

loading [1; 2]. Therefore, efforts that occur during discharge are unknown.

Analysis publications. Analyzing the design features improve scraper should be a trend aimed at increasing the efficiency of filling the bucket. It is not the problem of unloading soil with a scraper, which also requires additional energy. Increasing the efficiency of the discharge can be achieved by improving the shape elements bucket design.

The purpose of the article. Create a new theoretical method of calculation which takes into account the amount of residual soil in buckets throughout the period of discharge.

Problems. Develop a mathematical model of unloading scraper. To conduct a theoretical analysis of the discharge scraper for the purpose of determining the current analytical support. Develop an algorithm for calculating the definition of resistance discharge.

Conclusions: 1. Scraper considered for the mathematical model of the process of discharge, taking into account : friction force of the soil in the bottoms of the bucket; force of friction of soil on the side walls of the bucket; rolling resistance force of the rollers suspension rear wall; inertia translational motion of the mass of the soil and the back wall when turning the unloading mechanism of soil scraper; the length of the bottom; the height of the bucket; dialed density of the soil; angle of crumbling soil and allow us to calculate the mass dependence of the soil on the position relative to the length of the back wall of the bottom scraper and the efforts that are required for its discharge;

2. Theoretical calculation allows to determine : the resistance to discharge scraper with a semicircular head; change in the mass of soil in buckets on the position relative to the length of the back wall of the bottom scraper for soil density 1500 – 2000 kg/m³.

3. Algorithm for reporting scraper allows you to calculate the resistance of the discharge.

REFERENCES

1. Samohodnyie pnevmokolesnyieskrepereyizemlevozyi / D. I. Pleshkov, S. F. Marshak, E. G. Roninsoni dr. – M. : Mashinostroenie, 1971. – 267 s.
2. Dorozhnyiemashinyi / T. V. Alekseeva, K. A. Artemev, A. A. Bromberg [i dr.]. – M. : Mashinostroenie, 1972. – Ch. I. Mashinyidlyazemlyanyihrobot. – Izd. 3-e, pererab.idop. – 504 s.
3. **Khmara L. A.** Konstruktivnyierezervyipyovisheniyaeffektivnostiskreperov / L. A. Hmara, S. A. Karpushin // Intensifikatsiyarabochihprotsestvostroitelnyihmashin : sb. nauch. tr. – D. : PGASA, 1998. – Vyip. 4. – S. 51
4. **Leschinskiy A. V.** Issledovanieprinuditelnogosposobarazgruzkikovsheyskreperov : diss.... kand. tehn. nauk: 05.05.04 / A. V. Leschinskiy. – Omsk: SibADI, 1972. – 143 s.
5. Protsestvyyigrunkigruntaizkovshaskrepera : mater. Mezhdunar.nauch.-tehn. konf. / L. A. Hmara, M. A. Spilnik. – N. : Interstroyemeh, 2013. – S. 204 – 206.
6. **Bondarenko L. M.** DeformatsynIopori v mashinah / L. M. Bondarenko, M. P. Dovbnya, V. S. Loveykin // Za red. V. S. Loveykina. – D. : RVA «DnIpro – VAL», 2002. – 200 s.
7. **Targ S. M.** Kratkiykurstereticheskoyemehaniki : ucheb. dlyavtuzov / S. M. Targ. – 11-e izd., ispr. – M. : Vyssh. shk., 1995. – 416 s.
8. **Kudryavtsev E. M.** Detalimashin : ucheb. dlyastudentovmashinostroitelnyihvuzov / E. M. Kudryavtsev. – L. : Mashinostroenie, 1980. – 464 s.

УДК 519.6:504.3.054

РАСЧЕТ ЛОКАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ В ХРАНИЛИЩЕ ТВЕРДОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА

*Н.Н. Беляев, *д. т. н., проф., В.В. Беляева, **к. т. н., А.В. Берлов, **инж.*

** Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна*

*** Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара*

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, численное моделирование, чрезвычайные ситуации

Постановка проблемы. Одним из потенциальных источников химического загрязнения атмосферы является Павлоградский химический завод, где хранится твердое ракетное топливо ракетной системы РС-22 (рис.1). Твердое топливо находится внутри специально

оборудованных хранилищ, возле которых располагается защитный вал (рис.2). Одной из важных задач в области экологической безопасности является прогноз уровня загрязнения атмосферы при чрезвычайной ситуации в данном хранилище, приводящей к возгоранию ракетного топлива. В этом случае произойдет интенсивная эмиссия химически опасных веществ в атмосферу. Поэтому актуальной задачей является оценка уровня загрязнения атмосферы при такой чрезвычайной ситуации.

Анализ публикаций. Основным методом прогноза уровня загрязнения атмосферы при чрезвычайных ситуациях, связанных с эмиссией химически опасных веществ, является метод математического моделирования. В настоящее время используется несколько классов математических моделей для решения задачи прогноза загрязнения атмосферы при чрезвычайных ситуациях на химических опасных объектах. В Украине – это эмпирические модели [9] или аналитические модели [7].



Рис.1. Вид ракетного двигателя первой ступени РС-22

Как правило, аналитические модели – это расчетные зависимости, основанные на точном решении уравнения переноса примеси в атмосфере для точечного, постоянно действующего источника выброса или для модельной ситуации – «мгновенный выброс». Реже применяется аналитическое решение – расчетная зависимость для модельной ситуации «полунепрерывный выброс». Другой вид аналитических моделей – это различные модификации модели Гаусса, также разработанные для точечного, постоянно действующего источника или для модельной ситуации – «мгновенный выброс» [7]. Аналитические модели дают возможность быстро рассчитать зону загрязнения. Большим недостатком этих моделей является то, что они не учитывают влияние зданий и рельефа на процесс формирования зоны загрязнения. Для получения адекватных прогнозных данных необходимо применение численных моделей, учитывающих существенные факторы, влияющие на процесс рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере и формирование зоны загрязнения [4; 6]. Однако для практики необходимо создание численных моделей, позволяющих максимально учитывать специфические особенности конкретных задач.

Цель статьи. Целью данной работы является разработка CWE (Computational Wind Engineering) модели для прогноза загрязнения атмосферы при горении твердого ракетного топлива в хранилище, не требующей больших затрат компьютерного времени и применения мощных ПК при проведении прогнозных расчетов. Прогноз загрязнения на базе разработанной модели осуществляется в масштабе «microscale».

Математическая модель. При расчете процесса загрязнения атмосферы в случае аварийной ситуации в хранилище твердого ракетного топлива (рис.2) решение задачи разбивается на два шага. На первом шаге решается задача по определению поля скорости воздушного потока с учетом взаимодействия выходящего из хранилища газового потока с ветровым потоком. Для решения этой задачи применяются уравнения Навье – Стокса, записанные в переменных Гельмгольца [8]:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial u \omega}{\partial x} + \frac{\partial v \omega}{\partial y} = \nu \left(\frac{\partial^2 \omega}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega}{\partial y^2} \right); \quad (1)$$

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = -\omega, \quad (2)$$

где $\omega = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$ – завихренность; ψ – функция тока; V – коэффициент турбулентной

вязкости. Ось Y направлена вертикально вверх.



Рис.2. Общий вид зоны размещения хранилища твердого ракетного топлива:
1 – хранилище твердого ракетного топлива; 2 – защитный вал

Компоненты вектора скорости воздушного потока рассчитываются по зависимостям

$$u = \frac{\partial \psi}{\partial y}, \quad v = -\frac{\partial \psi}{\partial x}.$$

Постановка краевых условий для данной системы уравнений приведена в [8].

После определения поля скорости воздушного потока решается задача о переносе загрязняющих веществ (продуктов горения твердого ракетного топлива) в атмосфере. Для моделирования этого процесса используется уравнение переноса примеси в атмосфере [2; 8; 10]

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial uC}{\partial x} + \frac{\partial vC}{\partial y} + \sigma C = \text{div}(\mu \text{grad} C) + \sum_{i=1}^N Q_i(t) \delta(x - x_i) \delta(y - y_i), \quad (3)$$

где C – концентрация загрязняющего вещества; u, v – компоненты вектора скорости воздушного потока; $\mu = (\mu_x, \mu_y)$ – коэффициенты атмосферной турбулентной диффузии; Q – интенсивность выброса загрязнителя; $\delta(x - x_i) \delta(y - y_i)$ – дельта-функция Дирака; x_i, y_i – координаты источника выброса; σ – коэффициент, учитывающий химический распад загрязнителя; t – время.

Постановка краевых условий для данного уравнения рассмотрена в работе [3].

Численное интегрирование уравнений модели выполняется на прямоугольной разностной сетке. При формировании расчетной области используется метод маркирования [6; 8]. С помощью маркеров задается положение здания – хранилища твердого ракетного топлива, форма и местоположение защитного вала возле хранилища.

Метод решения. Для численного интегрирования уравнений Навье – Стокса используются неявные разностные схемы [8]. Для численного интегрирования уравнения переноса примеси используется попеременно-треугольная неявная разностная схема расщепления [6; 8].

Практическая реализация. На базе рассмотренной CWE модели был создан пакет прикладных программ WALL-2. Для программирования использовался FORTRAN. Разработанная модель была использована для решения следующей задачи. Рассматривается здание – хранилище твердого ракетного топлива РС-22. Возле здания размещается защитный вал (рис.3). Ставится задача оценки уровня загрязнения приземного

слоя атмосферы при чрезвычайной ситуации в хранилище, когда произойдет возгорание топлива внутри хранилища и струя газа – продуктов горения будет выходить из хранилища наружу, приводя к загрязнению воздушной среды.



Рис.3. Схема расчетной области: 1 – хранилище твердого ракетного топлива; 2 – защитный вал; 3 – направление ветра

Размеры расчетной области 41,6м × 42м (масштаб «microscale»). Скорость ветра на входе в расчетную область рассчитывалась по зависимости [7]:

$$u = u_1 (Y/Y_1)^n,$$

где u_1 – значение скорости ветра на фиксированной высоте Y_1 (в расчетах принимается, что это высота 10м, скорость ветра на этой высоте – 3м/с); $n=0,15$ – параметр [7].

Вертикальный коэффициент турбулентной диффузии в приземном слое атмосферы рассчитывался по зависимости [7]:

$$\mu_y = k_1 \left(\frac{y}{y_1} \right)^m,$$

где $k_1=0,2$; $m \approx 1$, y_1 – высота, где задана скорость ветра u_1 . Коэффициент μ_x рассчитан по зависимости $\mu_x \approx k \cdot u$, где $k \approx 0,5$ [7].

Внутри хранилища располагается горящий корпус ракетного двигателя РС-22 из которого выходит струя газа, содержащая продукты горения. Для моделирования этого процесса используется следующий подход. Внутри здания задается разностная ячейка, из которой выходит поток со скоростью V_{gas} , содержащий загрязнитель (хлористый водород) с концентрацией 100 ед. (в безразмерном виде). Скорость струи выходящего из хранилища газового потока – продуктов сгорания принята равной $V_{gas}=20$ м/с. Расчет переноса загрязнителя осуществляется как внутри здания, так и снаружи. Скорость переноса загрязнителя внутри здания определяется скоростью газового потока V_{gas} и диффузией, а снаружи здания – скоростью переноса, которая формируется в процессе взаимодействия выходящего из здания газового потока и ветрового потока + атмосферная диффузия. Коэффициенты диффузии по обоим направлениям внутри здания рассчитываются по зависимости $\mu \approx k \cdot u$, где $u=V_{gas}$ – скорость газового потока, $k=0,1$. Вычислительный эксперимент на базе разработанной модели проведен для следующих сценариев:

1. Выброс продуктов сгорания осуществляется перед валом.
2. Выброс продуктов сгорания происходит перед валом, на наветренной стороне которого размещена вертикальная перегородка (высота 16м).
3. Выброс продуктов сгорания происходит перед валом, на вершине которого размещена вертикальная перегородка.

На приведенных ниже рисунках показаны результаты расчета зоны загрязнения атмосферы вблизи хранилища для данных сценариев. Эти данные позволяют определить форму зоны загрязнения, ее размеры и интенсивность.

Видно, что при отсутствии перегородки концентрация загрязнителя за валом на уровне органов дыхания человека составляет примерно 72% от концентрации загрязнителя возле источника эмиссии (рис.4). Наиболее интенсивное загрязнение воздушной среды наблюдается внутри хранилища и на расстоянии порядка 15м, т.е. возле вала.

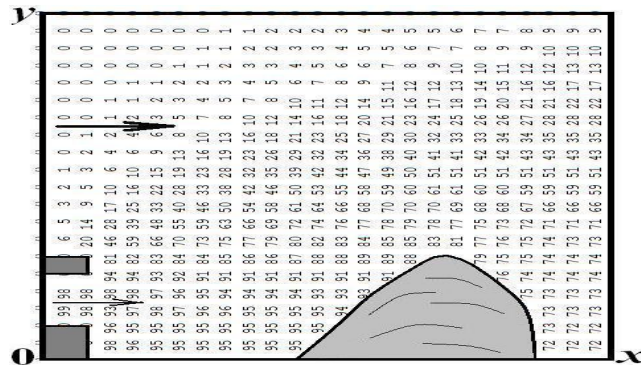


Рис. 4. Зона загрязнения приземного слоя атмосферы для момента времени $t=47с$ (первый сценарий)

Для второго сценария (рис.5,6), за защитным валом концентрация загрязнителя составляет величину порядка 50%, т.е. – интенсивность загрязнения уменьшилась примерно вдвое по сравнению с концентрацией внутри хранилища (рис.6).

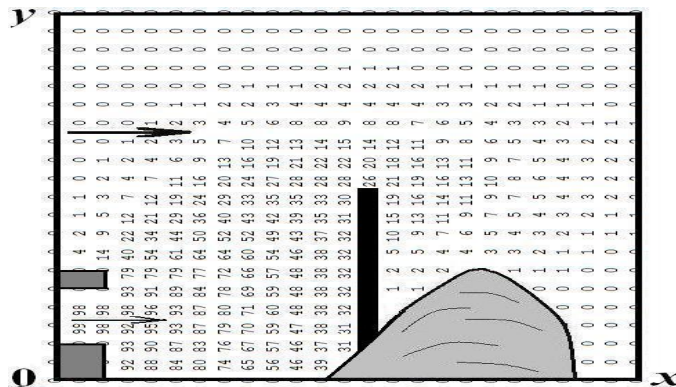


Рис.5. Зона загрязнения приземного слоя атмосферы для момента времени $t=8с$ (второй сценарий)

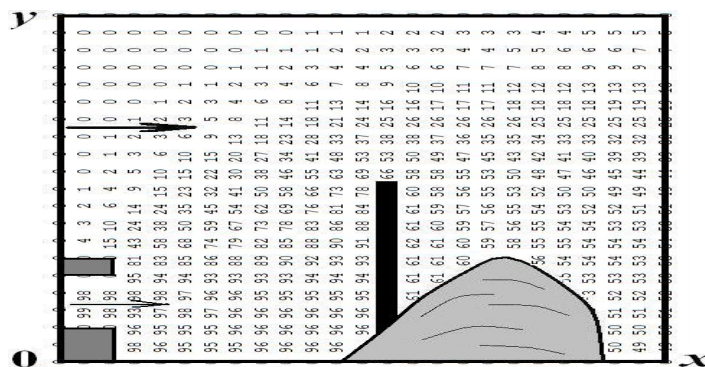


Рис. 6. Зона загрязнения приземного слоя атмосферы для момента времени $t=45с$ (второй сценарий)

Непосредственно перед перегородкой концентрация загрязнителя составляет величину порядка 96%, а за перегородкой – 61% от концентрации вблизи источника эмиссии. То есть применение перегородки привело к локальному снижению концентрации примерно на 30%. На рисунке 5 хорошо видно, как за перегородкой формируется зона с пониженной концентрацией– эта зона более «разрежена визуально» и концентрация загрязнителя там, для выбранного момента времени, составляет 1 – 5%.

Для третьего сценария (рис.7,8), за защитным валом концентрация загрязнителя составляет величину порядка 30%, т.е. – интенсивность загрязнения за валом уменьшилась примерно втрое по сравнению с концентрацией внутри хранилища (рис.8).

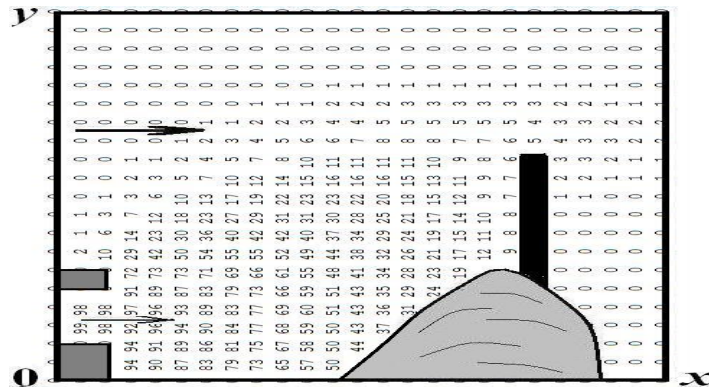


Рис. 7. Зона загрязнения приземного слоя атмосферы для момента времени $t=8с$ (третий сценарий)

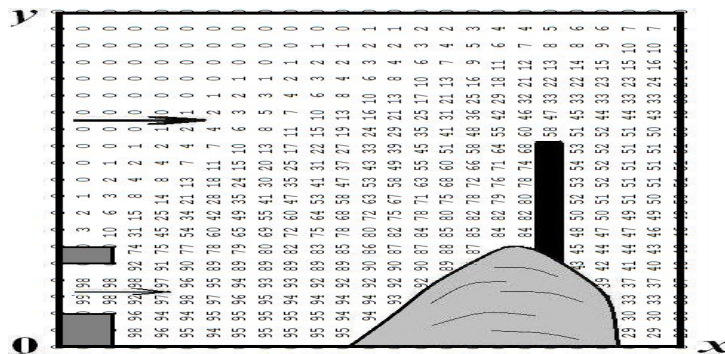


Рис. 8. Зона загрязнения приземного слоя атмосферы для момента времени $t=45с$ (третий сценарий)

Применение перегородки в данном случае привело к локальному снижению концентрации примерно на 50% (от уровня 84% до уровня 45%). Таким образом, применение перегородки на валу позволяет достаточно существенно снизить локальное загрязнение атмосферы на месте размещения хранилища.

В заключение отметим, что на расчет задачи потребовалось 5 мин компьютерного времени.

Выводы. Предложенная модель позволяет рассчитать гидродинамику ветрового потока с учетом его взаимодействия с газовым потоком – продуктом горения ракетного топлива. Разработанная модель была использована для оценки эффективности перегородки, размещенной на валу для локальной защиты атмосферы от загрязнения при чрезвычайной ситуации в хранилище. Дальнейшее совершенствование модели следует проводить в направлении ее развития для расчета 3-D переноса примеси в атмосфере.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий: учеб. пособие: в 6 кн. / Под ред. В. А. Котляревского, А. В. Забегаева. – М.: Изд-во АСВ, 2001–2005.
2. Антошкина Л. И. Моделирование аварийных ситуаций на промышленных объектах и безопасность жизнедеятельности / Л. И. Антошкина, Н. Н. Беляев, Л. Ф. Долина, Е. Д. Коренюк. – Д.: Нова ідеологія, 2011. – 123 с.
3. Беляев Н. Н. Моделирование процесса загрязнения атмосферы при горении твердого ракетного топлива / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов // Вісник Дніпропетр. ун-ту. Серія «Механіка». – Д., 2013. – Вып. 17. – Т.1. – С.179 – 184.
4. Беляев Н. Н. Математическое моделирование прогрева корпуса первой ступени

ракеты РС-22 при инициированном воздействии / Н. Н. Беляев, А. В. Берлов, А. И. Губин // Зб.наук.пр. НГУ. – Д.: Нац.гірнич.ун-т, 2012. – № 38. – С.192 – 201.

5. **Беляев Н. Н.** Численное моделирование загрязнения воздушной среды на промплощадках / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина, // ВісникДніпропетр.нац.ун-тузализнич.трансп.ім.акад. В. Лазаряна. – Вып. 16. – Д., 2007. – С. 18 – 20.

6. **Беляев Н. Н.** Математическое моделирование в задачах экологической безопасности и мониторинга чрезвычайных ситуаций : монография. / Н. Н. Беляев, Е. Ю. Гунько, П. Б. Машихина. – Д.: Акцент ПП, 2013. – 159 с.

7. **Бруязкий Е. В.** Теория атмосферной диффузии радиоактивных выбросов / Е. В. Бруязкий. – К.: Ин-т гидромеханики НАН Украины, 2000. – 443 с.

8. **Згуровский М. З.** Численное моделирование распространения загрязнения в окружающей среде / М. З. Згуровский, В. В. Скопецкий, В. К. Хрущ, Н. Н. Беляев. – К. : Наук. думка, 1997. – 368 с.

9. Методика прогнозування наслідків вилливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті. – К., 2001. – 33 с.

10. **Марчук Г. И.** Математическое моделирование в проблеме окружающей среды / Г. И. Марчук. – М.: Наука, 1982. – 320 с.

11. **Самарский А. А.** Теория разностных схем / А. А. Самарский. – М.: Наука, 1983. – 616 с.

12. **Belyaev M.** Air Pollution Modelling of Technogenic Catastrophes caused by Terrorist Attacks on Rail Transport of Chemical Substances / M. Belyaev // Simulation and Assessment of Chemical Processes in a Multiphase Environment. NATO Science for Peace and Security Series. – С.: Environmental Security, Springer, 2007. – P. 327 – 336.

13. **Biliaiev M. M.** Numerical simulation of indoor air pollution and atmosphere pollution for regions having complex topography / M. M. Biliaiev, M. M. Kharytonov // Conference Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and it's Application. – Torino, Italy, 2010. – № P1.7.

SUMMARY

Purpose. Development of CWE (Computational Wind Engineering) of model for the forecast of pollution of the atmosphere when burning solid rocket fuel in the storage, not demanding big expenses of computer time and use of powerful personal computers when carrying out expected calculations. The pollution forecast on the basis of the developed model is carried out on the scale of «microscale».

Methodology. For numerical integration of the equations of Navier – Stokes implicit differential schemes are used. For numerical integration of the equation of transfer of impurity is used alternately – the triangular implicit differential scheme of splitting.

Findings. The offered model allows to calculate hydrodynamics of a wind stream taking into account its interaction with a gas stream – a product of burning of rocket fuel. The developed model was used for an assessment of efficiency of use of the partition placed on a shaft for local protection of the atmosphere from pollution at an emergency situation in storage.

Originality. The numerical model, allowing to consider essential factors, such as influence of buildings, a relief and the meteoconditions, influencing process of dispersion of polluting substances in the atmosphere, and formation of a zone of pollution at emergency situations of chemically dangerous substances connected with issue is created.

Practical value. The developed numerical model can be used in practice for expected calculations of possible zones of pollution at emergency situations on chemically dangerous objects, and also when developing PEA (the plan of elimination of an accident).

REFERENCES

1. Аварійні катастрофи. Предупреження і ліквідація наслідків : учеб. Посібник : в 6 кн. / Под ред. В. А. Котляревського, А. В. Забегаява. – М. : Изд-во ASV, 2001 – 2005.

2. **Antoshkina L. I.** Modelirovanie aviariynyih situatsiy na promyishlennyih ob'ektah i bezopasnost zhiznedeyatel'nosti / L. I. Antoshkina, N. N. Belyaev, L. F. Dolina, E. D. Korenyuk. – Д. : Nova Ideologiya, 2011. – 123 с.

3. **Belyaev N.** Modelirovanie protsessazagryazneniya atmosfery iprigoreniitverdogoraketnogotopliva / N. N. Belyaev, A. V. Berlov // Visnik Dnipropetr. un-tu. Seriya «Mehanika». – D., 2013. – Vyip. 17
4. **Belyaev N. N.** Matematicheskoe modelirovanie progrevakorpusa pervoy stupeni rakety RS-22 pri initsirovanom vozdeystvii / N. N. Belyaev, A. V. Berlov, A. I. Gubin // Zb. nauk. pr. NGU. – D.: Nats. G. Irnich. un-t, 2012. – № 38. – S. 192 – 201.
5. **Belyaev N.** Chislennoe modelirovaniyazagryazneniyavozdushnoysredy inapromploschadkah / N. N. Belyaev, E. Yu. Gunko, P. B. Mashihina, // Visnik Dnipropetr. nats. un-tuzal Iznich. transp. Im. akad. V. Lazaryana. – Vyip. 16. – D., 2007. – S. 18 – 20.
6. **Belyaev N. N.** Matematicheskoe modelirovanie v zadachahekolozhicheskoy bezopasnosti imonitoringachrezvyichaynyih situatsiy : monografiya. / N. N. Belyaev, E. Yu. Gunko, P. B. Mashihina. – D.: Aktsent PP, 2013. – 159 s.
7. **Bruyatskiy E. V.** Teoriya atmosferynoy diffuzii radioaktivnyih vyibrosov / E. V. Bruyatskiy. – K.: In-t gidromekhaniki NAN Ukrainyi, 2000. – 443 s.
8. **Zgurovskiy M. Z.** Chislennoe modelirovanie rasprostraneniya zagryazneniya v okruzhayuscheysrede / M. Z. Zgurovskiy, V. V. Skopetskiy, V. K. Hrusch, N. N. Belyaev. – K.: Nauk. dumka, 1997. – 368 s.
9. Metodika prognozuvannya naslidkiv viliv (vikidu) nebezpechnih imichnih rehovin pri avaryah na promislovi hoh'ektah hitransportu. – K., 2001. – 33 s.
10. **Marchuk G. I.** Matematicheskoe modelirovanie v probleme okruzhayuscheysredy / G. I. Marchuk. – M.: Nauka, 1982. – 320 s.
11. **Samarskiy A. A.** Teoriya raznostnyih shem / A. A. Samarskiy. – M.: Nauka, 1983. – 616 s.
12. **Belyaev M.** Air Pollution Modelling of Technogenic Catastrophes caused by Terrorist Attacks on Rail Transport of Chemical Substances. Simulation and Assessment of Chemical Processes in a Multiphase Environment. NATO Science for Peace and Security Series / Environmental Security, Springer, C., 2007. – pp. 327 – 336.
13. **Biliaiev M. M., Kharytonov M. M.** Numerical simulation of indoor air pollution and atmosphere pollution for regions having complex topography. Conference Abstracts of 31st NATO / SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, Torino, Italy, 2010. № P1.7.

УДК 699.887.3

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБКИ ПОСАДОВИХ ІНСТРУКЦІЙ ПІД ЧАС ЗДІЙСНЕННЯ ВИХІДНОГО ДОЗИМЕТРИЧНОГО КОНТРОЛЮ НА РЕЖИМНІЙ ТЕРИТОРІЇ ВО «ПХЗ»

*А. С. Беліков, д. т. н., проф., О. В. Пилипенко, к. т. н., доц.,
А. В. Степанова, асп., Д. О. Комарецький, студ.*

Ключові слова: вихідний та вхідний радіаційний контроль, контроль-пропускний пункт (КПП), дозиметрист, інструкція, вантаж, транспортний засіб, дозові рівні

Актуальність. Рекомендації актуальні для державних та приватних підприємств, що працюють на території секретного виробництва та проводять роботи без будь-якого дотримання правил, що мають бути встановлені на території з особливим статусом і наявністю ділянок із підвищеними рівнями радіоактивного забруднення. Реалії сьогодення потребують більш чіткої взаємодії між службами контролю ДП «38 ВІТЧ» при перетині транспортними засобами з продукцією та матеріалами периметру режимної території.

Аналіз публікацій. Триваліширокомасштабні дослідження дозволили виявити характерні закономірності впливу природних і антропогенних джерел іонізуючих випромінювань навеличину ефективної дози опромінення населення прийнятив 90-х роках ХХ століття сучасну концепцію радіаційного захисту людини [3; 7].

Дослідженнями встановлено, що в Баглійському районі м. Дніпродзержинськ радіаційна небезпека зумовлена розміщенням п'яти хвостосховищ: «Західне», «Центральний Яр», «Південно-Східне», «Дніпровське» і розташованого по вул. Сергія Лазо, які є техногенними