

# Буферные зоны водно-болотных угодий для удержания питательных веществ и чистых вод

Фактологический бюллетень 01/2021

## Предисловие

Цель настоящего бюллетеня – предоставить краткую и научно обоснованную информацию про такие положительные эффекты от защиты и восстановления болот, как удержание питательных веществ, сохранение торфа и возможность выращивания палюдикультур. Естественные и успешно восстановленные болота, являясь «почками» природы, отфильтровывают питательные элементы из протекающие через них грунтовые и поверхностные воды. Кроме того, водно-болотные угодья могут накапливать углерод, превращая биомассу мертвых растений в торф в условиях заболоченности почв. Однако в результате деятельности человека около 20% площади мировых и 90% торфяников в Европейском Союзе деградировали. Их осушение и крупномасштабное интенсивное использование в сельском хозяйстве приводят к многочисленным экологическим, а также экономическим проблемам, которые могут выходить далеко за пределы самих торфяников. Минерализация осушенных органических почв и избыточное использование удобрений приводят к загрязнению питательными веществами (в основном азотом и фосфором) прилегающих поверхностных (рек, озер), подземных вод и морей. Таким образом, поверхностные воды страдают от цветения цианобактерий, образования микро- и макроводорослевых матов и недостатка кислорода. В результате ухудшаются условия для рыб и других водных организмов, что негативно сказывается на биоразнообразии водной среды, а также на рыбном хозяйстве, туристической отрасли и жизни местного населения. Другими недостатками осушения являются деградация почв и оседание грунта, что повышает риск



*Прибрежные водно-болотные угодья в бассейне реки Неман, Польша (J. Peters).*

наводнений, засухи и пожаров. Эти процессы затрагивают не только сельские, но и городские районы. Кроме того, в глобальном масштабе осушенные торфяники являются одним из основных источников выбросов парниковых газов (главным образом CO<sub>2</sub>) и способствуют изменению климата. Для восстановления важных экосистемных услуг и достижения целей защиты климата необходимо провести повторное обводнение осушенных, и прежде всего защитить нетронутые торфяники.

## Эффективность буферных зон водно-болотных угодий для удаления питательных веществ

В рамках проектов DESIRE и CLEARANCE<sup>1</sup> были рассмотрены 82 исследования из 51 публикации по эффективности удаления азота (N) и фосфора (P) буферными зонами водно-болотных угодий (далее – буферные зоны) в регионах с умеренным климатом (Северная и Центральная Европа, Северная часть США). Буферная зона водно-болотных угодий – это

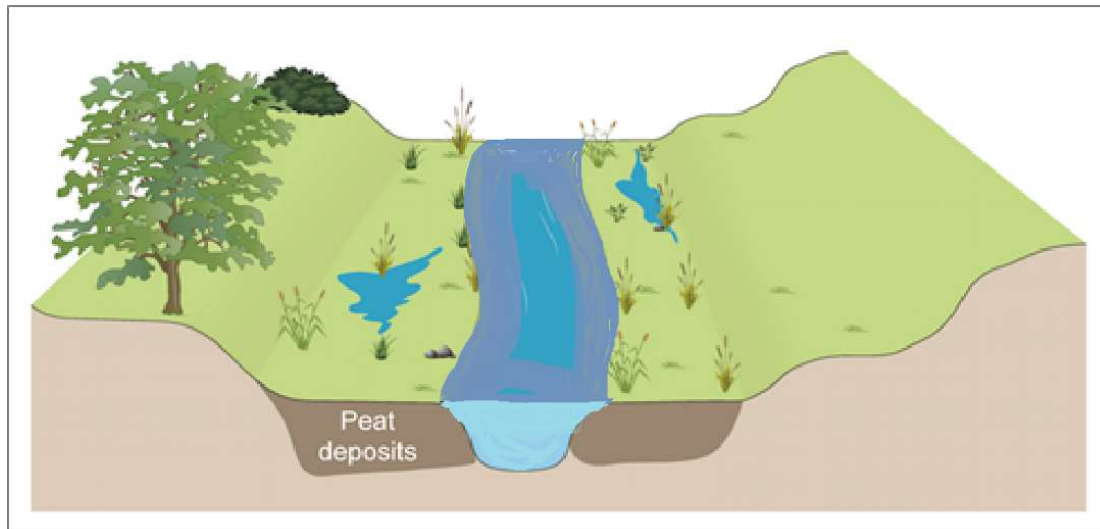
<sup>1</sup> [www.clearance-project.com](http://www.clearance-project.com), <https://getidos.uni-greifswald.de/en/projects/current/clearance/>



переходная прибрежная зона между наземной (например, сельскохозяйственные угодья) и водной средой. Вода при перемещении из наземных в речные экосистемы, например, из сельскохозяйственных полей в реки, проходит очистку в таких буферных зонах путем удаления или удержания присутствующих в ней питательных элементов. В обзор были включены различные типы буферных зон водно-болотных угодий: низинные торфяники, питаемые грунтовыми и поверхностными водами, а также поймы с минеральными почвами вдоль ручьев или рек. Буферные зоны могут значительно улучшить качество воды, отфильтровывая такие сельскохозяйственные питательные элементы, как азот (N) и фосфор (P).

Основные результаты исследования Walton et al. (2020):

- Буферные зоны работают как **эффективные барьеры** от диффузных сельскохозяйственных загрязнений питательными веществами и должны признаваться таковыми при крупномасштабных, долгосрочных управлениях загрязнениями.
- **Биологические, химические и физические** процессы позволяют буферным зонам поглощать питательные элементы.
- Буферные зоны с органическими (торфяники) и минеральными почвами имеют схожую эффективность удержания нитратов ( $53 \pm 28\%$ ; среднее значение  $\pm$  sd и  $50\% \pm 32$ ).
- При **минерализации и деградации** торфяников **выделяется** большое количество подвижного растворенного азота и растворимого реактивного фосфора.
- Средняя **эффективность удаления** как у органических, так и у минеральных почв составляет **80%** для общего азота и **70%** для нитратов (при нагрузке  $<160$  кг N/га/год).
- **Более высокие нагрузки** по азоту на водосборную площадь ( $>160$  кг N/га/год) **снижают эффективность удаления общего азота** буферными зонами с **80 до 31%**, поэтому их восстановление необходимо совмещать с уменьшением поступления питательных веществ на водосборную площадь.
- **Чем дольше вода остается** в буферной зоне, **тем эффективнее** удаление и удержание питательных веществ.
- Как правило, почвы, покрытые растительностью, более эффективны в удержании питательных веществ, чем не покрытые, но элементы питания высвобождаются через разложение после отмирания растений. Деревья хранят питательные вещества надежно и долго, но растут медленнее, чем травы и злаки. Возраст также влияет на поглощение питательных элементов деревьями – у молодых потребность в них выше.
- Выкашивание и удаление растительной биомассы с водно-болотных угодий может удалить питательные вещества из буферной зоны. Заготовленная биомасса тростника и осоки может быть использована, например, в качестве строительного материала или для получения биоэнергии. Растения, получаемые при таком сельском хозяйстве на влажных органических почвах, называются *палюдиккультурами*.
- Масштабное восстановление буферных зон необходимо для улучшения качества воды и выполнения требований Водной рамочной директивы ЕС.



Схематическое изображение прибрежной буферной зоны водно-болотных угодий с отложениями низинного торфа (видоизменена на основе статьи Walton et al., 2020) (надпись на изображении – «торфяные отложения»).



В целом, буферные зоны могут эффективно удалять питательные вещества из воды, поступающей в поверхностные и подземные воды, тем самым способствуя поддержанию лучшего качества воды. Однако, эффективность удаления питательных веществ определяется многими факторами, например, гидрологией,

характеристиками почв, растительным покровом, количеством поступающих веществ и сельскохозяйственным использованием. Таким образом, каждое восстановление водно-болотных угодий должно оцениваться индивидуально для того, чтобы определить его потенциал для удаления питательных веществ.

## Торфообразующий потенциал осоковых – результаты опытного исследования

В рамках проектов DESIRE и REPEAT был проведен эксперимент для выяснения возможности изменения способности осоки (*Carex*) к торфообразованию в зависимости от наличия питательных веществ. Осоки образуют торф в условиях заболоченности, когда формирование биомассы превышает ее разложение. Из польских естественных торфяников для эксперимента были отобраны экземпляры пяти различных видов осоки, которые выращивались в наполненных торфом горшках в течение одного вегетационного периода. Для каждого из пяти видов было смоделировано двенадцать различных уровней концентрации

питательных веществ. Всё было выполнено в условиях переувлажнения почв. Самый низкий уровень питательных веществ аналогичен условиям на ненарушенных естественных болотах в виде их нехватки (3,6 кг N/га/год), в то время как самый высокий их уровень соответствовал годовому поступлению азота на сельскохозяйственных пастбищах Западной Европы или в поймах Нидерландов (>400 кг N/га/год).

Основные результаты исследования (Hinzke et al. в стадии рассмотрения):

- **Увеличение биомассы:** в условиях повышенного содержания питательных веществ все осоки увеличили корневую и побеговую биомассы (340-780%). Растения практически не использовали питательные вещества полностью даже при их наивысшем содержании.



- **Увеличение биомассы зависело от вида растения**, т.е. при более высоком содержании питательных веществ некоторые виды росли лучше, чем другие. Видом с наибольшим суммарным объемом биомассы в эксперименте были *Carex acutiformis* (19,7 т/га) и *Carex rostrata* (19,3 т/га), тогда как этот показатель у трех других видов составил от 9 до 12 т/га.
- **Разложение** растительного материала увеличилось при более высоких уровнях питательных веществ. Но усиление разложения корневых масс было меньше увеличения корневой биомассы: наибольшая потеря массы наблюдалась у корней *C. elata* (62-74%), наименьшая – у *C.*

*lasiocarpa* и *C. appropinquata* (21-39% от исходной).

- **Потенциал для торфообразования:** на основании этих результатов можно сделать вывод, что осоки могут образовывать торф даже при высокой концентрации питательных веществ. В проектах по восстановлению торфяников богатых питательными веществами осоки (особенно *C. acutiformis* и *C. rostrata*) будут способствовать образованию торфа. Поэтому повторное обводнение должно способствовать установлению оптимального уровня воды для их роста.



Слева и в центре: Установка горшков для испытания торфообразующего потенциала осок. Справа: *Carex appropinquata* (надземная и подземная биомасса) Фото: Jürgen Kreyling, Franziska Tanneberger, Wiktor Kotowski.

## Извлеченные уроки – рекомендации по результатам наших исследований

Буферные зоны, включая обводненные торфяники, эффективно удаляют азот и фосфор из вод. Кроме того, повторное заболачивание торфяников приносит такие выгоды, как сокращение выбросов парниковых газов, увеличение разнообразия водно-болотных видов, а также открывает возможности для развития биоэкономики.

→ Там, где это возможно, осушение торфяников должно быть прекращено, а уже осушенные торфяники должны быть повторно обводнены для уменьшения сброса питательных веществ. Создание буферных зон водно-болотных угодий является эффективным крупномасштабным и долгосрочным методом улучшения качества воды.

Эффективность обводненных торфяников и водно-болотных угодий на минеральных почвах для удаления питательных веществ ограничена, но может быть повышена за счет удаления элементов питания из экосистемы при уборке урожая накопленной биомассы.

→ Восстановительные работы должны совмещаться с надлежащей практикой ведения сельского хозяйства: применение удобрений необходимо сократить в пределах всего водосборного бассейна. Кроме того, сбор урожая богатой питательными веществами растительности (палюдикультур) в буферных зонах следует рассматривать как меру дополнительного изъятия питательных элементов.

Эффективность удаления питательных веществ зависит от многих факторов и может различаться между отдельными водно-болотными угодьями.

→ Эффективность может быть повышена путем разработки мер по восстановлению, учитывая химические свойства и нагрузку питательными веществами приточных вод, характеристики почвы, время удержания воды, размер территории и растительный покров (Carstensen et al. 2020).

## Палюдикультура и сельское хозяйство на обводненных территориях

Палюдикультура – растительная биомасса заболоченных и повторно обводненных торфяников (влажных органических почв), которая может быть использована в устойчивом сельском и лесном хозяйствах с целью сбора и производства. Как выращивание палюдикультур, так и ведение сельского хозяйства на влажных минеральных почвах являются подходящими методами управления в буферных зонах водно-болотных угодий. Типичные водно-болотные растения, такие как рогоз (*Typha spp.*) или обыкновенный тростник (*Phragmites australis*), хорошо растут на богатых питательными веществами почвах при уровне воды до одного метра над поверхностью земли. В зависимости от вида и качества, собранная биомасса может использоваться в качестве строительного материала (например, для теплоизоляции, кровельной соломы) или в биоэнергетических целях. Таким образом, выращивание палюдикультур – это беспроектный вариант для восстановления деградированных торфяников и продолжения использования земель экологичным образом. Кроме того, сбор биомассы помогает удалять питательные вещества (в том числе сельскохозяйственные загрязнители) из буферных зон водно-болотных угодий, что предотвращает их сброс в поверхностные и подземные воды. Исследования, включающие сбор биомассы на низинных болотах (торфяники, питающиеся грунтовыми и поверхностными водами) в Нидерландах, показали эффективность удержания азота до 93-99% (Koerselmann, 1989, Wassen & Olde Venterink, 2009). В настоящее время проходят испытания и другие виды палюдикультур: сфагновые мхи, выращенные на повторно обводненных верховых болотах, могут заменить торф в растениеводстве, а выпас азиатских буйволов может стать устойчивым способом производства мясных и молочных продуктов в условиях водно-болотных угодий.



Слева: сбор рогоза в Кампе, Германия (Фото: W. Wichtmann). В центре и справа (по порядку): Топливные гранулы и строительные плиты из тростника обыкновенного и рогоза. (Фото: [www.wetlandproducts.com](http://www.wetlandproducts.com)).



Внедрение (или популяризация) водно-болотных растений и их заготовки может восстановить способность к торфообразованию и значительно увеличить количество питательных веществ, удаляемых торфяником. Более того, это является необходимым условием устойчивого землепользования на торфяниках.

→ Культивация палюдикультур должна рассматриваться при восстановлении торфяников, особенно когда основной целью является снижение вымывания питательных веществ.

## Взгляд в будущее – преимущества и актуальные задачи повторного обводнения и палюдикультур

Восстановление и устойчивое использование торфяников предоставляют обществу широкий спектр экосистемных услуг, но в то же время требует решения некоторых задач.

### Преимущества:

- **Уменьшение катастроф:** восстановление торфяников предотвращает наводнения, постоянное оседание грунта, торфяные пожары и опустынивание.
- **Качество воды и дикая природа:** восстановление водно-болотных угодий снижает сброс питательных веществ в прилегающие водоемы и цветение воды и тем самым помогает восстановить их биоразнообразие и среду обитания.
- **Смягчение последствий изменения климата:** восстановление торфяников снижает выбросы парниковых газов и способствует смягчению последствий изменения климата.
- **Устойчивое землепользование и возобновляемое сырье:** палюдикультуры и сельское хозяйство на землях с избыточным увлажнением позволяют перейти от практики осушения и деградации земель к практике устойчивого землепользования, которая обеспечивает многочисленные

экосистемные услуги и позволяет производить возобновляемые продукты, не содержащие ископаемого сырья, например, биоэнергию, теплоизоляционные плиты или другие строительные материалы. За счет использования таких продуктов могут быть обеспечены дополнительные эффекты в области защиты климата.

### Актуальные задачи:

- **Изменения в структуре аграрной политики ЕС:** целью единой сельскохозяйственной политики Европейского Союза (ЕСХП) должна быть отмена субсидий, отрицательно влияющих на окружающую среду. Схемы поддержки (субсидирование, прямые платежи) должны быть модернизированы по принципу "государственные деньги только на общественные блага". Планирование работы фермеров будет более надежным благодаря сельскохозяйственной политике, адаптированной под условия на торфяниках.
- **Потенциал урожайности и спрос:** потенциал палюдикультур определяется урожайностью биомассы и спросом на сырье. Заинтересованные стороны должны создавать новые производственно-сбытовые цепочки и инновационные сети.
- **Альтернатива неустойчивому землепользованию** (заброшенные земли, торфодобыча, лесное хозяйство на осушенных землях): повторное обводнение и внедрение методов использования переувлажненных земель обеспечивают устойчивые решения и открывают перспективы перед лесо- и сельскохозяйственными производителями.
- **Изменения взглядов:** в настоящее время выгоды от восстановления торфяников признаются только в рамках политики сохранения биоразнообразия (директивы ЕС по среде обитания и птицам), при этом общество все еще допускает их



нерациональное использование. Изменения во взглядах и политике необходимы для обеспечения признания того, что водно-болотные угодья участвуют в предоставлении различных экосистемных услуг, включая очистку воды и смягчение последствий изменения климата.

- **Противоречивость целей охраны природы и выращивания палюдиккультур:** в случае приоритета природоохранных задач может потребоваться иной подход к

повторному обводнению, посеву и сбору урожая с точки зрения сроков, масштабов, выбора видов и методов, нежели подход, в большей степени ориентированный на сельскохозяйственное производство.

- **Политические цели и землепользование:** Конечной целью является достижение конкретных показателей в области охраны климата и водных ресурсов. Необходима смена системы взглядов от традиционного землепользования на выращивание палюдиккультур.

## Использованная литература

- Carstensen, M.V., Hashemi, F., Hoffmann, C.C., Zak, D., Audet, J. & Kronvang, B. 2020: Efficiency of mitigation measures targeting nutrient losses from agricultural drainage systems: A review, *AMBIO*, vol. 49, no. 11, pp. 1820-1837.
- Hinzke, T., et al. (submitted to *Functional Ecology*): The peat formation potential of fen sedges increases with increasing nutrient levels.
- Koerselman, W. 1989: Groundwater and surface water hydrology of a small groundwater-fed fen. *Wetlands Ecology and Management* 1, 31–43.
- Walton, C.R., Zak, D., Audet, J., Petersen, R.J., Lange, J., Oehmke, C., Wichtmann, W., Kreyling, J., Grygoruk, M., Jabłońska, E., Kotowski, W., Wiśniewska, M.M., Ziegler, R. & Hoffmann, C.C. 2020: Wetland buffer zones for nitrogen and phosphorus retention: Impacts of soil type, hydrology and vegetation. *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138709>
- Wassen, M.J., Olde Venterink, H. 2009: Comparison of nitrogen and phosphorus fluxes in some European fens and floodplains. *Applied Vegetation Science* 9, 213–222.
- Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. 2016: Paludiculture – productive use of wet peatlands. *Climate protection - biodiversity - regional economic benefits*. Schweizerbart. Stuttgart.
- Wichtmann, S. 2018: Economic incentives for climate smart agriculture on peatlands in the EU. University of Greifswald, Partner in the Greifswald Mire Centre. Report, 38 p.

**Авторы:** Jelena Lange, Wendelin Wichtmann, Piotr Banaszuk, Tjorven Hinzke, Nina Körner, Jan Peters, Achim Schäfer, Jurate Sendzikaite, Tomasz Wilk, Marina Abramchuk

**E-mail:** [wichtmann@succow-stiftung.de](mailto:wichtmann@succow-stiftung.de)



### О проекте:

Данный фактологический бюллетень подготовлен в рамках проекта «Развитие устойчивого (адаптивного) управления торфяниками путем восстановления и использования палюдикультур для удержания питательных веществ и других экосистемных услуг в водосборном бассейне реки Неман» (DESIRE), который финансируется EU Interreg Baltic Sea Programme 2014–2020, Европейским фондом регионального развития (ЕФРР), Европейским инструментом добрососедства (ЕИС) и российским национальным финансированием. Это флагманский проект в рамках программного направления «Nutri» Стратегии Европейского Союза для региона Балтийского моря (EUSBSR). Он финансируется совместно с Программой консультационной помощи (ПКП) Федерального министерства окружающей среды Германии в рамках проекта SPARPAN и Фондом Балтийского моря (BALTCF). Целью проекта DESIRE является повышение эффективности управления торфяниками в бассейне реки Неман для снижения сброса питательных веществ в его воды и в Балтийское море. Проект реализуется в период с января 2019 года по июнь 2021 года (30 месяцев) восемью партнерами по проекту при поддержке девяти ассоциированных организаций из пяти стран - Германии, Польши, Литвы, России и Беларуси. Партнеры представляют региональные и национальные государственные органы и исследовательские институты. Проект DESIRE координируется Грайфсвальдским университетом (Германия) и имеет общий бюджет 1,8 млн. евро.

Дополнительная информация:

<https://projects.interreg-baltic.eu/projects/desire-183.html>  
<https://www.moorwissen.de/en/paludikultur/projekte/desire/index.php>  
[www.neman-peatlands.eu](http://www.neman-peatlands.eu)

