлангових апаратах та ручним методом пройшли 11 % хворих.

Між тим у розвинутих країнах Європи близько 90 % онкологічних пацієнтів проходять лікування на лінійних прискорювачах сучасних моделей.

Згідно з нормативами МОЗ України пропускна здатність одного апарата дистанційної променевої терапії має складати 500–600 пацієнтів на рік. Однак, по окремих регіонах середнє навантаження на один апарат ДПТ істотно відрізняється. На рис. 9 представлений розподіл середнього навантаження на один апарат ДПТ за окремими регіонами країни.

Як видно з даного рисунка, у деяких регіонах країни середнє навантаження на один апарат ДПТ вдвічі та навіть втричі перевищує нормативне значення, що не може не впливати на якість проведення процедур променевої терапії з урахуванням часу,

amount of gamma therapy devices and linear accelerators should be gradually changed.

Another important aspect in ensuring the quality and effectiveness of radiation treatment of cancer patients is the availability of the necessary equipment for pre-radiation preparation of patients, computer systems of dosimetric planning of radiation therapy, equipment for clinical dosimetry at RT departments.

According to the IAEA DIRAC survey findings, most radiation therapy departments have computer planning systems for both remote and intracavitary radiation therapy devices; in total there are 64 computer planning systems. For linear accelerators, which are equipped with multi-plate MLC collimators, 33 planning systems such as Eclipse, XiO Elekta, IPlan, MultiPlan are used to plan 3D-conformal irradiation. For gamma-therapeutic devices, 22 planning systems like PLANW 2000, Theraplan-Plus for 2D, 2D+, 3D are used.

Meanwhile, there are no computer systems for planning radiation therapy at 8 oncology dispensaries (18 %) and calculations of dose distributions are performed manually. This is a sign of serious engineering backwardness and extremely low quality of radiation treatment.

Рис. 9. Середня пропускна здатність 1-го апарата ДПТ за регіонами України

Fig. 9. Average capacity of one EBRT device by regions of Ukraine

який може бути виділений на одного пацієнта при такому завантаженні апарата.

Прогнозоване зростання кількості пацієнтів з показаннями до променевої терапії до 94 тис. у 2022 році потребуватиме значного розширення парку сучасних апаратів променевої терапії, їх кількість для дистанційної променевої терапії має бути не менше ніж 160 апаратів. Поступово має бути змінено співвідношення між кількістю гамма-терапевтичних апаратів та лінійних прискорювачів.

Іншим важливим аспектом у забезпеченні якості та ефективності променевого лікування онкологічних хворих є наявність у відділеннях ПТ необхідного обладнання для передпроменевої підготовки пацієнтів, комп'ютерних систем дозиметричного планування променевої терапії, обладнання для проведення клінічної дозиметрії.

За даними аналізу результатів анкетування за програмою DIRAC MAGATE у більшості відділень променевої терапії є системи комп'ютерного планування як для апаратів дистанційної, так і внутрішньопорожнинної променевої терапії, усього є 64 системи комп'ютерного планування. Для лінійних прискорювачів, які оснащені багатопелюстковими коліматорами MLC, використовуються 33 планувальні системи типу Eclipse, XiO Elekta, IPlan, Multi Plan для планування 3D-конформного опромінення. Для гамма-терапевтичних апаратів використовуються 22 системи планування типу PLANW 2000, Theraplan-Plus для 2D, 2D+, 3D.

Між тим у 8 онкологічних диспансерах (18 %) комп'ютерні системи планування променевої терапії відсутні, і розрахунки дозних розподілів проводяться вручну. Це є ознакою серйозної технологічної відсталості та вкрай низької якості променевого лікування.

Обладнання для передпроменевої підготовки представлено рентгенівськими або КТ-симуляторами (усього 5 апаратів), комп'ютерними томографами (45 апаратів), МРТ (3 апарати), проте в 10 медичних закладах із відділеннями променевої терапії (22 %) такого спеціалізованого обладнання немає.

Для проведення клінічної дозиметрії більшість відділень променевої терапії (90 %) оснащені сучасними клінічними дозиметрами типу UNIDOS, Dose 1, CDX. При цьому 25 онкологічних центрів та диспансерів України в 2012–2013 рр. отримали комплекти дозиметричного обладнання (дозиметр UNIDOS E з двома іонізаційними камерами № 30013 і стандартним водним фантомом) у рамках національного проекту з MAGATE UKR/6/010 «Developing and Implementing a National Quality Control System by Strengthening the Knowledge and Capacity of Medical Physics at Radiotherapy Departments» («Розробка та впровадження національної системи контролю якості шляхом зміцнення знань та компетенції медичних фізиків у відділеннях променевої терапії»). Однак у 4 відділеннях променевої терапії досі відсутні клінічні дозиметри, тому клінічна дозиметрія не проводиться.

Таким чином, за результатами проведеного аналізу встановлено, що висока якість променевого лікування та його сучасний технологічний рівень

Equipment for pre-radiation preparation is represented by X-ray or CT stimulators (5 devices in total), computer tomographs (45 devices), MRI (3 devices), however, there is no such specialized equipment at 10 medical institutions with radiation therapy departments (22 %).

For clinical dosimetry, most departments of radiation therapy (90 %) are equipped with up-to-date clinical dosimeters such as UNIDOS, Dose 1, CDX. At the same time, 25 oncology centers and dispensaries of Ukraine received sets of dosimetric equipment (UNIDOS E dosimeter with two ionization chambers No 30013 and a standard water phantom) in 2012–2013 within the national project with the IAEA UKR/6/010 «Developing and Implementing a National Quality Control System by Strengthening the Knowledge and Capacity of Medical Physics at Radiotherapy Departments». However, there are still no clinical dosimeters at 4 RT departments, so clinical dosimetry is not performed.

Thus, the findings show that the high quality of radiation treatment and its modern technological level are not provided at all oncology centers/dispensaries in Ukraine.

First of all, Ukraine has a significant shortage of radiation therapy devices. Old gamma devices are gradually being withdrawn from service, but they are not replaced by linear accelerators or sophisticated gamma devices, i.e. the fleet of radiotherapy equipment in the country is steadily decreasing. If the existing obsolete radiotherapy devices are gradually dismantled without equivalent replacement with new ones, and the number of devices is reduced, then in the next 10 years, radiation therapy will be unavailable to the vast majority of cancer patients who need it.

Applying old models of devices, outdated treatment technologies and methods of radiation therapy planning has a negative impact on the quality and clinical consequences; in some cases there is low accuracy of dose delivery and excessive irradiation of healthy areas of the patient, which in its turn, causes significant radiation damage worsening the quality of life of cancer patients and requiring additional careful treatment.

The lack of a nationwide system for monitoring the quality of radiation therapy leads to the practical impossibility of detecting violations in radiotherapy and overcoming them. Thus, a crucial task in the future is the modernization and alignment of clinical and technical capabilities of radiation therapy departments throughout Ukraine.

забезпечуються далеко не в усіх онкологічних центрах/диспансерах України.

Насамперед Україна має значний дефіцит апаратів променевої терапії. Поступово виводяться з експлуатації старі гамма-апарати, проте не відбувається їх еквівалентна заміна на лінійні прискорювачі або сучасні гамма-апарати, тобто парк радіотерапевтичного обладнання в країні неухильно скорочується. Якщо наявні застарілі радіотерапевтичні апарати будуть поступово демонтуватися без еквівалентної заміни на нові, і кількість апаратів буде зменшуватися, то в найближчі 10 років променева терапія стане недоступною для переважної більшості онкологічних пацієнтів, які її потребують.

Застосування старих моделей апаратів, застарілих технологій лікування та методів планування променевої терапії негативно відбивається на якості та клінічних наслідках, в окремих випадках має місце низька точність відпуску дози та зайве опромінення здорових ділянок тіла пацієнта, що, у свою чергу, спричиняє значні променеві ушкодження, які істотно погіршують якість життя онкологічних хворих і потребують додаткового ретельного лікування.

Відсутність загальнодержавної системи моніторингу якості променевої терапії призводить до практичної неможливості виявлення порушень при проведенні радіотерапії та їх подолання. Отже, дуже важливим завданням надалі є осучаснення та вирівнювання клінічних та технічних можливостей відділень променевої терапії по всій території України.

ВИСНОВКИ

Оцінка стану радіотерапевтичної допомоги в Україні була проведена з урахуванням динаміки збільшення кількості хворих. За даними ВООЗ, Україна має структуру онкозахворюваності, подібну до загальноєвропейської, проте більший питомий показник смертності свідчить насамперед про недостатній рівень охоплення населення України спеціалізованою діагностикою та онкологічною допомогою, її низьку ефективність та технологічну відсталість.

Визначено, що в Україні близько 90 тис. онкологічних хворих щорічно потребують отримання дистанційної променевої терапії, однак фактично охоплено тільки близько 44 тис. осіб.

Це обумовлено тим, що кількість апаратів променевої терапії в Україні вкрай недостатня, а при роботі на апаратах дистанційної гамма-терапії застосовуються переважно застарілі технології променевого лікування, що обумовлює його низьку якість та обтяжує клінічні наслідки.

Проведена оцінка необхідної кількості апаратів дистанційної променевої терапії в 2022 р. з урахуванням зростання кількості онкохворих в Україні: потреба складає близько 160 апаратів.

Зростання та вирівнювання клінічних та технічних можливостей регіональних онкоцентрів за показниками ефективності та якості променевої терапії можливе за умов їх швидкого технічного переоснащення та перепідготовки фахівців.

CONCLUSIONS

Assessing the status of radiotherapy care in Ukraine was carried out taking into account increasing number of patients over time. According to the WHO, the structure of cancer incidence in Ukraine is similar to the European one, however higher specific mortality rate indicates, first of all, the insufficient level of covering the population of Ukraine by specialized diagnosis and oncological care, its low efficiency and engineering backwardness.

It has been determined that radiation therapy in Ukraine is needed annually by at least 90 thousand cancer patients. In fact, only about 44 thousand of them are provided with tele-radiation therapy.

First of all, this is due to extremely insufficient radiotherapy equipment available in Ukraine and using outdated radiation treatment technologies that result in its low quality and aggravating the clinical consequences.

Given the growing number of cancer patients in 2022, Ukraine will need about 160 machines for external-beam radiotherapy.

The rise and adjusting the clinical and technical capabilities of regional oncology centers in terms of quality and efficiency of radiation therapy is possible under the conditions of rapid technical re-equipment and retraining of specialists.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Atun R., Jaffray D. A., Barton M. B. et al. Expanding global access to radiotherapy. *The Lancet Oncology*. 2015. Vol. 16, № 10, P. 1153–1186. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)00222-3](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00222-3)
2. Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence in Ukraine. World Health Organization International Agency for Research on Cancer. GLOBOCAN 2018. URL: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/804-ukraine-fact-sheets.pdf>
3. Cancer in Ukraine. Bulletin of National Cancer Registry of Ukraine. National Cancer Institute of Ukraine. 2020. № 21. URL: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_21/index_e.htm
4. Ryzhov A., Bray F., Ferlay J., Fedorenko Z., Goulak L., Gorokh Y., Znaor A. Evaluation of data quality at the National Cancer Registry of Ukraine. *Cancer Epidemiology*. 2018. Vol. 53. P. 156–165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2018.02.002>
5. Ryzhov A., Bray F., Ferlay J., Fedorenko Z., Goulak L., Gorokh Y., Znaor A. Recent cancer incidence trends in Ukraine and short-term predictions to Cancer epidemiology. 2022. Vol. 65. 101663 p. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2019.101663>
6. Roser M., Ritchie H. Cancer. *Published online at OurWorldInData.org*. URL: <https://ourworldindata.org/cancer>
7. Planning National Radiotherapy Services: A Practical Tool, Human Health Series. International Atomic Energy Agency. IAEA, Vienna. 2011. № 14. URL: <https://www.iaea.org/publications/8419/planning-national-radiotherapy-services-a-practical-tool>
8. International Atomic Energy Agency Division of Human Services: Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC). URL: <https://dirac.iaea.org/>

REFERENCES

1. Atun R, Jaffray DA, Barton MB et al. Expanding global access to radiotherapy. *The Lancet Oncology*. 2015;16(10):1153–86. (In English). DOI: [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(15\)00222-3](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(15)00222-3)
2. Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence in Ukraine. World Health Organization International Agency for Research on Cancer. GLOBOCAN 2018. (In English). URL: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/804-ukraine-fact-sheets.pdf>
3. Cancer in Ukraine. Bulletin of National Cancer Registry of Ukraine. National Cancer Institute of Ukraine. 2020;21. (In English). URL: http://www.ncru.inf.ua/publications/BULL_21/index_e.htm
4. Ryzhov A, Bray F, Ferlay J, Fedorenko Z, Goulak L, Gorokh Y, Znaor A. Evaluation of data quality at the National Cancer Registry of Ukraine. *Cancer Epidemiology*. 2018;53:156–65. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2018.02.002>
5. Ryzhov A, Bray F, Ferlay J, Fedorenko Z, Goulak L, Gorokh Y, Znaor A. Recent cancer incidence trends in Ukraine and short-term predictions to Cancer epidemiology. 2022;65:101663. (In English). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.canep.2019.101663>
6. Roser M, Ritchie H. Cancer. *Published online at OurWorldInData.org*. (In English). URL: <https://ourworldindata.org/cancer>
7. Planning National Radiotherapy Services: A Practical Tool, Human Health Series. International Atomic Energy Agency. IAEA, Vienna. 2011;14. (In English). URL: <https://www.iaea.org/publications/8419/planning-national-radiotherapy-services-a-practical-tool>
8. International Atomic Energy Agency Division of Human Services: Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC). (In English). URL: <https://dirac.iaea.org/>

Перспективи подальших досліджень

Аналітичні дані щодо клінічних та технологічних можливостей радіотерапевтичної служби України повинні динамічно оновлюватись відповідно до змін контингенту онкохворих, технічного переоснащення радіотерапевтичних відділень та з урахуванням сучасних тенденцій розвитку галузі.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Інформація про фінансування

Робота фінансується видатками Державного бюджету України.

Prospects for further research

Analytical data regarding the clinical and engineering capabilities of radiation therapy service of Ukraine should be dynamically updated in accordance with changes in cancer population and technical re-equipment of radiotherapy departments and taking into account current trends in the industry.

Conflict of interest

The authors state no conflict of interest.

Funding information

Financed by the State budget of Ukraine.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Старенький Віктор Петрович – доктор медичних наук, професор, завідувач відділення радіаційної онкології Державної установи «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України»; вул. Пушкінська, буд. 82, м. Харків, Україна, 61024;

e-mail: starenkiy.victor@gmail.com

моб.: +38 (067) 578-21-47.

Внесок автора: аналіз та узагальнення даних щодо доступності, технічної та кадрової забезпеченості променевої терапії в Україні.

Сухина Олена Миколаївна – доктор медичних наук, професор, головний науковий співробітник групи променевої терапії відділу радіології Державної установи «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України»; вул. Пушкінська, буд. 82, м. Харків, Україна, 61024;

e-mail: sukhina.helena@gmail.com

моб.: +38 (067) 570-06-78.

Внесок автора: аналіз розподілу контингенту онкохворих з клінічними показаннями до променевої терапії за нозологічними формами.

Стадник Лариса Львівна – кандидат біологічних наук, завідувачка Центральної лабораторії радіаційної безпеки та дозиметрії медичного опромінення Державної установи «Інститут медичної радіології та онкології ім. С. П. Григор'єва Національної академії медичних наук України»; вул. Пушкінська, буд. 82, м. Харків, Україна, 61024;

e-mail: lstadnyk@ukr.net

моб.: +38 (063) 338-60-95.

Внесок автора: національний координатор від України в міжнародній програмі DIRAC MAGATE, відповідальна за збір, перевірку даних, аналіз інформації щодо стану променевої терапії в Україні та внесення її в базу даних MAGATE DIRAC.

Авер'янова Лілія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки Міністерства освіти і науки України, пр-т Науки, буд. 14, м. Харків, Україна, 61166;

e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

моб.: +38 (095) 528-90-87.

Внесок автора: кількісний аналіз інформації міжнародних баз даних IARC GLOBOCAN, DIRAC MAGATE.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Starenkiy Victor Petrovych – MD, Professor, Head of Radiation Oncology Department, State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the NAMS of Ukraine»; 82, Pushkinska Str., Kharkiv, Ukraine, 61024;

e-mail: starenkiy.victor@gmail.com

tel.: +38 (067) 578-21-47.

Author contributions: analyzing and summarizing the data on availability, technical supply and human resourcing of radiation therapy in Ukraine.

Sukhina Olena Mykolaivna – MD, Professor, Chief Researcher of the Radiotherapy Group of the Radiology Department, State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the NAMS of Ukraine»; 82, Pushkinska Str., Kharkiv, Ukraine, 61024;

e-mail: sukhina.helena@gmail.com

tel.: +38 (067) 570-06-78.

Author contributions: analyzing the distribution of cancer population in accordance with clinical indications for radiation therapy by nosological forms.

Stadnyk Larysa Lvivna – PhD (Radiobiology), Head of Central Laboratory of Radiation Safety and Dosimetry of Medical Exposure, State Organization «Grigoriev Institute for Medical Radiology and Oncology of the NAMS of Ukraine»; 82, Pushkinska Str., Kharkiv, Ukraine, 61024;

e-mail: lstadnyk@ukr.net

tel.: +38 (063) 338-60-95.

Author contributions: National Coordinator from Ukraine in IAEA International DIRAC Program, responsible for collecting and verifying data, analyzing information regarding the status of radiation therapy in Ukraine and adding it to the IAEA DIRAC database.

Averyanova Lilya Oleksandrivna – PhD (Engineering), Associate Professor, Department of Biomedical Engineering, Kharkiv National University of Radio Electronics of Ministry of Education and Science of Ukraine, 14, Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine;

e-mail: lilya.averyanova@nure.ua

tel.: +38 (095) 528-90-87.

Author contributions: quantitative analysis of information of international databases IARC GLOBOCAN, DIRAC IAEA.