

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 502/504

Г. Я. Дрозд, д-р техн. наук

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Луганский государственный университет
им. Владимира Даля», г. Луганск

ФИЗИЧЕСКО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВ ВСЛЕДСТВИЕ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ В ЗОНЕ ПРОВЕДЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ

Приведены результаты комплексного влияния всех составляющих антропогенных факторов боевых действий на территорию, ландшафт и почву в зоне проведения специальной военной операции в Донбассе. Оценен масштаб и последствия для экологии региона каждого из факторов. Основные факторы: перемещение земляных масс, загрязнение и засорение почв и территории, пожары и прочее. Полученные данные уникальны, их достоверность подтверждается результатами немногочисленных исследователей. Приведенные результаты требуют соответствующего осмысления и реагирования для возобновления и обеспечения нормальной жизнедеятельности на территориях.

Ключевые слова: военные действия, экология, физическая деградация почвы, антропогенное загрязнение почвы

Введение

Война в Донбассе длится почти 10 лет. Это вдвое больше, чем Великая Отечественная. Оценки потерь, ущерба, человеческого горя от Великой Отечественной войны учеными давно проведены, но постоянно уточняются на протяжении десятилетий. Люди старшего поколения помнят, что в 1946–47 гг. в СССР был «послевоенный голод». Историки выделяют несколько основных причин голода 1946–47 годов: разруха, вызванная войной, сильная засуха 1946 года в регионах европейской части СССР и затяжные дожди на востоке, упадок сельского хозяйства в виде нехватки рабочих рук, техники, скота, удобрений и экономической политики руководства страны [1]. Однако экологические последствия той войны практически не изучены. Проводящаяся в настоящее время специальная военная операция (СВО) предоставляет уникальную возможность изучить деградацию одного из основных компонентов окружающей среды – почвы на реальных фактах и наблюдениях.

Почва – это исчерпаемый природный ресурс, и по человеческой шкале времени он не возобновляется. Самая главная и незаменимая ее ценность – это плодородие почвы, способность обеспечивать растения элементами питания. Федеральным законом № 101 от 16.07.1998 г. «О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения» [2] под деградацией земель сельскохозяйственного назначения понимается ухудшение свойств земель сельскохозяйственного назначения в результате природного и антропогенного воздействий. Государственный стандарт ГОСТ 27593-88 «Почвы. Термины и определения» [3] дает схожее Федеральному закону определение. Согласно этому ГОСТу деградация почвы – это ухудшение свойств и плодородия почвы в результате воздействия природных или антропогенных факторов (в нашем случае – военные действия).

Все виды деградации почв условно делятся на три основные группы:

– физическая деградация – ухудшение физических и водно-физических свойств почвы, нарушение почвенного профиля, засыпка гумусового плодородного слоя почвообразующей породой;

- химическая деградация – ухудшение химических свойств почв;
- биологическая деградация – сокращение численности видового разнообразия и оптимального соотношения различных видов микроорганизмов, загрязнение почвы патогенными микроорганизмами, ухудшение санитарно-эпидемиологических показателей.

По имеющимся сведениям [4] деградация почв под действием природных факторов с течением времени приводит к снижению урожайности отдельных сельхозкультур на 20–80 %.

Физическая деградация почвы вследствие антропогенного фактора, в частности боевых действий, предполагающих трансформацию и износ почвы вследствие высокой антропогенной нагрузки в виде взрывов боеприпасов, пожаров, создания фортификационных сооружений, разрушения объектов и т. д., в настоящее время практически не изучено.

Цель работы – выполнить оценку физической и механической деградации ландшафта и почвы в зоне проведения боевых действий.

Методика исследований

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

Результаты и обсуждение

На момент подготовки статьи продолжительность специальной военной операции составляла около 2-х лет. Зона проведения СВО охватывает примерно 55 % территории новых регионов России (приблизительно 70 000 км² из 127 тыс. км²). Общая численность противоборствующих войск на этой территории оценивается минимум в 600000 человек.

Оценим влияние основных негативных факторов военных действий на территорию, ландшафт и почву в зоне военных действий.

Артиллерийские воронки от взрывов

По данным представительства ДНР в СЦКК [5] ежедневный расход снарядов российскими подразделениями в ходе спецоперации составляет от 10 до 50 тыс. единиц. В год это приблизительно 11 млн снарядов. Ежесуточный расход ВСУ – 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 $13,4 \cdot 2 = 26,8$ 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 таблице 1, рисунках 1 и 2. Размеры воронок зависят от массы боеприпаса и взрывчатого вещества.

Таблица 1 – Характеристика артиллерийских снарядов [6]

Калибр снаряда, мм	Масса снаряда, кг	Масса взрывчатого вещества, кг	Размеры 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



a – от снаряда калибром 155 мм; *б* – от мины 82 мм; *в* – от мины 120 мм

Рисунок 1 – Воронки от боеприпасов

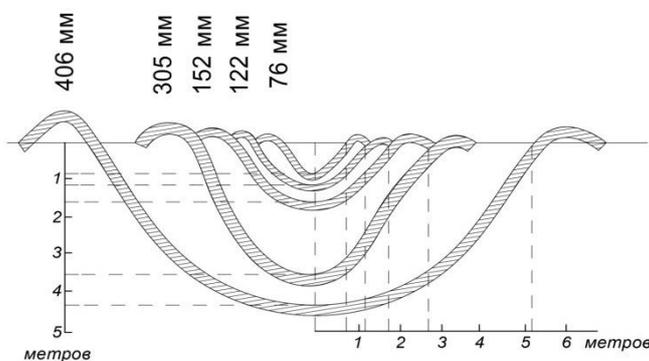


Рисунок 2 – Номограмма зависимости размеров взрывной воронки (радиус и глубина) от калибра боеприпаса [6]

Размеры воронки на рисунке 1 *a* 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:

$$V = \frac{1}{3} \cdot h \cdot \frac{\pi d^2}{4} = \frac{1}{3} \cdot 2,2 \cdot \frac{3,14 \cdot 4,5^2}{4} = 11,7 \text{ м}^3.$$

Суммарный объем выброшенного 26 800 000 взрывами грунта составляет примерно 313,5 млн м³.

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

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 15^2}{4} = 176 \text{ м}^2.$$

Суммарная площадь территории воронок и земляных выбросов составляет:
 $176 \text{ м}^2 \cdot 26\,800\,000 = 4\,716\,000\,000 \text{ м}^2 = 4716 \text{ км}^2.$

Плотность артиллерийского обстрела характеризует рисунок 3.



Рисунок 3 – Плотность артиллерийского обстрела лесополос под Бахмутом (Артемовском) – вид с квадрокоптера

Кроме механического перемещения грунта вследствие взрыва в горизонтальном и вертикальном направлении происходит и активное его загрязнение металлическими включениями – осколками от боеприпасов. По ранее проведенным нами исследованиям средняя концентрация осколков в 1 м^2 грунта достигает $170\text{--}200 \text{ г/м}^3$ (рисунки 4, 5) [7].

Масса металлических осколков на территории СВО составляет не менее $0,2 \text{ кг/м}^2 \times 4716 \text{ км}^2 = 943\,000 \text{ т}$, что коррелирует с массой использованных боеприпасов.

Образующиеся при взрыве заряда газообразные продукты находятся под давлением $20\text{--}25 \text{ ГПа}$ ($200\text{--}250$ тысяч атмосфер), нагреты до температуры порядка $3\,500\text{--}4\,000 \text{ }^\circ\text{C}$ и занимают объем, равный объему заряда взрывчатых веществ [6]. Это приводит к частичному выгоранию гумуса и образованию спекшихся частиц грунта (рисунок 5).



Рисунок 4 – Осколки снарядов



Рисунок 5 – Оплавленные неорганические гранулы грунта фракцией 1–2 мм

Поверхность земли на локальных участках усеяна стреляными гильзами и остатками боеприпасов (рисунок 6).



Рисунок 6 – 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 Устава сухопутных войск [8] территория опорного пункта мотострелкового взвода (30–35 человек) достигает 12 га (рисунок 7).

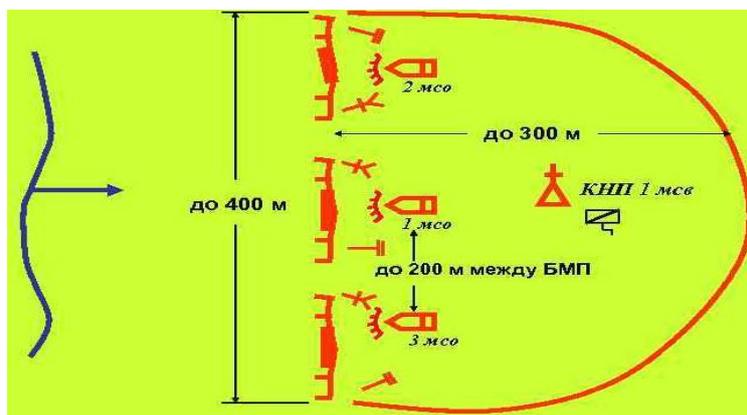


Рисунок 7 – Тактические нормативы для взвода

В зоне СВО с обеих сторон находится примерно 600 тыс. человек или приблизительно 20 000 взводов. Значит суммарная территория укрепрайонов составляет $12 \text{ га} \cdot 20\,000 = 240\,000 \text{ га}$ или 2400 км^2 .

По данным военных источников [9, 10] протяженность окопов российских войск достигает 2000 км, ориентировочно протяженность украинских укреплений такая же. Профиль окопа имеет размеры $1 \cdot 1,5\text{--}1,8$ (м). Объем земляных работ при отрывке окопов составит: $4\,000\,000 \cdot 1 \cdot 1,5 = 6\,000\,000$ (м^3). Прибавим сюда земляные работы по обустройству взводных опорных пунктов [11]: $300 \text{ м}^3 \cdot 20\,000 = 6\,000\,000 \text{ м}^3$. Суммарный объем земляных работ при создании этого вида сооружений 12 млн м^3 . Полоса территории, отторженной под окопы с насыпанным бруствером, составляет примерно 10 м, тогда суммарная площадь под земляными сооружениями достигает минимум 60 км^2 (рисунок 8).

Блиндажи и инженерные заграждения

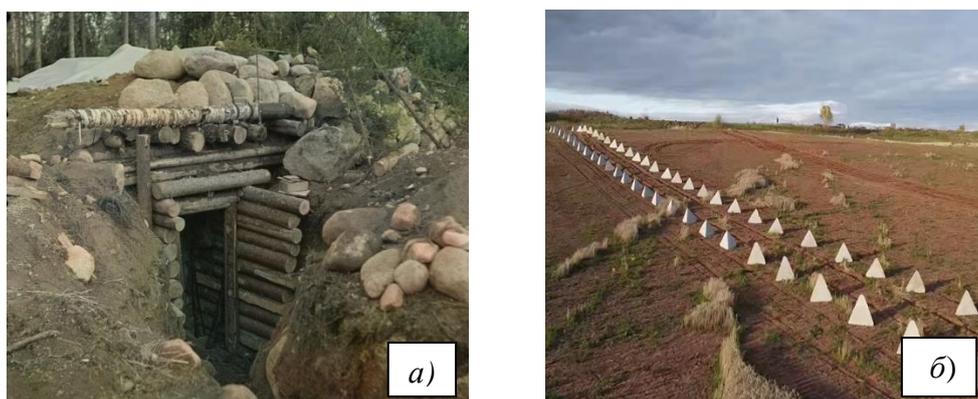
Блиндаж – постоянное или временное подземное фортификационное сооружение для защиты от пулеметного, артиллерийского и минометного огня (рисунок 9 а). Инженерные заграждения предназначены для препятствия и затруднения маневров военной техники (рисунок 9 б). Рассмотрим эти сооружения с точки зрения масштабы захламления и загрязнения территории. Блиндажи устраиваются из расчета минимум один на отделение

(10 человек) и на его сооружение по нормам [8] необходимо $10,3 \text{ м}^3$ строительного материала, как правило, древесины. В зоне боевых действий находится не менее $20\,000 \cdot 3 = 60\,000$ таких объектов, в составе которых заключено более $600\,000 \text{ м}^3$ строительных материалов.



a – строительство российских окопов; *б* – окопы ВСУ в лесополосах;
в – мегаокоп длиной 70 км (вид со спутника)

Рисунок 8 – Окопы



a – блиндаж; *б* – заграждение типа «зуб дракона»
 Рисунок 9 – Фортификационные сооружения

В зоне СВО используются преимущественно два типа инженерных заграждений: так называемые «зубы дракона» и минные поля [11, 12]. Первый тип представляет собой бетонные пирамиды высотой 90 см или 120 см, устанавливаемые в несколько рядов в шахматном порядке на расстоянии 2–3 м друг от друга. По имеющимся данным такими пирамидами защищено несколько сот километров ($500 \text{ км} \cdot 10 \text{ м} = 5 \text{ км}^2$). Количество блоков примерно $1000 \text{ шт.} \cdot 500 \text{ км} = 500\,000 \text{ шт.}$; объем бетона составит $0,2 \text{ м}^3 \cdot 500\,000 \text{ шт.} = 100\,000 \text{ м}^3$.

Второй тип заграждений – минные поля (рисунок 10).



Рисунок 10 – Минные поля

Они представляют собой скрытно или открыто установленное большое количество противопехотных или противотанковых мин. По оценке военных экспертов «более 30 % территории Украины заминировано. После начала боевых действий в Украине 250 тысяч квадратных километров территории покрыто минными полями, на полное разминирование которых потребуется 757 лет!» [13]. Площадь минных полей превышает территорию СВО, т. к. основная их часть установлена вдоль границ с сопредельными государствами.

Сожженная и поврежденная техника

Согласно последним сводкам МО РФ на момент подготовки статьи всего с начала проведения специальной военной операции уничтожено: 536 самолетов, 254 вертолета, 9 009 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 (рисунок 11).



Рисунок 11 – Горящая поврежденная техника

Примем площадь пожара от единицы техники 100 м^2 , тогда суммарная площадь очагов горения составит минимально 3 км^2 с загрязнением и деструкцией поверхностного слоя почвы. На момент подготовки статьи в ДНР и ЛНР освобождено 242 населенных пункта площадью от 1 до сотен км^2 (рисунок 12) [7].

По очень грубым прикидкам суммарная площадь освобожденной городской застройки составляет более 1000 км^2 с характерными разрушениями, приведенными на рисунке 12. Много объектов восстановлению не подлежит. Масса строительного мусора исчисляется миллионами тонн (разрушено и повреждено до 100 000 объектов), а плотность такого техногенного загрязнения превышает 1000 т/км^2 [7].



Рисунок 12 – Состояние разрушенных городов

По данным [7] в зону боевых действий попали более 2 700 км² лесов, при этом не менее их трети (900 км²) пострадали от вырубки, пожаров, боевых действий и уничтожения (рисунок 13).



Рисунок 13 – Состояние лесов в зоне боевых действий (под г. Кременная)

Резюмируя, опираясь на опыт СВО, приходим к выводам.

Выводы

1. Физико-механическую деструкцию почвы вследствие боевых действий можно рассматривать как комплексный антропогенный фактор, характеризующийся видами воздействия и их последствиями, приведенными в таблице 2:

Таблица 2 – Физико-механическая деструкция почвы

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 4716 км ²
Фортификационные сооружения	Количество вынутого грунта составляет более 12 млн м ³ ; Площадь земли, отторженная под опорные пункты и фортификационные сооружения составляет около 2 460 км ²
Инженерные заграждения	«Зуб дракона» занимают территорию не менее 5 км ² ; Минные поля – около 70 000 км ² (практически вся зона СВО)
Поврежденная техника	Территория очагов горения или корродирующей поврежденной техники составляет 3 км ³
Вырубленные, уничтоженные и сгоревшие лесонасаждения	Площадь территории составляет 900 км ²
Захламление территории разрушенными промышленными и гражданскими объектами	Площадь территории более 1000 км ² ; объем строительного мусора – миллионы тонн
Загрязнение почвы металлическими включениями – осколками боеприпасов	Плотность загрязнения – 0,2 кг/м ² или более 943 000 т металла
Захламление территории бетонными конструкциями инженерных заграждений, деревянными конструкциями укрытий и военного имущества (снарядные ящики)	Блоки «зубьев дракона» – более 500 000 единиц с объемом бетона более 100 тыс. м ³ ; Лесоматериал, более 600 тыс. м ³
Мины, минные поля	До 100 % территории зоны СВО

2. Перемещение и перемешивание огромных масс грунта, загрязнение и захламливание территории вызывает изменение ее биогеохимического баланса.

3. Приведенные количественные показатели деградации почвы хорошо согласуются с соответствующими данными других исследователей. Так, например, в период войны во Вьетнаме количество бомбовых воронок составило 96 млн штук, грунта было перемещено 350 млн м³, а объем перемещенного грунта во время второй мировой войны достигал 2 млрд м³ [14].

Список литературы

1. Волков, И. М. Засуха, голод 1946–1947 годов / И. М. Волков. – Текст : электронный // История СССР. – 1991. – № 4. – С. 3–19. – URL: <https://xn----7sbxcach3agmieaceq1th.xn--p1ai/archive/1991-4>.
2. Российская Федерация. Законы. О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения : Федеральный закон № 101-ФЗ от 16.07.1998 : принят Государственной Думой 3 июля 1998 года : одобрен Советом Федерации 9 июля 1998 года. – Текст : электронный // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации : [сайт]. – URL: <https://legalacts.ru/doc/federalnyi-zakon-ot-16071998-n-101-fz-o/>.
3. ГОСТ 27593-88. Почвы. Термины и определения : межгосударственный стандарт : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23 февраля 1988 г. № 326 : взамен ГОСТ 17.4.1.03-84 : дата введения 1988-07-01 / разработан и внесен Государственным агропромышленным комитетом СССР. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 11 с.
4. Деградация почвы, причины и последствия. – Текст: электронный // АгроНТРИ : [сайт]. – URL: <https://www.agrometeo.online/articles/degradaciya.html>.
5. В настоящее время ежедневный расход снарядов в СВО. – Текст : электронный // Представительство ДНР в СЦКК : [сайт]. – URL: <http://www.dnr-sckk.ru>.
6. Андреев, К. К. Теория взрывчатых веществ / К. К. Андреев, А. Ф. Беляев. – Текст : электронный. – Москва : Оборонгиз, 1960. – 595 с. – URL: http://elib.biblioatom.ru/text/andreev_teoriya-vzryvchatyh-veschestv_1960/go,2/.
7. Дрозд, Г. Я. Оценка деградации качества окружающей среды Донбасса вследствие годовых боевых действий // Агротехника и энергообеспечение. – № 2(39). – 2023. – С. 90–100.
8. Боевой устав сухопутных войск. Часть 2. Батальон, рота : введен в действие с 01.11.2013 г. приказом главнокомандующего Сухопутными войсками 2013 г. № 120. – Текст : электронный. – Москва : Военное изд-во, 2013. – 801 стр. – URL: <http://russianairbornetroops.info/files/%D0%91%D0%9E%D0%95%D0%92%D0%9E%D0%99%20%D0%A3%D0%A1%D0%A2%D0%90%D0%92%20%D0%A1%D0%A3%D0%A5%D0%9E%D0%9F%D0%A3%D0%A2%D0%9D%D0%AB%D0%A5%20%D0%92%D0%9E%D0%99%D0%A1%D0%9A%20%D1%87%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C%20.2%20%D0%91%D0%90%D0%A2%D0%90%D0%9B%D0%AC%D0%9E%D0%9D%20%D0%A0%D0%9E%D0%A2%D0%90%202013.pdf>.
9. Российская армия вырыла огромный окоп протяженностью 70 километров в Запорожской области. – Текст : электронный // Overclockers.ru : [сайт]. – URL: <https://overclockers.ru/blog/Nacvark/show/90443/rossijskaya-armiya-vyryla-ogromnyj-okop-protyazhennostju-70-kilometrov-v-zaporozhskoj-oblasti>.
10. Названа длина возведенных в ходе СВО российскими военными оборонительных рубежей. – Текст : электронный // Лента.Ру : [сайт]. – URL: <https://lenta.ru/news/2023/01/20/rubezhi/>.
11. Полевые сооружения и заграждения для войсковых позиций : краткий справочник / под редакцией П. И. Русанова. – Текст: электронный. – Москва : Военное изд-во Министерства обороны Союза ССР, 1956. – 160 с. – URL: <https://djvu.online/file/JtG3W6S92pMAo>.
12. Валагин, А. Украину признали самой заминированной страной в мире / А. Валагин. – Текст : электронный // Русское оружие : [сайт]. – 2023. – 29 января. – URL: <https://rg.ru/2023/01/29/ukrainu-priznali-samoj-zaminirovannoj-stranoj-v-mire.html>.
13. WP: на полное разминирование Украины потребуется 757 лет. – Текст : электронный // Рамблер: новости : [сайт]. – 2023. – 22 июля. – URL: <https://news.rambler.ru/army/51136024-wp-na-polnoe-razminirovanie-ukrainy-potrebuetsya-757-let/>.
14. Щавелев, Н. А. Изучение экологических последствий военных действий на планете в рамках дисциплины «экология» / Н. А. Щавелев, С. Г. Тюрина, Е. Э. Френкель. – Текст : электронный // Студенческий научный форум – 2015 : VII Международная студенческая научная конференция : [сайт]. – URL: <https://scienceforum.ru/2015/article/2015017504>.

Г. Я. Дрозд

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Луганский государственный университет им. Владимира Даля», г. Луганск*

**Физическо-механическая деградация почв вследствие военных действий в зоне проведения
специальной военной операции**

Почва – это исчерпаемый природный ресурс, и по человеческой шкале времени он невозобновляем. Самая главная и незаменимая ее ценность – это плодородие, способность обеспечивать растения элементами питания. Деградация почв под действием природных факторов с течением времени приводит к снижению урожайности отдельных сельхозкультур на 20–80 %.

Во время проведения военных действий процесс деградации почв многократно ускоряется. Физико-механическую деструкцию почвы вследствие боевых действий можно рассматривать как комплексный антропогенный фактор. Проводящаяся в настоящее время специальная военная операция предоставляет уникальную возможность изучить деградацию одного из основных компонентов окружающей среды – почвы на реальных фактах и наблюдениях.

В статье оценено влияние основных негативных факторов военных действий на территорию, ландшафт и почву в зоне проведения специальной военной операции. Приведены результаты комплексного влияния всех составляющих антропогенных факторов боевых действий, а также количественные показатели деградации почвы. Выполнена оценка физической и механической деградации ландшафта и почвы. Отмечено, что перемещение и перемешивание огромных масс грунта, загрязнение и захламливание территории, пожары и прочее вызывают изменение биогеохимического баланса почвы. Оценен масштаб и последствия этого воздействия на экологию региона. Полученные данные уникальны, их достоверность подтверждается результатами немногочисленных исследований. Они требуют соответствующего осмысления и реагирования для возобновления и обеспечения нормальной жизнедеятельности на территориях.

**ВОЕННЫЕ ДЕЙСТВИЯ, ЭКОЛОГИЯ, ФИЗИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ ПОЧВЫ, АНТРОПОГЕННОЕ
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВЫ**

G. Ya. Drozd

*Federal State Budget Educational Institution of Higher Education
«Lugansk State University Named after Vladimir Dahl», Lugansk*

**Physical and Mechanical Degradation of Soils due to Military Operations
in the Special Military Operation Zone**

Soil is an exhaustible natural resource and it is inexhaustible on the human time scale. Its most important and irreplaceable value is fertility, the ability to provide plants with nutritional elements. Soil degradation under the influence of natural factors over time leads to a decrease in the productivity of individual crops by 20–80 %.

During military operations, the process of soil degradation accelerates many times over. Physical and mechanical destruction of soil due to military operations can be considered as a complex anthropogenic factor. The current special military operation provides a unique opportunity to study the degradation of one of the main components of the environment – soil based on real facts and observations.

The article evaluates the influence of the main negative factors of military operations on the territory, landscape and soil in the special military operation zone. The results of the complex influence of all components of anthropogenic factors of military operations, as well as quantitative indicators of soil degradation, are presented. The assessment of the physical and mechanical degradation of the landscape and soil is carried out. It is noted that the movement and mixing of huge masses of soil, pollution and littering of the territory, fires, etc. cause changes in the biogeochemical balance of the soil. The scale and consequences of this impact on the ecology of the region are assessed. The data obtained are unique; their reliability is confirmed by the results of a few studies. They require appropriate reflection and response to resume and ensure normal life in the territories.

MILITARY ACTIONS, ECOLOGY, PHYSICAL SOIL DEGRADATION, ANTHROPOGENIC SOIL POLLUTION

Сведения об авторе:

Г. Я. Дрозд

SPIN-код РИНЦ: 2083-3434

Author ID: 775640

Телефон: +7 (959) 159-18-48

Эл. почта: drozd.gya@mail.ru

Статья поступила 29.11.2023

© Г. Я. Дрозд, 2023

*Рецензент: М. В. Коновальчик, канд. техн. наук,
Автомобильно-дорожный институт
(филиал) ДонНТУ в г. Горловка*