

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ РЕГИОНОВ ДОНБАССА ВСЛЕДСТВИЕ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

Г. Я. Дрозд, Е. И. Верех-Белоусова

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет им. Владимира Даля»,
г. Луганск, Россия

В статье дан глубокий и подробный анализ экологических последствий военных действий, являющихся одним из основных источников нарушений в системе «человек – природа». Приведены результаты комплексного влияния всех составляющих антропогенных факторов боевых действий на атмосферу, ландшафт и почву в зоне проведения специальной военной операции в Донбассе. Оценен масштаб и последствия для экологии региона каждого из факторов. Установлены и изучены основные факторы: взрывы, пожары, перемещение земляных масс, загрязнение и захламление почв территории. Полученные данные уникальны, их достоверность подтверждается результатами немногочисленных исследований. Приведенные результаты требуют соответствующего осмысления и реагирования для возобновления и обеспечения нормальной жизнедеятельности на территориях.

Ключевые слова: экология; загрязнение атмосферы; физическая деградация почвы; экологическая опасность.

1. Введение

Любая война в истории человечества – это экологическая катастрофа. Военные действия в Донбассе оказывают комплексное негативное воздействие на окружающую природную среду региона. Боевые действия в Донбассе длятся 10 лет, а самая активная ее фаза – специальная военная операция (СВО) – почти два года. Проводимые военные действия на территории Луганской Народной Республики предоставляют возможность изучать и наблюдать изменения природных сред на реальных фактах, находясь внутри событий. Вопрос комплексного исследования негативного воздействия боевых действий на окружающую среду Донбасса не изучен, и поэтому возникает актуальная проблема оценки деградации природных сред в результате проведения боевых действий.

Цель работы – оценить влияние военных действий на качество окружающей среды Донбасса и выполнить прогноз последствий от ее деградации.

2. Материалы и методы

Исходные данные получены из открытых источников в СМИ и оперативных сводок компетентных ведомств на официальных сайтах. В полевых исследованиях использовалась фотофиксация объектов, измерения объектов и отдельных элементов проводили с помощью металлических измерительных лент. Ряд оценок получен расчетным путем с использованием справочных материалов.

Объектами исследования стали места активных боевых действий двух освобожденных населенных пунктов Луганской Народной Республики: г. Кременная, г. Попасная. Исследовались непосредственно воронки от взрывов и состояние почвенного профиля.

3. Результаты

На момент подготовки статьи продолжительность специальной военной операции составляла 700 дней. Зона проведения СВО охватывает примерно 65 % территории новых регионов России (приблизительно 83 000 км² из 127 тыс. км²).

Общая численность противоборствующих войск на этой территории оценивается минимум в 600 000 человек. По информации из компетентных источников [1], за время конфликта использовано около 27 млн снарядов (примерно 1,5 млн т) и около 400 млн патронов (примерно 2 500 т). Исходя из того, что масса взрывчатых веществ составляет 10–20 % от массы боеприпаса, то общее количество использованной взрывчатки оценим в 300 тыс. т, что эквивалентно по мощности 25 ядерным бомбам (по 12 кт), сброшенных на Хиросиму.

По данным МО РФ, «всего с начала проведения специальной военной операции уничтожено: 564 самолета, 263 вертолета, 10 272 БПЛА, 445 ЗРК, 14 412 танков и других боевых бронемашин, 1 194 боевые машины РСЗО, 7 578 орудий полевой артиллерии и минометов, а также 16 905 единиц спецтехники» [1].

При эксплуатации указанной техники использовано более 12 млн т топлива в виде дизельного, бензина и керосина. На территориях ДНР и ЛНР вражескими вооруженными силами уничтожено и сожжено несколько хранилищ топлива суммарным объемом 250 тыс. т. Все эти средства ведения боевых действий стали источником загрязнения воздушного бассейна.

Зафиксированные цифры использованы для оценки вредных выбросов в окружающую среду от данного количества техники в течение проведения операции.

Приведенные данные о средствах ведения боевых действий являются крайне приблизительными, т. к. учесть все практически невозможно. Однако они позволяют сформулировать и оценить потенциальную угрозу окружающей природной среде не с точки зрения погубленных жизней и разрушений, а с позиций изменения качества ее отдельных компонентов. Рассмотрим их подробнее.

Атмосфера. Взрывчатые вещества рассеиваются при использовании их в бою. Образующиеся в момент взрыва заряда газообразные продукты находятся под давлением 200–250 тыс. атмосфер и нагреты до температуры 3 500–4 000 °С [2]. Рассмотрим виды и количество образующихся газов.

В военной сфере широко используется не более 2–3 десятков видов различных взрывчатых веществ. Так называемый дымный порох (75 % KNO_3 ; 10 % S и 15 % C) приблизительно соответствует составу $2\text{KNO}_3 + 3\text{C} + \text{S}$, и его сгорание происходит в две стадии:



В результате реакции выделяется гораздо более сложный спектр продуктов сгорания, как правило, на 40 % состоящий из газообразных и на 60 % – из твердых производных продуктов реакции в виде выделения дыма (рис. 1).



Рис.1. Визуальный факел взрыва

Дымный порох в основном используется в дополнительных минных метательных зарядах.

Взрывчатое вещество подавляющего количества боеприпасов представлено рядом артиллерийских бездымных порохов на основе тринитротолуола, нитроглицерина, гексогена, пироксилина и их комбинаций. Согласно справочным источникам [2], при взрыве аммотола происходит реакция:



Процесс взрыва пироксилина (восьмиазотной нитроклетчатки) описывается реакцией [2]:



Представляет интерес определить количество пороховых газов. Вот как специалисты отвечают на этот вопрос [2]: «Главная особенность порохового цикла – превращение высокоплотной фазы твердых компонентов заряда в низкоплотную фазу рабочих газов. Это – результат необратимых окислительно-восстановительных реакций “горючее + окислитель = продукты-газы”. Масса продуктов-газов равна массе пороха, поэтому объем пороховых газов будет превышать объем пороха пропорционально отношению плотностей исходного заряда и газовой фазы» [2].

Вычислим объем газообразных продуктов взрыва 1 кг тротила $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{CH}_3$. Уравнение его взрывчатого разложения:



Как следует из вышеизложенного, основными загрязнителями атмосферы являются газообразные компоненты CO , CO_2 , SO_2 , NO_2 и твердые продукты в виде сажи и некоторых солей.

Объем газообразных продуктов:

$$V_{\text{газ}} = \frac{22,4(2,5+3,5+1,5)}{1 \times 227} = 0,740 \text{ м}^3. \quad (1)$$

Объем монооксида углерода, или угарного газа (CO):

$$V_{\text{CO}} = \frac{22,4(3,5)}{1 \times 227} = 0,345 \text{ м}^3. \quad (2)$$

Исходя из имеющихся данных, при взрыве 300 тыс. т взрывчатых веществ образуется 103 млн 500 тыс. м^3 чистого угарного газа (CO) (118 тыс. т). Так как ПДК для отдельных компонентов, таких как CO , CO_2 , SO_2 , NO_2 , находится на уровне 0,04–6 $\text{мг}/\text{м}^3$, то необходимо «разбавление» еще на 6 порядков. Отсюда следует, что взрыв 300 тыс. т пороха образует условное газовое облако объемом 103 500 км^3 с концентрацией загрязнений внутри облака больше ПДК. Это подтверждается исследованиями экспертов организации «Экология–Право–Человек», которые ранее автором приводились [3] (рис. 2).

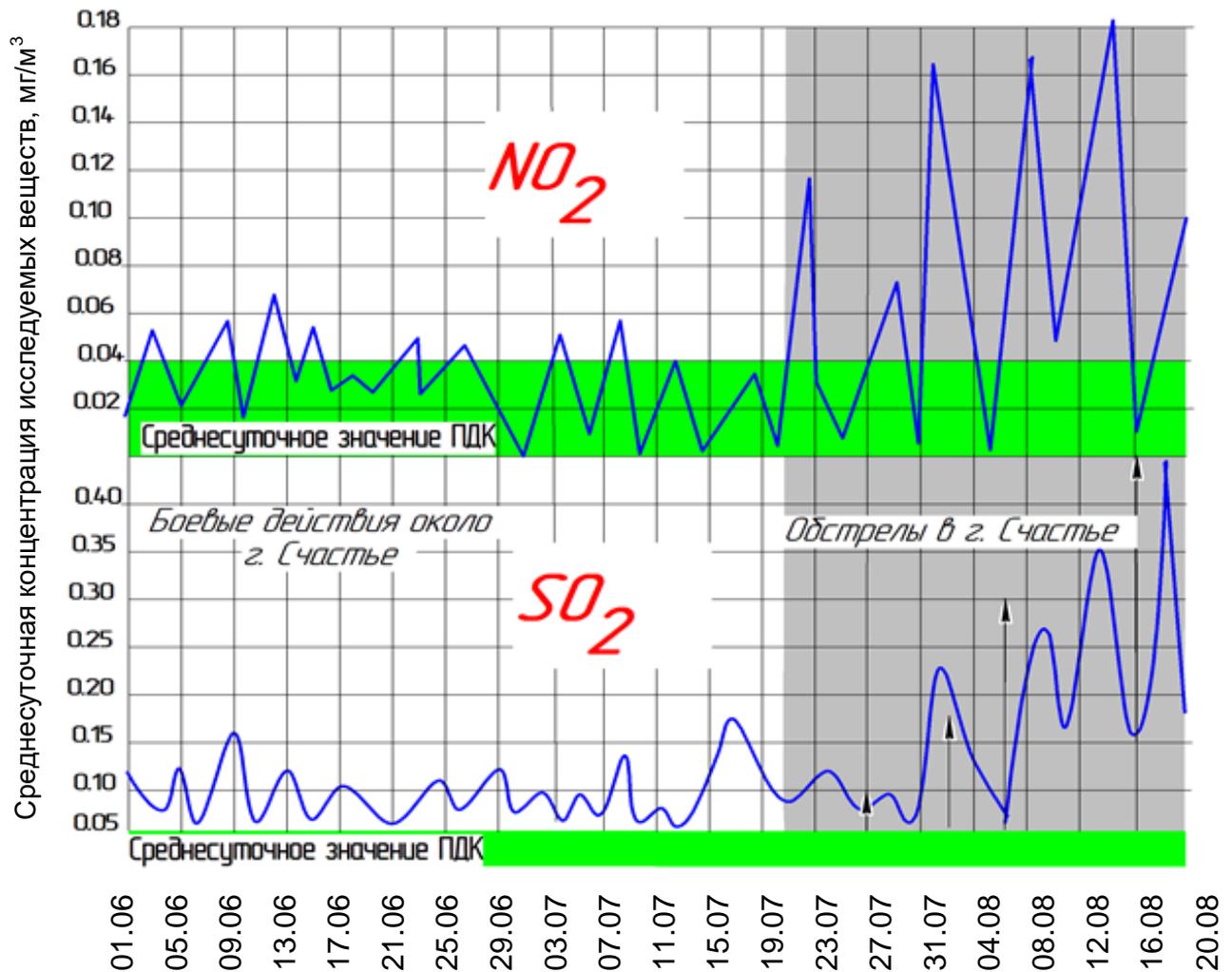


Рис. 2. Концентрация продуктов сгорания взрывчатых веществ в воздухе при обстреле г. Счастье в 2014 г. [3]

Исследованиями установлено, что показатели содержания в воздухе отдельных веществ существенно превысили допустимые нормы концентрации. Исследование выполнено с использованием данных Автоматизированной системы мониторинга окружающей среды Луганской области. Во время обстрелов вооруженными силами Украины (далее – ВСУ) г. Счастье с третьей декады июля по третью декаду августа 2014 г. в воздухе значительно увеличилась концентрация оксидов серы, азота и углерода. При этом количество оксидов серы и азота значительно превысило пределы допустимой концентрации: 13 августа – в 5 раз, а 14 августа – в 8 раз. Превышение концентрации в воздухе оксидов серы, углерода и азота является угрозой для здоровья населения и зеленых насаждений.

Атмосфера интенсивно загрязняется и выхлопными газами военной тяжелой техники и авиации, а также продуктами горения бензина и солярки разрушенных и горящих хранилищ топлива (рис. 3).



Рис. 3. Горящая нефтебаза в Луганске после обстрела ВСУ

Как было отмечено выше, военной техникой было использовано порядка 12 млн т топлива + выгорели емкости с 250 тыс. т топлива. Всего 12,25 млн т.

Для расчетов принят бензин. По данным Министерства энергетики РФ, при сжигании 1 л бензина образуется 2,35 кг CO_2 .

Таким образом, при сжигании всего топлива образуется: $12,25 \text{ млн т} \times 2,35 = 28,79 \text{ млн т } \text{CO}_2$. Объем газа при нормальных условиях при плотности $\rho = 1,98 \text{ кг/м}^3$ составит 56,9 млрд м^3 , но при приведении к значениям размерностей по ПДК, получим размер гипотетического облака углекислого газа объемом 600 тыс. км^3 . Наряду с углекислым газом при сгорании топлива выделяется большое количество сажи (С), оксида углерода (СО), оксидов азота (NO , NO_x), углеводородов (C_nH_m).

Суммарная масса загрязнений атмосферы продуктами взрывов взрывчатых веществ (далее – ВВ) и продуктами горения топлива за время военных действий составила 29,9 млн т. Сравним полученное значение «военных» загрязнений с загрязнениями, произведенными эталонным промышленным предприятием.

За 2012 г. наибольшее количество выбросов в атмосферный воздух Луганской области осуществил ПАО «Алчевский металлургический комбинат» – 83 тыс. т. (19 % от общих выбросов по области за указанный год), таким образом, 700 дней боевых действий в Донбассе по загрязнению атмосферы эквивалентны 361 году бесперывной работы крупнейшего промышленного предприятия Луганщины.

Почва, грунты. Оценим влияние основных негативных факторов военных действий на территорию, ландшафт и почву.

Артиллерийские воронки от взрывов. По данным представительства ДНР в СЦКК [1], ежедневный расход снарядов российскими подразделениями в ходе спецоперации составляет от 10 до 50 тыс. единиц. В год это число составляет приблизительно 11 млн снарядов, у ВСУ ежесуточный расход – 6–7 тыс. снарядов (примерно до 200 тыс. в месяц, т. е. суммарно около 2,4 млн/год). Таким образом, за два года обеими сторонами использовано 26,8 млн единиц артиллерийских боеприпасов. Кроме того, в боевых действиях используется большое количество ракет, реактивных взрывных устройств и менее мощных боеприпасов.

Остановимся на снарядах. С обеих сторон используется широкий спектр калибров боеприпасов, но наиболее часто употребляемые калибры 100, 120, 122, 125, 152, 155, 203 мм. Характеристика некоторых боеприпасов и вызываемое ими взрывное действие приведено в табл. 1 и рис. 4 и 5. Размеры воронок зависят от массы боеприпаса и взрывчатого вещества.

Таблица 1. Характеристика артиллерийских снарядов [2]

Калибр снаряда	Масса снаряда, кг	Масса взрывчатого вещества, кг	Размер воронки	
			D, м	H, м
122	25	3,32	3–4	1–1,5
152	45	7,5	4–5	1,5–1,8
203	102	16	5–7	2–3,5



а

б

в

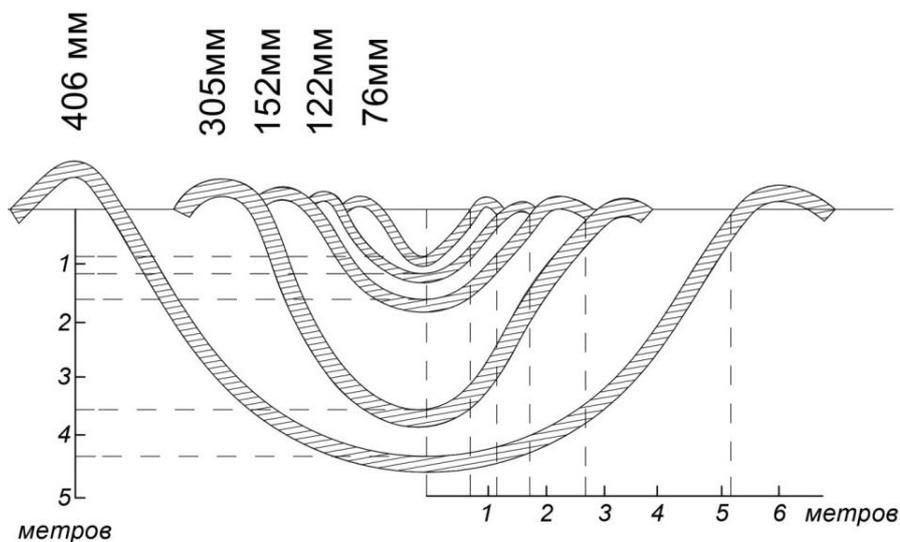
Рис 4. Воронки от боеприпасов:
а) от снаряда калибром 155 мм; б) от мин 82 мм; в) от мины 120 мм

Рис. 5. Номограмма зависимости размеров взрывной воронки (радиус и глубина) от калибра боеприпаса [2]

Размеры воронки на рис. 4 а составляют: диаметр – 4,5 м, глубина – 2,2 м, диаметр по внешнему валу выброшенного грунта равен примерно 15 м. Определим объем выброшенного грунта снарядом калибра 155 мм как объем конуса высотой 2,2 м и диаметром основания 4,5 м:

$$V = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 11,7 \text{ м}^3.$$

Тогда суммарный объем грунта, выброшенного 26 млн 800 тыс. взрывами, составит примерно 313,5 млн м³.

Площадь нарушенной территории диаметром 15 м (сама воронка и кольцевой слой грунта вокруг нее составит):

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = 176 \text{ м}^2.$$

Суммарная площадь территории от воронок и земляных выбросов составит 4716 км².

Плотность артиллерийского обстрела характеризует рис. 6.



Рис. 6. Плотность артиллерийского обстрела лесополос под г. Бахмутом (Артемовск). Вид с квадрокоптера

Кроме механического перемещения грунта вследствие взрыва в горизонтальном и вертикальном направлениях происходит и активное его загрязнение металлическими включениями – осколками от боеприпасов. По результатам ранее проведенных нами исследований, средняя концентрация осколков на 1 м² почвы достигает 170–200 г/м² (рис. 7) [3].



Рис. 7. Осколки снарядов

Масса металлических осколков на территории СВО составляет не менее 0,2 кг/м² × 4716 км² = 943 т, что координирует с массой использованных боеприпасов – 1,5 млн т.

Образующиеся при взрыве заряда газообразные продукты находятся под давлением 20–25 ГПа (200–250 тыс. атмосфер), нагреты до температуры порядка 3 500–4 000°С и занимают объем, равный объему заряда взрывчатых веществ [2]. Это приводит к частичному выгоранию гумуса и образованию спекшихся частиц грунта (рис.8).



Рис. 8. Оплавленные неорганические гранулы грунта фракцией 1–2 мм

Поверхность земли на локальных участках усеяна стреляными гильзами и остатками боеприпасов (рис. 9).



Рис. 9 Поверхностное загрязнение почвы остатками боеприпасов

Фортификационные сооружения. Кроме взрывного воздействия боеприпасов, на преобразование ландшафта и деградацию почвы оказывают влияние земляные фортификационные работы и заградительные сооружения.

Оценим их объем и вклад в деградацию почв в районе военных действий. Согласно Уставу сухопутных войск [4] территория опорного пункта мотострелкового взвода (30–35 человек) достигает 12 га (рис.10).

В зоне СВО с обеих сторон находятся примерно 600 тыс. человек, или приблизительно 20 000 взводов. Тогда суммарная территория укрепрайонов составит 240 тыс. га, или 2 400 км².

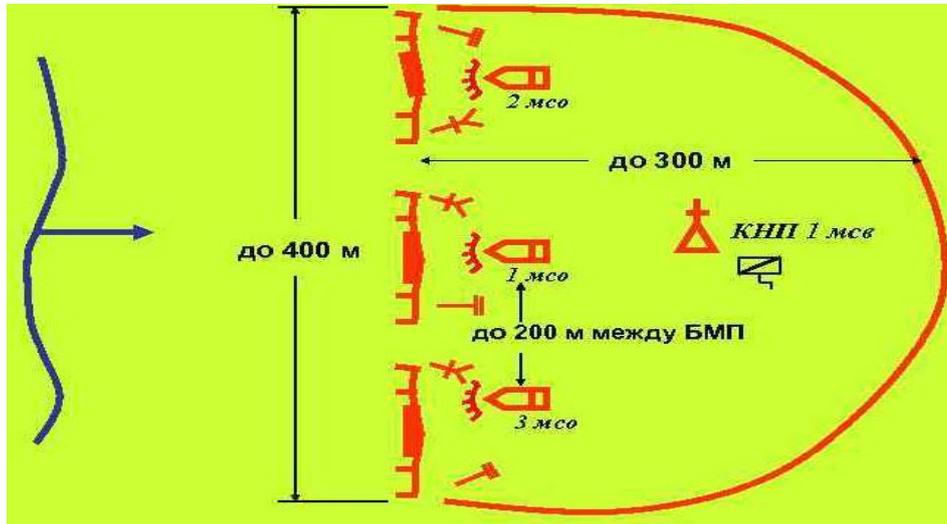


Рис.10. Тактические нормы для взвода

По данным официальных военных источников [5, 6], протяженность окопов российских войск достигает 2 000 км, ориентировочно протяженность украинских укреплений такая же. Профиль окопа имеет размеры $1 \times 1,5-1,8$ м. Объем земляных работ при отрывке окопов составит 6 млн м^3 . Прибавим сюда земляные работы по обустройству взводных опорных пунктов [6] – 6 млн м^3 . Суммарный объем земляных работ при создании этого вида сооружений 12 млн м^3 . Полоса территории, изымаемой под окопы с насыпанным бруствером, составляет примерно 10 м, тогда суммарная площадь под земляными сооружениями достигает минимум 60 км^2 (рис. 11).



Рис.11. Окопы:

- а) строительство российских окопов; б) окопы ВСУ в лесополосах;
в) мегаокоп длиной 70 км (вид со спутника)

Блиндажи и инженерные заграждения. Блиндаж – это постоянное или временное подземное фортификационное сооружение для защиты от пулеметного, артиллерийского и минометного огня (рис. 12 а). Инженерные заграждения предназначены для препятствия и затруднения маневров военной техники (рис. 12 б). Блиндажи устраиваются из расчета минимум один на отделение (10 человек), и на его сооружение по нормам [6] необходимо $10,3 \text{ м}^3$ строительного материала, как правило, древесины. В зоне боевых действий находится не менее 60 тыс. таких объектов, в составе которых заключено более 600 тыс. м^3 строительных материалов.



Рис.12. Фортификационные сооружения:
а) блиндаж; б) заграждение типа «зуб дракона»

В зоне СВО используются преимущественно два типа инженерных заграждений: так называемые «зубы дракона» и минные поля [6]. Первый тип представляет собой бетонные пирамиды высотой 90 или 120 см, устанавливаемые в несколько рядов в шахматном порядке на расстоянии 2–3 м друг от друга.

Второй тип заграждений – минные поля (рис. 13).



Рис.13. Минные поля

Они представляют собой скрытно или открыто установленные в большом количестве противопехотные или противотанковые мины. По оценке военных экспертов, около 30 % территории Украины заминировано [7]. После начала боевых действий на Украине 250 тыс. км^2 территории покрыто минными полями, на полное разминирование которых потребуются десятки лет, а некоторые источники указывают, что для полного разминирования такой территории уйдет более сотни лет [8].

Площадь минных полей превышает территорию СВО, т. к. основная их часть установлена Украиной вдоль границ с сопредельными государствами.

Сожженная и поврежденная техника. Согласно последним статистическим данным Министерства обороны РФ всего с начала проведения специальной военной операции уничтожено 536 самолетов, 254 вертолета, 9009 БПЛА, 441 ЗРК, 13 500 танков и других боевых бронемашин, 1 185 боевых машин РСЗО, 7 128 орудий полевой артиллерии и минометов, а также 15 369 единиц спецтехники.

При поражении техники происходит ее возгорание, утечка топлива, возможный взрыв и разрушение (рис. 14).



Рис. 14. Горящая поврежденная техника

Примем площадь пожара от единицы техники – 100 м^2 , тогда суммарная площадь очагов горения составит минимально 5 км^2 с загрязнением и деструкцией поверхностного слоя почвы.

На момент подготовки статьи в ДНР и ЛНР освобождено 242 населенных пункта площадью от одного до сотен квадратных километров.

По нашим грубым оценкам, суммарная площадь освобожденной городской застройки составляет более $1\,000 \text{ км}^2$ с характерными разрушениями, приведенными на рис. 15. Многие объекты восстановлению не подлежат. Масса строительного мусора исчисляется миллионами тонн (разрушено и повреждено до 100 тыс. объектов), а плотность такого техногенного загрязнения превышает $1\,000 \text{ т/км}^2$ [3].





Рис. 15. Состояние разрушенных городов

По данным [3], в зону боевых действий попало более 2 700 км² лесов и при этом не менее их трети (900 км²) пострадали от вырубки, пожаров, боевых действий и уничтожения (рис. 16).



Рис. 16. Состояние лесов в зоне боевых действий (под г. Кременная)

Резюмируя вышеизложенное и опираясь на опыт СВО, представляется возможным выполнить комплексный анализ факторов негативного воздействия на окружающую среду в результате ведения длительных боевых действий и их последствий (табл. 2).

Таблица 2. Анализ факторов негативного воздействия на окружающую среду

Фактор воздействия	Последствия
Взрыв боеприпасов	Количество воронок более 26,8 млн штук с выбросом грунта объемом более 313,5 млн м ³ . Суммарная площадь пораженной взрывами территории более 4 716 км ²
Фортификационные сооружения	Количество вынутого грунта составляет более 12 млн м ³ . Площадь земли, выделенная под опорные пункты и фортификационные сооружения, составляет около 2 460 км ²
Инженерные заграждения	Заграждение «зуб дракона» занимает территорию не менее 5 км ² . Минные поля занимают территорию 70 000 км ² (практически вся зона СВО)

Окончание табл. 2

Фактор воздействия	Последствия
Поврежденная техника	Территория очагов горения или корродирующей поврежденной техники составляет 3 км ³
Сгоревшие, вырубленные и уничтоженные лесонасаждения	Площадь территории составляет 900 км ²
Захламление территории разрушенными промышленными и гражданскими объектами	Площадь территории более 1000 км ² . Объем строительного мусора составляет миллионы тонн
Загрязнение почвы металлическими включениями – осколками боеприпасов	Плотность загрязнения – 0,2 кг/м ² или более 943 000 т металла
Мины, минные поля	До 80 % территории зоны СВО

4. Выводы.

Проведенный детальный анализ и составленная на основе его комплексная количественная оценка деградации окружающей среды вследствие военных действий в Донбассе позволяет сделать следующие выводы:

1. Длительные боевые действия – важнейший антропогенный фактор в изменении экологии региона Донбасса, влияющий абсолютно на все сферы окружающей природной среды, а потенциал фактора в виде средств ведения этих действий можно охарактеризовать мощностью использованного оружия: 1,5 млн т снарядов (300 тыс. т взрывчатых веществ), что эквивалентно 25 ядерным бомбам, сброшенных на Хиросиму.
2. Масса газообразных веществ, загрязняющих атмосферу вследствие взрывов боеприпасов, сгорания топлива и пожаров, превышает 30 млн т, а объем гипотетического облака с концентрацией CO, CO₂, превышающих ПДК, составляет не менее 600 тыс. км³.
3. Физико-механическую деструкцию почвы вследствие боевых действий можно рассматривать как последствия антропогенного фактора от различных видов воздействия.
4. Перемещение и перемешивание огромных масс почвы, загрязнение и захламление территории вызывает изменение ее биогеохимического баланса, что безусловно негативно отразится на ее продуктивности.

5. Список литературы

1. В настоящее время ежедневный расход снарядов в СВО/Представительство ДНР в СЦКК. 2023. – URL: <http://www.dnr-sckk.ru> (дата обращения: 19.09.2023).
2. Андреев К. К. Теория взрывчатых веществ. / К. К. Андреев, А. Ф. Беляев. – М: Оборонгиз, 1960. – 595 с.
3. Дрозд, Г. Я. Оценка деградации качества окружающей среды Донбасса вследствие годовых боевых действий / Г. Я. Дрозд // Агротехника и энергообеспечение. – №2 (39). – 2023. – С. 90–100. – ISSN: 2410-5031.
4. Боевой устав сухопутных войск. – М.: МО РФ, 2013. – 801 с.
5. Названа длина возведенных в ходе СВО российскими военными оборонительных сооружений. 2023. – URL: <https://lenta.ru/news/2023/01/20/rubezhi/> (дата обращения: 20.01.2023)
6. Полевые сооружения и заграждения для войсковых позиций: краткий справочник / под ред. А.С. Леменовского. – М.: Военное изд-во Министерства Обороны Союза ССР, 1956. – 159 с.
7. Украину признали самой заминированной страной в Мире. 2023. – URL: <https://lenta.ru/news/2023/01/29/miny/> (дата обращения: 22.09.2023).

8. Названы сроки разминирования территории Украины.
URL:<https://lenta.ru/news/2023/07/22/ukr/> (дата обращения: 22.09.2023).

Сведения об авторах:

Дрозд Геннадий Яковлевич, д. т. н., профессор кафедры промышленного, гражданского строительства и архитектуры ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», ЛНР, Россия. Эл. почта: drozd.gya@mail.ru

Верех-Белоусова Екатерина Иосифовна, к. т. наук, доцент кафедры химии и инновационных химических технологий ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», ЛНР, Россия. Эл. почта: kate3152@yandex.ru

CHANGES THE ENVIRONMENTAL SITUATION OF DONBASS REGIONS DUE TO MILITARY ACTIONS

G.Ya. Drozd, E.I. Verekh-Belousova

Lugansk State University named after Vladimir Dahl, Lugansk, LPR, Russia

The article provides a deep and detailed analysis of the environmental consequences of military operations, which are one of the main sources of violation in the "man–nature" system. The results of the complex influence of all components of anthropogenic factors of hostilities on the atmosphere, landscape and soil in the zone of a special military operation in Donbass are presented. The scale and consequences for the ecology of the region of each of the factors are estimated. The main factors have been identified and studied: explosions, fires, displacement of earth masses, pollution and cluttering of the soil of the territory. The data obtained are unique, their reliability is confirmed by the results of a few researchers. The analysis of data of physical and mechanical destruction of soil because of battle actions is presented as a complex anthropogenic factor, characterized the types of influence and their consequences. Findings and results are reliable, unique and require the proper comprehension and reacting for renewal and ensure normal life in the territories.

Keywords: ecology; contamination of atmosphere; physical degradation of soil; ecological danger.

References

1. V nastojashhee vremja ezhednevnyj rashod snarjadov v SVO / Predstavitel'stvo DNR v SCKK. 2023. URL: <http://www.dnr-sckk.ru> (data obrashhenija: 19.09.2023)
2. Andreev, K. K. Teorija vzryvchatyh veshhestv. / K. K. Andreev, A. F. Beljaev. – M.: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izd-vo OBORONGIZ, 1960. – 595 s.
3. Drozd, G.Ja. Ocenka degradacii kachestva okruzhajushhej sredy Donbassa vsledstvie godovyh boevyh dejstvij / G. Ja. Drozd // Agrotehnika i jenergoobespechenie. – №2 (39). – 2023. – S. 90–100. (Vam nado svoj vstavit' DOI 10.25791/esip.09.2020.1176. – EDN ASHHV)
4. Boevoj ustav suhoputnyh vojsk. – Moskva: MO RF, 2013. – 801 s.
5. Nazvana dlina vozvedennyh v hode SVO rossijskimi voennymi oboronitel'nyh sooruzhenij. – 2023. – URL:<https://lenta.ru/news/2023/01/20/rubezhi/>(data obrashhenija: 20.01.2023)
6. Polevye sooruzhenija i zagrazhdenija dlja vojskovykh pozicij: kratkij spravocnik / pod red. A. S. Lemenovskogo. – M.: Voennoe izd-vo Ministerstva Oborony Sojuza SSR, 1956. – 159 s.
7. Ukrainu priznali samoj zaminirovannoj stranoj v Mire. 2023. – URL:<https://lenta.ru/news/2023/01/29/miny/>(data obrashhenija: 22.09.2023)
8. Nazvany sroki razminirovanija territorii Ukrainy. URL:<https://lenta.ru/news/2023/07/22/ukr/> (data obrashhenija: 22.09.2023)