

УДК: 632.125:631.585

## АЛГОРИТМ ИСЧИСЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ДЕГРАДАЦИИ ПАСТБИЩ: МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

<https://doi.org/10.5281/zenodo.18051094>

**Чертовицкий А.С**

*доктор экономических наук, профессор Национального исследовательского университета «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства», Ташкент,  
chertovitskiy@rambler.ru*

**Дьяченко А.С**

*студентка Ульяновского государственного университета, Ульяновск,  
dyachenkoA@mail.ru*

### **Аннотация**

Изучена методика исчисления величины деградации пастбищ, в том числе полной деградации угодья и её составляющих видов, обусловленных влиянием разных антропогенных и природных факторов. Разработан алгоритм исчисления всех видов деградации, необходимых для принятия решений по дальнейшему использованию и планированию мелиоративных мер по восстановлению пастбищ.

### **Ключевые слова**

Пастбища, деградация, виды, ущерб, почвы, климат, экология, кормовые культуры, урожайность, сорняки, скот, методика.

## ALGORITHM FOR CALCULATING THE DEGREE OF PASTELAND DEGRADATION: methodological aspect

**Chertovitsky A.S**

*Doctor of Economics, Professor, National Research University 'Tashkent Institute of Irrigation Engineers and Mechanisation of Agriculture', Tashkent*

**Dyachenko A.S.**

*Student of Ulyanovsk state university, Ulyanovsk*

### **Abstract**

A methodology for quantifying the extent of pasture degradation has been examined, encompassing total land degradation and its component types resulting from various anthropogenic and natural factors. An algorithm has been developed

for calculating all degradation types, essential for decision-making regarding future land use and planning reclamation measures for pasture rehabilitation.

### **Words keys**

Pastures, degradation, types, damage, soils, climate, ecology, forage crops, productivity, weeds, livestock, methodology.

**Введение.** Бессистемное использование пастбищ и глобальное изменение климата явились основными антропогенными и природными причинами их деградации, что привело к снижению продуктивности угодья и скота, значительному экономическому ущербу. Деградация пастбищ приняла проблемный характер, достигнув в засушливых регионах республики 20-40%, а в Приаралье – 50-70% [1],[2]. В последние годы принято ряд правительственных мер, направленных на борьбу с деградацией ([3], [4] и др.). При геоботанических обследованиях в качестве показателя деградации пастбищ обычно используется величина снижения урожайности кормовых трав, то есть один общий показатель. Однако деградация растительности зависит от ряда разных по характеру и степени негативного влияния на неё причин (факторов) и требует отдельной оценки деградации по факторам, а не только общей, поскольку необходимо планирование и производство разных мелиоративных мер в соответствии с конкретными составляющими причинами деградации. Кроме того, установленный общий показатель деградации растительности принимается и для оценки деградации почвы угодья, что некорректно, так как сама растительность зависит в определенной степени от деградации почвы. Изложенное актуализирует разработку научно-методических вопросов детальной оценки деградации угодья с учетом влияния комплекса факторов.

В работе использованы методы исследования: системный подход к пастбищам как экономико-экологической системе, логического анализа, монографический, расчетный, обобщения.

**Исследование.** Бессистемное использование пастбищ и неэффективная система пастбищного землепользования вызывают деградацию угодья по ряду причин антропогенного и природного характера. Она представляет собой снижение качества (продуктивности) естественных кормовых трав на пастбищах. Следует различать общую деградацию пастбищ, как снижение урожайности кормовых трав вследствие негативного влияния на них комплекса причин, и составные её виды вследствие негативного влияния каждой составляющей причины (фактора). Учет влияния всего комплекса

составляющих факторов обеспечит объективную оценку общей степени деградации растительности пастбищ.

Рассмотрены следующие составные виды деградации пастбищ и вызывающие её факторы:

- снижение качества почвы из-за влияния антропогенных факторов, ( $S_A$ );
- снижение качества почвы из-за влияния природных факторов, ( $S_R$ );
- негативное влияние глобального потепления климата на пастбищную растительность, ( $t$ );
- динамика удельного веса не поедаемых животными пастбищных трав (сорняков), ( $h$ ).

Перечисленные виды деградации влияют на кормовые травы либо в комплексе, либо отдельно и с разной степенью. В общем виде эта зависимость может быть представлена как

$$d = f_d(s_a, s_R, t, h). \quad (1)$$

Для деградированных пастбищ урожайность кормовых трав и, следовательно, кормовая емкость угодья являются функциями названных факторов

$$y_d = f_d(s_a, s_R, t, h) \quad (2)$$

и

$$Q_d = (P - P_d) * y + P_d * y_d, \quad (3)$$

где  $d$  - общая деградация растительности пастбищ из-за влияния всего комплекса факторов, в %;

$P$  - площадь изучаемого участка пастбищ без деградации растительности ( $d=0$ ), га;

$P_d$  - площадь части этого участка с деградированной растительностью ( $d>0$ ), га;

$s$  - деградация почвы из-за негативного влияния антропогенных и природных факторов, в %;

$y$  - урожайность не деградированных кормовых трав, ц/га;

$y_d$  - деградированная урожайность кормовых трав, ц/га;

$Q_d$  - кормовая емкость участка пастбищ с учетом наличия их деградации, т

Рассмотрим алгоритм учета влияния составляющих факторов на общую деградацию пастбищ (пастбищной растительности).

1. Деградация почвы оказывает негативное влияние на качество пастбищной растительности и приводит к её деградации. Основными причинами деградации почвы являются негативное влияние факторов

антропогенного и природного характера. К антропогенным факторам отнесены: использование пастбищ без воспроизводства их производительной силы (в ландшафтах происходит истощение почвы и нарушается обмен веществ); недопустимое поголовье скота, выпасаемого на пастбищах (недостаток кормов и стравливание в этой связи животными трав с корнями, что негативно сказывается на воспроизводстве растительности); чрезмерное скопление скота на ограниченных площадях у водопойных сооружений (при отсутствии специально оборудованных площадок) и вокруг сельских населенных пунктов (при бесконтрольном выпасе) также приводит к нарушению структуры почвы и чрезмерному стравливанию растительности. К природным факторам, приводящим к деградации почвы, отнесены глобальное потепление климата, вызывающее сокращение атмосферных осадков и ухудшение водного режима почвы; учащение засух и более интенсивное иссушение почвы с нарушением её механического состава; усиление ветровой деятельности, вызывающее пыльные бури и перемещение барханных песков, перенос миллионов тонн пыли и соли с высохшего дна Аральского моря и барханных песков в оазисы, на сельскохозяйственные угодья.

В качестве показателя деградации почвы рекомендуется использовать оценочный балл бонитета почвы пастбищ ( $B_s$ ), который (по аналогии с бонитировкой орошаемых земель) может быть установлен по 100-балльной шкале при почвенном и геоботаническом обследовании пастбищ [5]. Почвам высшего качества (при нулевой их деградации) присваивается 100 баллов. Далее необходимо установить зависимость величины урожайности растительности ( $y_s$ ) от степени деградации почвы ( $s$ ), то есть

$$y_s = f_s(s) \quad (4)$$

и

$$y_s = f_s(s) = y * B_s / 100, \quad (5)$$

где  $B_s$  – балл бонитета почвы с учетом её деградации (от 1 до 100);

$s$  – степень деградации почвы ( $s=1 \div 100\%$ );

$y$  – урожайность кормовых трав не деградированной почвы, ц/га.

а). Влияние деградированной антропогенными факторами почвы на деградацию кормовых трав можно разить следующей зависимостью

$$B_{sA} = f_{s1} * (L_A) \quad (6)$$

и согласно выражению (5)

$$y_{sA} = y * B_{sA}/100, \tag{7}$$

а кормовая емкость пастбищ ( $Q_{sA}$ ) из-за деградации почвы составит

$$Q_{sA} = P * y_{sA} = P * y * B_{sA}/100, \tag{8}$$

где  $B_{sA}$  - балл бонитета деградированной антропогенными факторами почвы;

$L_A$ - антропогенные факторы, вызывающие деградацию почвы;

$s_A$  - деградация почвы из-за влияния антропогенных факторов;

$y_{sA}$ - урожайность кормовых трав с деградированной почвой, ц/га.

Деградация почвы на рассматриваемом пастбищном участке может быть сплошной или частичной, по отдельным контурам (вкрапливаниям), равномерной и неравномерной. При сплошной и равномерной деградации почвы урожайность деградированных трав и кормовая емкость пастбищ определяются по формулам (7) и (8). При не сплошной, но равномерной деградации растительности по контурам на участке пастбищ выражение (7) примет вид

$$Q_{sA} = \sum_{k=1}^n P_{ksA} * y_{sA} + (P - \sum_{k=1}^n P_{ksA}) * y, \tag{9}$$

где  $P_{ksA}$  - площадь k-того контура с деградированной почвой ( $k=1,..,n$ ), га;

n - число контуров с деградированной почвой на участке;

$y_{ksA}$ - урожайность трав по контурам с деградированной почвой, ц/га.

Если на участке пастбищ имеются контура с разной степенью деградации, то кормовая емкость пастбищ составит

$$\begin{aligned} Q_{sA} &= (P_{ks1A} * y_{ks1A} + P_{ks2A} * y_{ks2A} + \dots + P_{ksmA} * y_{ksmA}) + \left( P - \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^m P_{ksA} \right) * y = \\ &= \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^m P_{ksA} * y_{ksA} + (P - \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^m P_{ksA}) * y, \end{aligned} \tag{10}$$

где  $y_{ksA}$  - урожайность трав по контурам участка с деградированной почвой.

$s_A$  - степень деградации k-того контура ( $1,..,m$ ), в%;

б). Влияние деградированной природными факторами почвы пастбищ на деградацию кормовых трав согласно (6) и (7) составит

$$B_{sR} = f_{s2} * (L_R) \quad (11)$$

и

$$y_{sR} = y * B_{sR}/100, \quad (12)$$

а кормовая емкость пастбищ ( $Q_{sR}$ ) из-за деградации их почвы будет равна

$$Q_{sR} = P * y_{sR}, = P * y * B_{sR}/100, \quad (13)$$

где  $B_{sR}$  - балл бонитета деградированной природными факторами почвы;

$L_R$  - природные факторы, вызывающие деградацию почвы;

$y_{sR}$  - урожайность кормовых трав с деградированной почвой, ц/га.

При сплошной и равномерной деградации почвы урожайность деградированных трав и кормовая емкость пастбищ определяются по формулам (7) и (8).

При не сплошной, но равномерной деградации растительности по контурам на участке выражение (9) примет следующий вид

$$Q_{sR} = \sum_{k=1}^n P_{ksR} * y_{ksR} + (P - \sum_{k=1}^n P_{ksR}) * y, \quad (14)$$

где  $P_{ksR}$  - площадь k-того контура с деградированной почвой ( $k=1, \dots, n$ ), га;

$y_{ksR}$  - урожайность трав по контурам с деградированной почвой, ц/га.

Если на участке имеются контура с разной степенью деградации почвы, то кормовая емкость пастбищ по аналогии с выражением (10) составит

$$Q_{sR} = \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^m P_{ksR} * y_{ksR} + (P - \sum_{k=1}^n \sum_{s=1}^m P_{ksR}) * y. \quad (15)$$

2. Деградация пастбищных трав вследствие влияния глобального потепления (изменения) климата (фактор-t). Глобальное потепление климата,

как одна из составляющих причин деградации угодья в целом, кроме почвы оказывает непосредственное негативное влияние и на сами растения. В них усиливается транспирация влаги, нарушается водный и питательный режимы, растения ощущают недостаток влаги и питательных элементов, замедляют свой рост и накопление биомассы, сокращается их урожайность и продуктивность. Так, глобальное потепление климата в совокупности с экологическим кризисом в бассейне Аральского моря привели к увеличению количества дней с температурой воздуха свыше 40<sup>0</sup> до 5-7 в год по республике, а в Приаралье – до 10-12 [2]. Необходимо изучить эти процессы и установить зависимость урожайности трав ( $y_t$ ) от изменения климата ( $t$ )

$$y_t = f_t(t) = y * (1 - \gamma/100), \quad (16)$$

где  $\gamma$  - степень деградации растительности из-за изменения температуры,

$$(\gamma = 1 \div 100\%);$$

$y_t$  - урожайность деградированной растительности, ц/га.

При сплошном и равномерном характере влияния данного фактора на растительность деградированные урожайность трав ( $y_t$ ) определится согласно выражения (16), а кормовая емкость пастбищ ( $Q_t$ ) составит

$$Q_{tk} = P_{tk} * y_{tk} + (P - P_{tk}) * y. \quad (17)$$

При не сплошной, но равномерной деградации растительности по контурам на участке кормовая емкость пастбищ согласно выражения (7) будет равна

$$Q_t = \sum_{k=1}^n P_{kt} * y_t + (P - \sum_{k=1}^n P_{kt}) * y, \quad (18)$$

где  $P_{kt}$  - площадь k-того контура с деградированной растительностью из-за

влияния фактора  $t$ , га;

$y_{kt}$  - урожайность кормовых трав k- того контура с учетом их деградации, ц/га.

При неравномерном влиянии фактора-t на растительность деградированная кормовая емкость пастбищ составит

$$Q_t = \sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^x P_{kt} * y_{kt} + (P - \sum_{k=1}^n \sum_{t=1}^x P_{kt}) * y. \quad (19)$$

3.Динамика удельного веса не поедаемых животными трав (сорняков) на пастбищах как фактор (h) деградации кормовых трав. Бессистемное использование пастбищ, отсутствие пастбищеоборотов и чередования выпаса скота по территориальному и сезонному признакам приводит к увеличению удельного веса не поедаемых животными трав (сорняков). Во-первых, это происходит по причине их лучшей адаптации к климатическим и почвенным изменениям сравнительно с кормовыми травами. Во-вторых, при наличии перевыпаса животные на ограниченной площади вынуждены максимально поедать кормовые травы и довольно часто с корнями, что прекращает процесс их возобновления, в то время как сорняки остаются и беспрепятственно развиваются. В-третьих, целенаправленная борьба с сорняками на пастбищах практически не ведется. Всё это вызывает снижение урожайности кормовых трав (деградацию пастбищ), а зависимость её от удельного веса сорняков ( $\alpha_c$ ) может быть выражена в следующем виде

$$y_h = f_h(\alpha_c) \quad (20)$$

и

$$y_h = y * (1 - \alpha_c/100) = y * \alpha_h/100, \quad (21)$$

где  $\alpha_c$  - удельный вес не поедаемых животными трав (сорняков), в %.

$\alpha_h$  - удельный вес поедаемых кормовых трав ( $\alpha_h=1- \alpha_c$ ), в %.

h - деградация растительности из-за влияния сорняков (фактор-h), в %;

поедаемых трав животными, %;

$y_h$  - урожайность поедаемых кормовых трав, ц/га\

При сплошной и равномерной деградации трав урожайность кормовых трав определится по уравнению (21), а кормовая ёмкость участка вследствие влияния фактора-h составит

$$Q_h = P * y_h = P * y * \alpha_h/100. \quad (22)$$

При не сплошной, но равномерной деградации растительности по контурам на участке выражение (7) примет следующий вид

$$Q_t = \sum_{k=1}^n P_{kt} * y_t + (P - \sum_{k=1}^n P_{kt}) * y, \quad (23)$$

где  $P_{kh}$  – площадь  $k$ -того контура с деградированной растительностью из-за

влияния фактора  $\alpha_c$ , га;

$y_{kh}$  – урожайность  $k$ -того контура с деградированными кормовыми травами, ц/га.

При неравномерной деградации растительности кормовая емкость пастбищ по аналогии с выражением (10) составит

$$Q_h = \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^{\alpha h} P_{kh} * y_h + \left( P - \sum_{k=1}^n \sum_{h=1}^{\alpha h} P_{kh} \right) * y, \quad (24)$$

где  $P_{kh}$  – площадь  $k$ -того контура с деградированной растительностью из-за

влияния фактора- $h$ , га;

$Q_h$  – кормовая емкость участка (без сорняков), т.

Полученные значения величин отдельных видов деградации позволяют установить общую (полную) деградацию угодья. Возникает вопрос, чему она будет равна? Сумме величин отдельных видов деградации, либо средней арифметической или средней квадратической величине из отдельных видов деградации? В первом сценарии, искомая суммарная величина может составить более 100%, что не логично. При этом будет иметь место некоторое дублирование величин деградации по отдельным видам факторов. Во втором и третьем сценариях общая деградация будет меньше величины деградации от влияния максимального по воздействию фактора, что не будет соответствовать реальности. В этой связи считаем, что в качестве общей деградации угодья следует принимать максимальную величину деградации отдельного наиболее активного фактора. Так, например, степень деградации угодья от воздействия антропогенных факторов может быть меньше, чем от занесения сельскохозяйственного угодья пылью и солью или барханными песками. Поэтому максимально вызывающий деградацию фактор служит, во-первых, основанием для установления характера дальнейшего использования

угодья: проводить мелиоративные работы без вывода его из хозяйственного оборота, либо временно законсервировать угодье с проведением необходимых мелиораций, либо трансформировать его в менее ценный вид земельного угодья. Во-вторых, он позволяет установить более эффективную очередность между факторами для планирования и осуществления мелиорации пастбищ.

**Результаты.**

- деградация пастбищ является следствием их бессистемного использования и негативного влияния изменения климата на почву и растительность, имеет комплексное понятие, включающее

отдельные её составляющие виды, обусловленные влиянием разных антропогенных и природных причин (факторов);

- пастбища подвергаются деградации из-за влияния либо комплекса факторов одновременно, либо отдельных составляющих, она может быть сплошной либо частичной, равномерной или неравномерной;

- разработаны методика и алгоритм исчисления степени деградации пастбищ по отдельным её составляющим видам;

- в качестве показателя общей деградации пастбищ целесообразно принимать величину деградации, вызванную влиянием максимально активного фактора.

**Выводы.** Оценка деградации пастбищ необходима для:

- определения деградированных площадей пастбищ, урожайности кормовых культур, кормовой емкости угодья и допустимого количества выпасаемого скота на деградированных участках угодья;

- исчисления общего экологического и экономического ущерба от деградации пастбищ, а также по каждому фактору в отдельности;

- принятия решения по дальнейшему рациональному целевому использованию пастбищ (мелиорация, временная консервация, трансформация, вывод угодья из хозяйственного оборота и из категории земель сельскохозяйственного назначения);

- изучения причин деградации пастбищ, установления общей и составляющих видов деградации, планирования видов и объемов мелиоративных работ, необходимых материально-технических ресурсов и финансовых затрат на восстановление пастбищ (в целом и по отдельным видам деградации);

- разработки научно-методических основ по нейтрализации деградации пастбищ, а также других сельскохозяйственных угодий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Обзоры результативности экологической деятельности. Узбекистан. Третий обзор. Организация Объединенных Наций. Женева, 2020 год.
2. Национальный доклад о состоянии окружающей среды: Узбекистан. Министерство экологии, охраны окружающей среды и изменению климата Республики Узбекистан (2023). Национальный доклад о состоянии окружающей среды: Узбекистан. Международный институт устойчивого развития. Ташкент, 2023.
3. План действий по борьбе с деградацией земель, предотвращению её процессов и охране почв. Приложение к Постановлению Президента Республики Узбекистан «О мерах по созданию эффективной системы борьбы с деградацией земель» от 10.06.2022 г. №ПП-277.
4. Постановление Президента Республики Узбекистан «Об объявлении региона Аральского моря зоной экологических инноваций и технологий» от 29.07.2021 г №5202.
5. Методические указания по проведению бонитировки орошаемых почв в сельскохозяйственных предприятиях Республики Узбекистан. МСХ, Ташкент, 1988.