

А. Е. Новиков, С. В. Шаршун, Л. В. Яковенко, Е. В. Стромко, А. Ю. Евстигнеев

*ГСП «Чернобыльская АЭС», а/я 11, Славутич, Киевская обл., 07100, Украина
факс: (04579) 2-56-70 e-mail: kanc@chnpp.gov.ua*

ИЗМЕРЕНИЕ МЭД В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ НБК ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОТИВОРАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

Представлены результаты измерения в 2017 – 2018 гг. мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) в ближней зоне нового безопасного конфайнмента (НБК) Чернобыльской АЭС. С помощью электронного дозиметра, закрепленного на беспилотном летательном аппарате проведены измерения в вертикальных плоскостях, каждая из которых имела девять контрольных точек на высотах 30, 60 и 90 м над поверхностью земли. Плоскости измерений располагались на различном расстоянии от объекта "Укрытие", покрывая всю зону проведения работ. В результате выполнения подготовительных работ по строительству НБК и после установки «Арки» в проектное положение МЭД в ближней зоне НБК снизилась больше, чем в 10 раз.

Ключевые слова: новый безопасный конфайнмент, объект «Укрытие», гамма-излучение, мощность эквивалентной дозы.

С июня по сентябрь 2017 г. персонал цеха радиационной безопасности (ЦРБ) Чернобыльской АЭС проводил измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (МЭД) в ближней зоне нового безопасного конфайнмента (НБК). Данная работа была выполнена совместно с персоналом группы управления проектом плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» (ГУП ПОМ).

Измерения МЭД в ближней зоне НБК производились в соответствии с требованиями «Программы безопасного выполнения работ по измерению МЭД в ближней зоне НБК для оценки эффективности противорадиационной защиты» № 18/11-23ПР-ЦРБ (далее по тексту – Программа).

Целью выполнения работ была оценка эффективности противорадиационной защиты после установки «Арки» в проектное положение. Оценка эффективности противорадиационной защиты была выполнена путем сравнения результатов измерения МЭД, полученных при выполнении работ по Программе, а также результатов измерения МЭД, изложенных в отчетных документах Консорциума «КСК» [1, 2], которые были выполнены в 2003 – 2004 гг. на этапе разработки проектной документации по строительству НБК.

При выполнении работ по Программе использовались следующее оборудование: комплект из трех электронных дозиметров DMC 2000S и считыватель LDM 2000 фирмы MGPI [3]; прибор МКС-07 "Пошук" с блоком детектирования БДБГ-07 [4]; беспилотный летательный аппарат (БПЛА).

Измерения МЭД производили в зоне монтажа «Арки» в трех вертикальных плоскостях, ориентированных по оси «север – юг» на расстояниях от западной контрфорсной стены объекта «Укрытие» в западном направлении (рис. 1): плоскость измерения № 1 – 120 м; плоскость измерения № 2 – 265 м; плоскость измерения № 3 – 355 м.

В каждой плоскости выполняли измерения МЭД в девяти точках на высотах 30, 60 и 90 м над поверхностью земли. Всего высотных измерений 27.

В рамках выполнения задачи измерения МЭД на высоте производили с использованием БПЛА и электронных дозиметров DMC 2000S по следующей методике.

1. Ввод в работу электронного дозиметра DMC 2000S осуществлялся на рабочем месте дозиметриста ЦРБ с использованием программного обеспечения ПЭВМ через считыватель LDM 2000.

2. После ввода в работу электронные дозиметры доставлялись в зону производства работ по измерению МЭД, где они крепились к корпусу БПЛА.

3. После взлета оператор выводил БПЛА в точку измерения МЭД (табл. 1), о чем информировал члена бригады, осуществлявшего хронометраж.

4. Положение БПЛА и его отклонение от заданных координат в вертикальных плоскостях (рис. 1) контролировалось визуально. Высота БПЛА в точке измерения МЭД контролировалась при помощи GPS-навигатора.

5. Номера точек измерений, время вывода БПЛА в точку измерения, длительности нахождения в контрольных точках, а также другие необходимые данные заносились в журнал хронометража.

6. Время нахождения БПЛА в точке измерения составляло 1 – 2 мин, после чего БПЛА переводился в следующую точку контроля.

© А. Е. Новиков, С. В. Шаршун, Л. В. Яковенко,
Е. В. Стромко, А. Ю. Евстигнеев, 2019

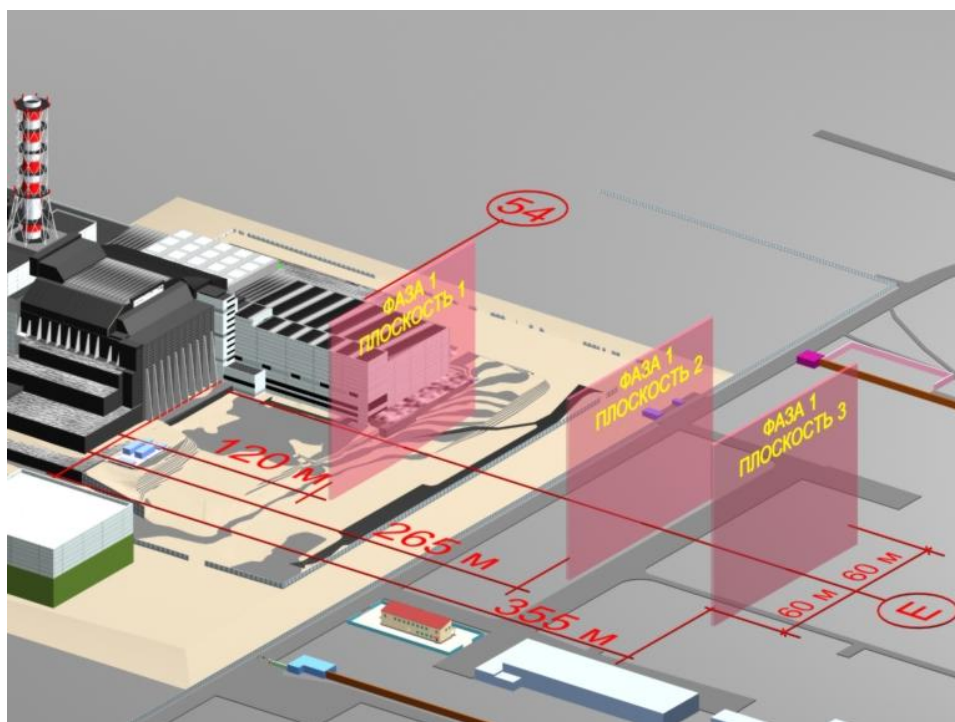


Рис. 1. Зоны проведения работ по измерению МЭД.

7. После окончания измерений или по условиям полета, электронные дозиметры DMC 2000S немедленно доставлялись на рабочее место дозиметриста ЦРБ для обработки результатов контроля.

8. С использованием программного обеспечения ПЭВМ, через считыватель LDM 2000, производилось считывание показаний электронных дозиметров DMC 2000S, после чего были получены тренды показаний дозиметров.

9. Используя обработанные тренды показаний дозиметров, были определены значения МЭД при нахождении дозиметра в заданной точке контроля.

Результаты измерения МЭД в трех плоскостях представлены в табл. 1, а также на рис. 2.

Таблица 1. Результаты измерения МЭД в ближней зоне НБК в 2017 г.

№ контрольной точки	Координаты контрольной точки	Высота контрольной точки, м	МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч (данные ИПБ АЭС за 2003 – 2004 гг.)	МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч (данные ГСП ЧАЭС после аварии «Арки»)	Кратность ослабления МЭД после аварии «Арки»
Плоскость № 1					
1-1	ряд Р, ось 73	30	126	8,6	14,7
1-2	ряд Г, ось 73	30	197	45	4,4
1-3	ряд А, ось 73	30	290	30	9,7
1-4	ряд Р, ось 73	60	182	12	15,2
1-5	ряд Г, ось 73	60	320	60	5,3
1-6	ряд А, ось 73	60	506	51	9,9
1-7	ряд Р, ось 73	90	244	15	16,2
1-8	ряд Г, ось 73	90	421	72	5,8
1-9	ряд А, ось 73	90	482	60	8,0
Среднее значение кратности ослабления МЭД					9,9
Плоскость № 2					
2-1	ряд Р, ось 97	30	22	0,8	27,5
2-2	ряд Г, ось 97	30	24	6,3	3,8
2-3	ряд А, ось 97	30	20	2,4	8,3
2-4	ряд Р, ось 97	60	22	1,7	12,9
2-5	ряд Г, ось 97	60	33	0,8	41,2
2-6	ряд А, ось 97	60	31	2,5	12,4
2-7	ряд Р, ось 97	90	34	2,1	16,2
2-8	ряд Г, ось 97	90	41	0,8	51,3

Продолжение табл. 1

№ контрольной точки	Координаты контрольной точки	Высота контрольной точки, м	МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч (данные ИПБ АЭС за 2003 – 2004 гг.)	МЭД в контрольной точке, мкЗв/ч (данные ГСП ЧАЭС после надвигки «Арки»)	Кратность ослабления МЭД после надвигки «Арки»
2-9	ряд А, ось 97	90	30	2,4	12,5
Среднее значение кратности ослабления МЭД					20,7
Плоскость № 3					
3-1	ряд Р, ось 113	30	9	0,6	15
3-2	ряд Г, ось 113	30	11	0,6	18,3
3-3	ряд А, ось 113	30	11	1,7	6,5
3-4	ряд Р, ось 113	60	11	0,6	18,3
3-5	ряд Г, ось 113	60	12	0,6	20
3-6	ряд А, ось 113	60	12	1,9	6,3
3-7	ряд Р, ось 113	90	13	0,8	16,3
3-8	ряд Г, ось 113	90	14	1,9	7,4
3-9	ряд А, ось 113	90	13	2,4	5,4
Среднее значение кратности ослабления гамма-излучения					12,6

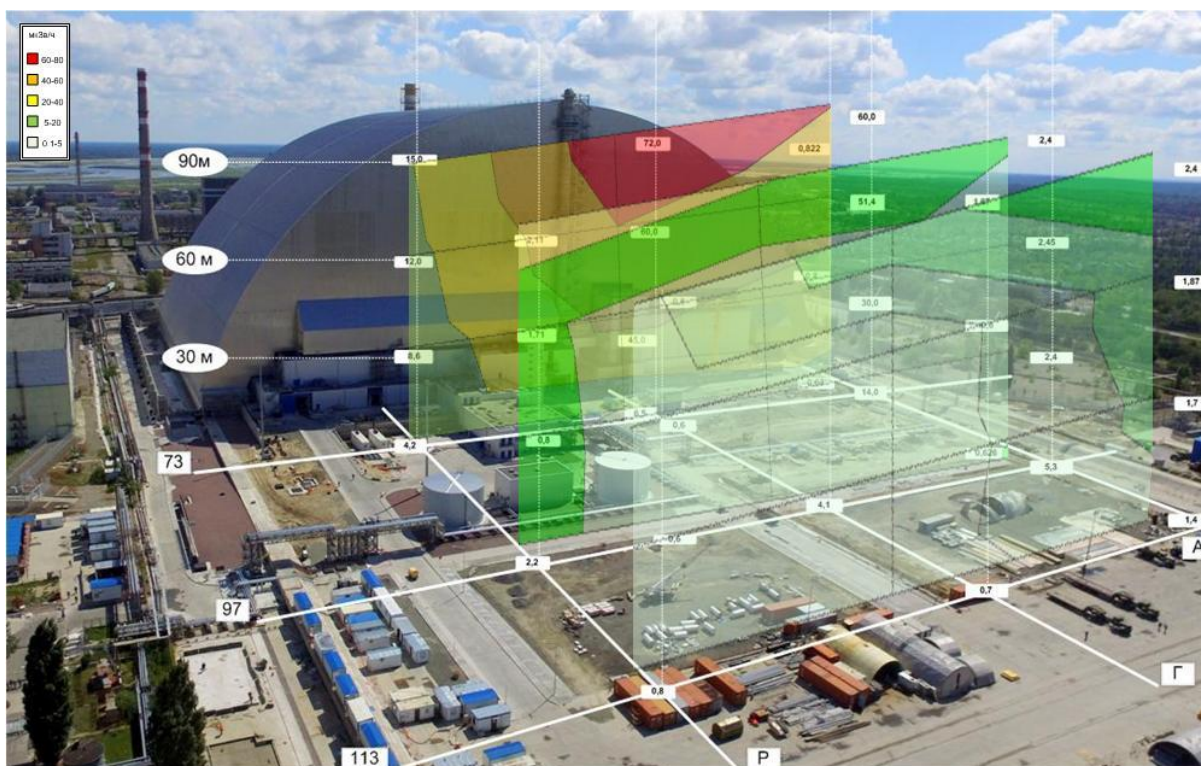


Рис. 2. Картограмма измерения МЭД в ближней зоне НБК в 2017 г.

Анализ полученных результатов показывает, что в результате выполнения подготовительных работ по строительству НБК (удаление технологических материалов и твердых радиоактивных отходов, бетонирование зоны монтажа «Арки», а также отсыпка зоны проведения работ не загрязненным радиацией щебнем) после установки «Арки» в проектное положение МЭД в ближней зоне НБК снизилась более чем в 10 раз.

В период с 17 апреля по 26 июня 2018 г. персонал ЦРБ продолжил выполнять подобные работы по измерению МЭД на разных высотах вокруг НБК. Измерения производились в соответствии с требованиями Программы. Работы были выполнены совместно с ГУП ПОМ.

Главная цель измерений - определение МЭД на заданных высотах. В будущем это даст возможность сравнить результаты, полученные в 2018 г. с результатами, которые будут получены после выполнения работ по демонтажу нестабильных конструкций объекта «Укрытие», что позволит при необходимости разработать дополнительные мероприятия по противорадиационной защите персонала.

При выполнении работ по Программе использовалось следующее оборудование и инструменты:

электронный радиодозиметр MiniTRACE-γ S100R;
Short Link. Модуль передачи радиосигналов;
Short Link. Приемник блок EPS;
программное обеспечение DataEXPERT;
ПЭВМ;
прибор МКС-07 "Пошук" с блоком детектирования БДБГ-07;
БПЛА.

Способ доставки средств контроля в заданную точку по высоте остался таким же, как и в 2017 г. - с использованием БПЛА. Только сейчас в качестве средства радиационного контроля персонал ЦРБ использовал электронный радиодозиметр «MiniTRACE-γ S100R». Особенность данного дозиметра заключается в том, что он работает в онлайн-режиме и результаты контроля по радиоканалу передаются на рабочее место оператора, который в свою очередь осуществляет снятия показаний.

Измерение МЭД было выполнено в четырех вертикальных плоскостях (рис. 3) в следующих координатах:

плоскость измерения № 1 – на расстоянии 45 м с западной стороны НБК (ось 73, ряд А - Р);
плоскость измерения № 2 – на расстоянии 10 м с южной стороны НБК (ось 39-65, ряд И");
плоскость измерения № 3 – на расстоянии 10 м с северной стороны НБК (ось 39-65, ряд М");
плоскость измерения № 4 – на расстоянии 120 м с северной стороны НБК (ось 39-65, ряд ТТ').

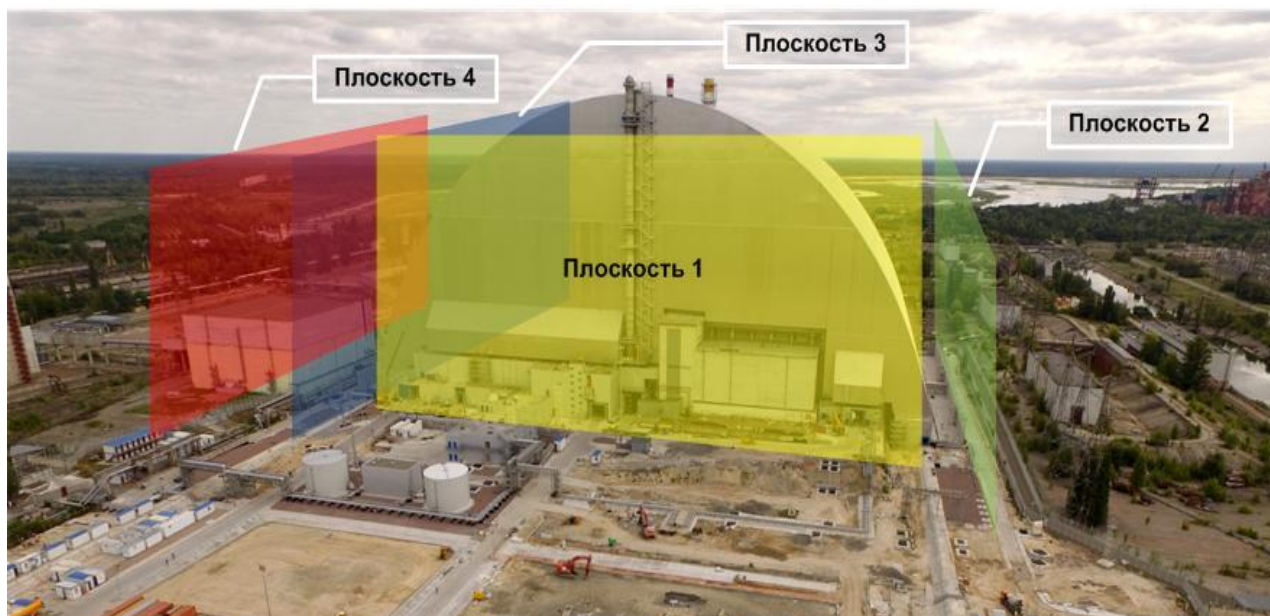


Рис. 3. Зоны проведения работ по измерению МЭД в 2018 г.

Измерения МЭД было выполнено в девяти точках на высотах 30, 60 и 90 м над поверхностью земли в каждой плоскости. Всего высотных измерений 36.

В рамках выполнения данной задачи измерения МЭД на высоте производились с использованием БПЛА и электронного радиодозиметра MiniTRACE-γ S100R по следующей методике.

1. Электронный радиодозиметр MiniTRACE-γ S100R крепился к корпусу БПЛА.

2. На точке взлета БПЛА включали электронный радиодозиметр MiniTRACE-γ S100R и по мобильной связи осуществлял связь с оператором, который осуществлял контроль приема сигнала на мониторе ПЭВМ с радиодозиметра.

3. После взлета оператор выводил БПЛА в точку измерения МЭД (табл. 2), о чем информировал работника ЦРБ, который в свою очередь по мобильной связи информировал оператора, осуществлявшего прием данных с радиодозиметра.

4. Положение БПЛА и его отклонение от заданных координат в вертикальных плоскостях контролировалось визуально. Высота БПЛА в точке измерения МЭД контролировалась при помощи GPS-навигатора.

5. Данные радиодозиметра по беспроводной системе ShortLINK передавались на ПЭВМ оператора и при поддержке программного обеспечения DataEXPERT в режиме реального времени отображались на мониторе.

6. Время нахождения БПЛА в точке измерения определял оператор, осуществлявший прием данных с радиодозиметра. После снятия показаний дозиметра оператор по мобильной связи давал команду на перевод БПЛА в следующую точку контроля.

7. Координаты контрольных точек, в которых были выполнены измерения по высоте, а также показания радиодозиметра записывались оператором в журнал измерений.

Результаты измерения МЭД в четырех плоскостях представлены в табл. 2, а также на рис. 4 и 5.

Таблица 2. Результаты измерения МЭД в ближней зоне НБК в 2018 г.

№ контрольной точки	Координаты контрольной точки	Высота контрольной точки, м	МЭД в контрольной точке по показаниям MiniTRACE-γ S100R, мкЗв/ч
Плоскость 1			
1-1	ряд Р, ось 73	30	17,7
1-2	ряд Г, ось 73	30	45,1
1-3	ряд А, ось 73	30	71,4
1-4	ряд Р, ось 73	60	20,3
1-5	ряд Г, ось 73	60	76,7
1-6	ряд А, ось 73	60	86,9
1-7	ряд Р, ось 73	90	23,9
1-8	ряд Г, ось 73	90	58,1
1-9	ряд А, ось 73	90	83,7
Плоскость 2			
2-1	ряд И'' ось 39	30	54,9
2-2	ряд И'' ось 55	30	38,4
2-3	ряд И'' ось 65	30	62,1
2-4	ряд И'' ось 39	60	89,2
2-5	ряд И'' ось 55	60	122,6
2-6	ряд И'' ось 65	60	76,0
2-7	ряд И'' ось 39	90	95,6
2-8	ряд И'' ось 55	90	142,9
2-9	ряд И'' ось 65	90	82,8
Плоскость 3			
3-1	ряд М' ось 39	30	33,0
3-2	ряд М' ось 55	30	17,4
3-3	ряд М' ось 65	30	20,7
3-4	ряд М' ось 39	60	59,5
3-5	ряд М' ось 55	60	29,6
3-6	ряд М' ось 65	60	22,3
3-7	ряд М' ось 39	90	88,1
3-8	ряд М' ось 55	90	47,3
3-9	ряд М' ось 65	90	23,0
Плоскость 4			
4-1	ряд ТГ' ось 39	30	10,4
4-2	ряд ТГ' ось 55	30	9,2
4-3	ряд ТГ' ось 65	30	7,1
4-4	ряд ТГ' ось 39	60	14,4
4-5	ряд ТГ' ось 55	60	10,9
4-6	ряд ТГ' ось 65	60	10,4
4-7	ряд ТГ' ось 39	90	18,0
4-8	ряд ТГ' ось 55	90	11,6
4-9	ряд ТГ' ось 65	90	10,7

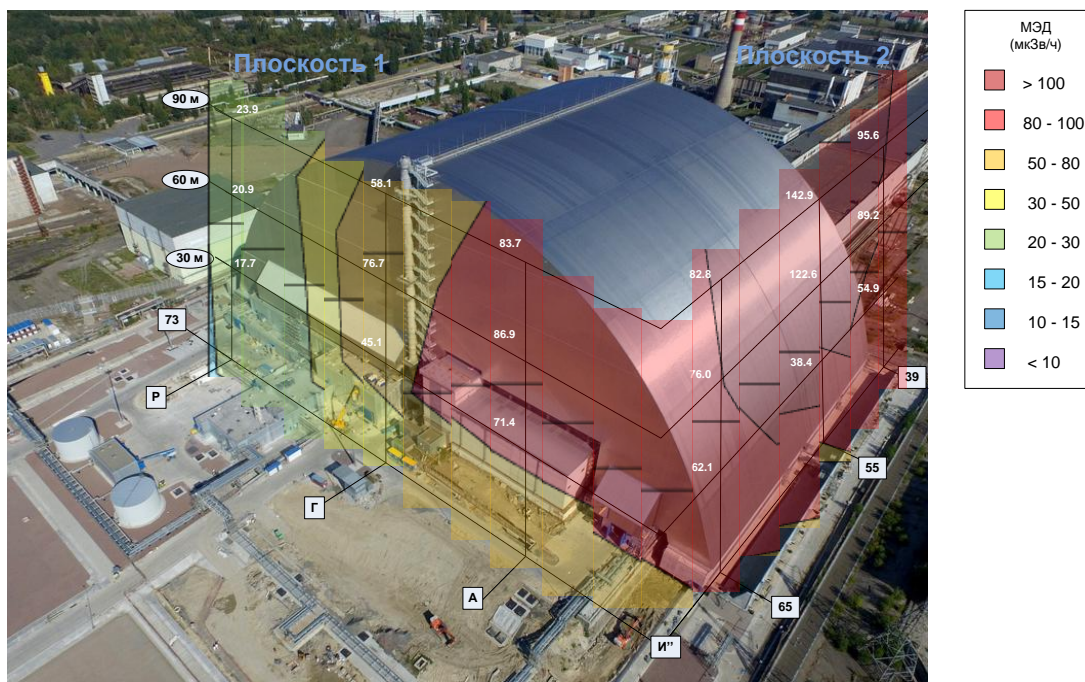


Рис. 4. Картограмма измерения МЭД в ближней зоне НБК в 2018 г.

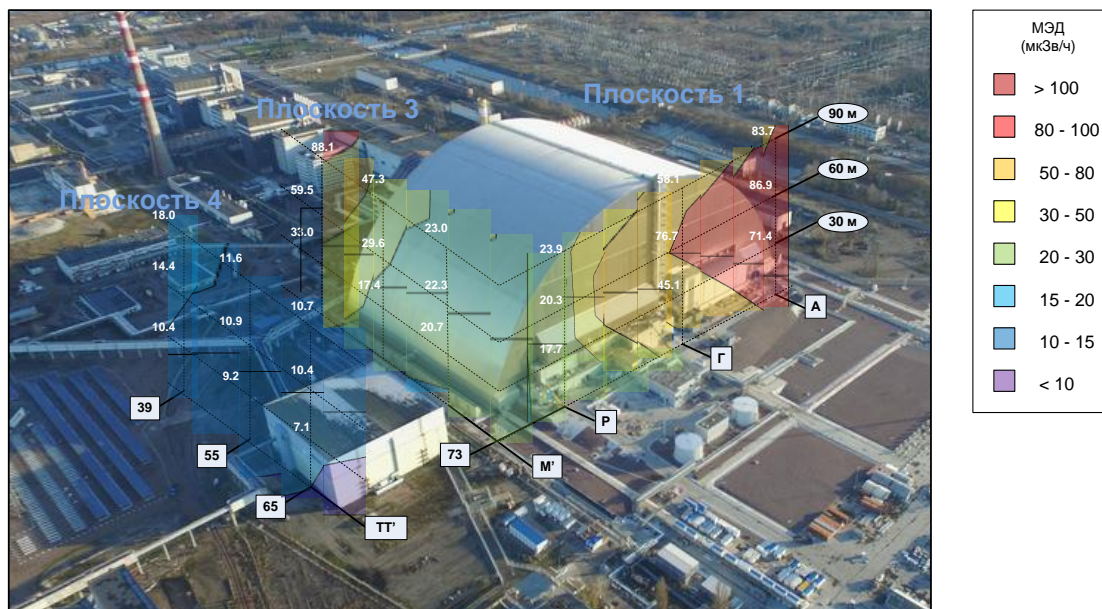


Рис. 5. Картограмма измерения МЭД в ближней зоне НБК в 2018 г.

Выводы

1. Полученные результаты измерения МЭД можно будет сравнить с результатами, которые будут получены после выполнения работ по демонтажу нестабильных конструкций объекта «Укрытие», что позволит, при необходимости, разработать дополнительные мероприятия по противорадиационной защите персонала.

2. Применение электронного радиодозиметра MiniTRACE-γ S100R по беспроводной системе ShortLINK позволяет существенно снизить погрешность измерения МЭД в сравнении с предыдущими методами контроля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. SIP K 01 21 310 MR1 003 02. Задача 1: Измерения надземных полей гамма-излучения. Фаза 1. Отчет по измерениям.
2. SIP K 01 21 310 MR2 003 02. Задача 1: Измерения надземных полей гамма-излучения. Фаза 2. Отчет по измерениям.

3. *Інструкція* по експлуатації електронних персональних дозиметрів серії DMC 2000S і считувача LDM 2000 фірми MGP, 29Э-ЦРБ.
4. *Інструкція* по експлуатації приборів радіаційного контролю цеха радіаційної безпеки, 43Э-ЦРБ.
5. *Руководство* по експлуатації електронного радіодозиметра MiniTRACE-γ S100R.

О. Е. Новіков, С. В. Шаршун, Л. В. Яковенко, Є. В. Стромко, О. Ю. Євстигнєєв

*ДСП «Чорнобильська АЕС», а/я 11, Славутич, Київська обл., 07100, Україна
факс: (04579) 2-56-70 e-mail: kanc@chnpp.gov.ua*

ВИМІРЮВАННЯ ПЕД У БЛИЖНІЙ ЗОНІ НБК ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОТИРАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ

Представлено результати вимірювання у 2017 – 2018 рр. потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання (ПЕД) у ближній зоні нового безпечного конфайнмента (НБК) Чорнобильської АЕС. За допомогою електронного дозиметра, закріпленого на безпілотний літальний апарат, проведено вимірювання у вертикальних площинах, кожна з яких мала дев'ять контрольних точок на висотах 30, 60 і 90 м над поверхнею землі. Площини вимірювань розташовувалися на різній відстані від об'єкта "Укриття", покриваючи всю зону проведення робіт. У результаті виконання підготовчих робіт із будівництва НБК і після установки «Арки» у проектне положення ПЕД у ближній зоні НБК знизилася більш ніж у 10 разів.

Ключові слова: новий безпечний конфайнмент, об'єкт «Укриття», гамма-випромінювання, потужність еквівалентної дози.

A. Novikov, S. Sharshun, L. Yakovenko, E. Stromko, A. Evstigneev

SSE "Chornobyl NPP", P.O. Box 11, Slavutyich, Kyiv region, 07101

EDR MEASUREMENT IN THE NEAR FIELD OF NSC TO ASSESS EFFICIENCY OF RADIATION PROTECTION

Since June till September 2017, the personnel of Chornobyl NPP Radiation Safety Shop carried out measurement of gamma-radiation dose rate (EDR) in the near field of New Safe Confinement (NSC). The measurement goal is to study how much gamma-radiation level has been reduced within work execution area after NSC Arch sliding in the designed position. The measurements were made in three vertical planes, each of which had nine control points at the heights 30, 60, and 90 meters above ground. The measurement planes are located 120, 256, and 355 m from the Shelter Object covering the whole area of work execution. The EDR measurements at heights were performed using an unmanned aerial vehicle (UAV) and a dosimeter DMC 2000S. After completion of preparatory activities for NSC construction (removal of process materials and solid radioactive waste, concreting of Arch assembling area, and filling the work execution area with non-radioactive gravel) and following the Arch's set into the designed position the gamma-radiation in the near field of NSC reduced in average more than 10 times. In 2018, the EDR measurement was continued at different heights around the NSC. The way of delivering the monitoring devices into the target height point remained the same as in previous year, i.e. using the UAV. But this time, the RSS personnel used radio dosimeters MiniTRACE-γ S100R as radiation monitoring equipment. The peculiarity of these dosimeters is that they are operated on-line and monitoring results are transferred by radio channel to an operator's workplace who, in his turn, takes the reading. This dosimeter was suspended to the UAV body and delivered to the target control point. The dose rate was measured at the same heights as previously – 30, 60, and 90 m above the industrial site level. Comparing the previous method of control, the application of these dosimeters reduces significantly the error in dose rate measurement. The main objective of the measurements is to determine gamma-radiation dose rate at the specified heights. In future, it will give an opportunity to compare the results received at this time with the results to be received after completion of activities on dismantling of unstable structures of the Shelter Object enabling to develop additional radiation protection measures, if required.

Keywords: New Safe Confinement, "Shelter" object, gamma-radiation, equivalent dose rate.

REFERENCES

1. *SIP K 01 21 310 MR1 003 02*. Task 1: Measurement of the aerial fields of gamma radiation. Phase 1. Measurement report. (Rus)
2. *SIP K 01 21 310 MR2 003 02*. Task 1: Measurement of the aerial fields of gamma radiation. Phase 2. Measurement report. (Rus)
3. *Operation manual for use of electronic personal dosimeters of the DMC 2000S series and LDM 2000 reader of MGP, 29Э-ЦРБ*. (Rus)
4. *Operation manual for radiation monitoring devices of the radiation safety department, 43Э-ЦРБ*. (Rus)
5. *Operation manual of the electronic radio dosimeter MiniTRACE-γ S100R*. (Rus)

Надійшла 14.01.2019
Received 14.01.2019