Чрезвычайные ситуации и проблемы экологии в нефтегазовой отрасли

Emergency situations and environmental problems in the oil and gas industry

УДК 502.7: 627.871

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОЗЕР, БОЛОТ ВОДОЕМНОГО ГЕНЕЗИСА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

В. Л. Телицын, Ю. А. Новиков

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

Аннотация. Рассмотрены процессы, протекающие при взаимодействии болот и озер с окружающими геосистемами. Обращено внимание на формирование почв тяжелого гранулометрического состава в приболотном и приозерном поясах, подвергающихся засолению, осолонцеванию и слитазации в условиях лесостепи и степи. Показано, что со временем озера превращаются в болота в результате заиливания и эвтрофикации, особенно при интенсивном техно- и агрогенезе. Подтверждено, что торфяники, ошибочно ранее относимые к засоленным, таковыми не являются и могут использоваться в разнообразных целях. Предложены природо-совместимые технологии природообустройства болотных систем и возвращения им изначальных функций пресноводных озер.

Ключевые слова: депрессии; заиливание; эвтрофикация; кольматация; природосовместимые технологии

THE RESULTS OF INTERACTION OF LAKES, WETLANDS OF WATER-BEARING GENESIS WITH THE ENVIRONMENT AND ENVIRONMENTAL MEASURES

V. L. Telitsyn, Yu. A. Novikov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

Abstract. In the article we consider the processes occurring at interaction of lakes and wetlands with surrounding geosystems. We pay attention to the formation of soils of heavy granulometric composition in the calcareous and lacustrine zones, which are subjected to salinization, solonetization and merging in the conditions of the forest-steppe and steppe. The research shows that over time, the lakes turn into swamps as the result of siltation and eutrophication, especially during intense technogenesis and agrogenesis. Our results confirm that peatlands are not saline, and they can be used for a variety of purposes. We suggest using environmentally compatible technologies for environmental engineering of wetlands and to return to them the original functions of freshwater lakes.

Озера и первичные очаги заболачивания приурочены к понижениям в рельефе. Эти депрессии в рельефе имеют разнообразное происхождение: тектоническое, эрозионное, термокарстовое, карстовое, суффозионное. Как частный случай может рассматриваться и антропогенный генезис депрессий — карьеров, которые намеренно или под влиянием сочетания естественных природных процессов и техногенеза превращаются изначально в водоемы. Говоря же о карстовых воронках, надо иметь в виду то обстоятельство, что озера в них возникают лишь в том случае, если энергия кольматации каналов выщелачивания карбонатных горных пород илистым материалом с окружающего водосбора значительно превосходит энергию карстообразования. В этом случае сначала закупориваются илом трещины карстообразующей породы, а затем в ложе депрессии формируется водоупорный глинистый горизонт, что способствует формированию озер (лагун) за счет вод атмосферных осадков и стекающих потоков с окружающего водосбора. В северных территориях водоупором служат глубокие горизонты многолетнемерзлых горных пород.

Проточные озера, особенно крупные, могут длительное время сохранять свои изначально полезные свойства как истоков рек, источников пресной воды, рыбного и другого вида промыслов, зон рекреации и т. д. Примером этому может служить озеро Байкал. Но мощное антропогенное воздействие с уменьшением поступления вод с водосбора, увеличением испарения, возрастанием поступления взвешенных минеральных частиц, содержащих адсорбированную органику и различные химические вещества искусственного происхождения, а также растворенную органику и комплексные элементно-органические (хелатные) взвеси, может существенно изменить в худшую сторону ход естественно-исторического процесса. Это и наблюдается в настоящее время. Поэтому озерам и болотам, откуда берутся истоки рек, необходимо уделять особенно пристальное внимание. Ведь вода — уже более ценный ресурс, чем нефть.

Все же небольшие замкнутые (непроточные) водоемы со временем превращаются в болота. Этому способствует как привнос взвешенных илистых (преимущественно) частиц с водосбора, так и поступление извне биогенных веществ. Источником их могут быть сельскохозяйственные земли, где применяются минеральные и органические удобрения, а почва подвергается механической обработке. При этом начинается процесс эвтрофикации озер. Сначала на глинистое водоупорное ложе обычно откладывается сапропель, состоящий преимущественно из отмерших остатков низших животных и растительных организмов. Они обычно откладываются в наиболее глубоководной части озер. Сапропели отличаются высокой дисперсностью минеральных частиц и органического вещества. Отложения, обедненные органическим веществом (с зольностью более 85 %), относятся к глинистым или опесчаненным илам [1]. Одновременно с этим процессом сапропелеобразования в краевых мелководных частях озер активно развивается высшая водная растительность: осоки, тростники, камыши, рогозы и т. д. Отмершие останки частично минерализуются и гумифицируются, теряются при газообразовании и растворении. Растворяясь, продукты разложения придают водам болот желтоватую и затем коричневатую-бурую окраску (за счет фульвокислот и гуминовых кислот). До 10–20 % массы остатков консервируется. Идет постоянный процесс торфонакопления с зарастанием (эвтрофикацией) озер с дальнейшей трансформацией в болота. Среднегодовой прирост биомассы при сапропелеобразовании в озерах, например Белоруссии, оценивался в 10–20 м³ на 1 га площади озера [2].

Но в условиях современности с активными факторами техногенеза и агрогенеза в окружающей среде приобретает огромную роль отложение автохтонной органики. Ее образованию способствуют биогенные вещества, преимущественно поступающие с сельскохозяйственных угодий. Имеются сведения, что до 14 % фосфора и 75 % азота в водоемы идет транзитом от сельхозпроизводителя [3]. Более значимую проблему в этом плане представляет седиментация осадков, поступающих с распаханых полей. Скорость их отложения составляет в среднем 0,5–3,0 мм/год, достигая иногда 1м/год [4]. Требуется серьезные противоэрозионные, агротехнические и иные меры нейтрализации и ликвидации отрицательных тенденций эволюционного процесса в техносфере. В природных условиях фактором, сдерживающим эрозию и дефляцию почв и грунтов, является растительность. Следовательно, надо учиться у природы и создавать в приболотном и приозерном поясах лесные пояса, а по их внешнему контуру — сенокосные луга и пастбища. И только за ними располагать пашню.

Если в гумидных и семигумидных условиях «пусковым механизмом» образования озер, болот и заболоченных земель является климат, то в семиаридных областях (лесостепи и луговые степи) на передовые роли выходит геолого-географический фактор. Он определяет перераспределение дефицитной влаги от водосборов к депрессиям. При этом тонкие илистые взвешенные в текущей воде частицы постепенно накапливаются не только в ложе понижений, но также в приболотном и приозерном поясах. Таким образом происходит формирование в этих зонах тяжелосуглинистых и глинистых разновидностей почв: от луговых и лугово-болотных, до солонцов и слитых почв (табл. 1). Слитые почвы встречались нам в Волго-Ахтубинской пойме, а также в приболотном поясе Сьенага де Сапата. В последнем случае на этих почвах размещаются рисовые чеки. Вода же в них подается из лагун, возникших на месте карстовых воронок, подвергшихся процессу кольматации.

В семиаридном климате наблюдаются перераспределение и накопление легко-растворимых солей в приболотном и приозерном поясах. Во-первых, в вегетационный период минеральные почвы здесь раньше освобождаются от снега. Во-вторых, они более гумусированы, от этого имеют темную окраску.

Вследствие этого идет более быстрое их нагревание от солнца, что способствует ускоренному физическому испарению с поверхности почв и в результате транспирации растений.

Таблица 1

Характеристика почвенно-мелиоративных условий низинного болота «Широглазово» перед проведением осушительных мелиораций (по данным Тюменского проектно-изыскательского института водного хозяйства) [5]

Агромелиоративные группы почв	Индекс почв	Почвы	Глубина грунтовых вод, м	Площадь, га
I. Почвы нормального увлажнения	C ₂ ^{ос}	Серые осолоделые	Около 2	2,7
II. Почвы длительного избыточного увлажнения поверхностными и грунтовыми водами	C _{гл} ^{ос}	Серые осолоделые глееватые	1,0–1,2	7,6
	Лг	Луговые	1,2–1,5	0,4
	Лг ^{ос}	Луговые осолоделые	0,9–1,2	10,3
	Лг ^к	Луговые карбонатные	0,9–1,2	24,2
	Лг ^{ск}	Луговые солончаковые	1,2–1,8	137,4
	Лг ^{ск} , Сн ^{ск}	Луговые солончаковые в комплексе с солонцами солончаковыми	1,2–1,8	44,6

Агромелиоративные группы почв	Индекс почв	Почвы	Глубина грунтовых вод, м	Площадь, га
III. Почвы постоянного избыточного увлажнения грунтовыми и поверхностными водами	Бл ^{ск+} , Бл ^к	Лугово-болотные солончаковые в комплексе с лугово-болотными карбонатными	0,3–0,6	39,7
	Бл ^{ск}	Лугово-болотные солончаковые	–	41,1
	Бн ^{тссч}	Торфяно-глеевые солончаковатые	0–0,5	223,1
	Бн	Торфяно-глеевые солончаковатые	–	147,1
	Бн ₁ ^{сч}	Торфяные маломощные солончаковатые	–	501,9
	Бн ₂ ^{сч}	Торфяные среднеспособные солончаковатые	–	234,1
	Бн ₃ ^{сч}	Торфяные мощные солончаковатые	–	104,7

Верхние горизонты почв иссушаются, и туда начинает поступать влага с растворенными солями из нижних слоев. Возникает снижение концентрации влаги. Ее градиент направлен в сторону обводненных частей болотной или озерной системы. Движение же влаги всегда направлено в противоположном направлении градиенту концентрации. Это отметила еще Н. И. Базалевич, исследуя болота в Барабинской низменности. Она назвала процесс накопления солей в почвах приболотного пояса при испарении влаги «эффектом фитиля», как в керосиновой лампе. Исследуя гидрохимические характеристики испаряющейся влаги, Ю. А. Антошеников [7] установил, что концентрация ингредиентов в ней составляет 14 мг/л. В водах болот и озер концентрация солей составляет сотни, тысячи и десятки тысяч мг/л. То количество солей, которое не уходит из профиля почв с испарившейся влагой, остается в ней. В период выпадения дождей и при снеготаянии соли частично вымываются в более глубокие горизонты. Но идет постепенное увеличение солесодержания в естественных условиях. Необходимы мелиоративные мероприятия по снижению солесодержания в почвах приболотного и приозерного поясов, что достигается промывками на фоне закрытого дренажа с последующим отводом растворов коллекторами за пределы массива.

В таблице 2 отмечено, в каких отраслях используется органическое вещество, отложившееся в озерных и болотных котлованах.

Ранее существовало ошибочное мнение, что торфяные почвы в лесостепи и степи засолены (см. табл. 1). Оно возникало от того, что при химическом анализе органогенных почв традиционным методом водной вытяжки не учитывалось то обстоятельство, что в единице объема (плотности) у них сухого вещества на порядок ниже, чем в минеральных почвах. В среднем показатель плотности торфяных низинных почв составляет 0,10–0,15 г/см³, тогда как минеральных — 1,2–1,6 г/см³. Расчеты же ведутся на сухое вещество. Это нами было ранее доказано [8]. Наши ранние выводы подтверждают и результаты гидрохимических анализов дренажных вод, стекающих с минеральных почв приболотного пояса и из торфяных почв. Концентрация ингредиентов в дренажных водах торфяных почв на порядок ниже, чем в водах, стекающих с минеральных почв приболотного пояса (табл. 3).

**Продукты промышленной переработки торфа
и перспективы направления их использования [7]**

Страны, наиболее активно утилизирующие торфяные ресурсы	Продукция, получаемая из торфа, ее применение	Наиболее перспективные направления использования торфа	Примечания
Скандинавские страны (Норвегия, Швеция, Финляндия)	1) Метиловый спирт 2) Торфяной кокс для металлургии 3) Активные угли 4) Удобрения 5) Газ 6) Воск 7) Адсорбенты и фильтры загрязнителей (от выхлопных газов, дымов нефти, сточных вод) 8) Топливные брикеты	Получение воска, кокса (для выплавки ферросплавов, легированных сталей, для окускования и агломерации железной руды), химических продуктов от микробиологической переработки	Основные потребители — заводы целлюлозной, сахарной, цементной промышленности и торфобрикетные заводы; 40 % упаковочного торфа экспортируется
США, Канада, Польша, Германия	1) Удобрения 2) Гуминовые кислоты (биостимуляторы роста растений) 3) Упаковочный материал 4) Препараты, употребляемые при рафинировании металлов	Получение препаратов с защитными свойствами от больших доз рентгеновского облучения, синтетическое топливо, кормовые дрожжи, воск, микроэлементы и биостимуляторы	Потребление в США $\approx 2,0$ млн т/год, а запасы — 32,9 млрд т; то есть торф берегут, так как он является лучшим (по сравнению с углем) материалом для производства синтетического топлива
Россия, Белоруссия, Украина	1) Воск для точного литья, производства пластмасс и парфюмерии 2) Полукокс 3) Отощающие присадки для черной металлургии 4) Гидролизное сырье 5) Углеродные адсорбенты для разделения газов 6) Углеродные волокна в качестве электропроводящей добавки в композиционных материалах 7) Активные угли	Получение воска, кокса, синтетического топлива, биостимуляторов, витаминов, микроэлементов, антиоксидантов, углеродных волокон для композитов, препаратов против облучения, кормовых дрожжей, медицинских препаратов типа стотерина и др. Кроме того, болота — резервный фонд земель для кормопроизводства и лесомелиораций	Кормовые дрожжи содержат 50 % белка, аминокислоты и витамины группы В. Одна тонна дрожжей заменяет 3,5 т фуражного зерна или 14 т картофеля. Возможно производство на основе сфагнового торфа косметических препаратов, перевязочного материала, гигиенических прокладок и подгузников. Сырья — на миллионы лет. Может дать наивысший экономический эффект

Следовательно, торфяники здесь можно применять в хозяйственных целях. После полного использования органики в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, фармацевтике и опреснении почв приболотного пояса в результате промывок и дренажа нужно очистить ложе депрессии. Таким образом будет изначальное свойство пресноводного озера, его воды можно будет брать для питьевых, хозяйственно-бытовых нужд. Можно также вводить в рыбохозяйственный оборот.

Таблица 3

Гидрохимические параметры сбросных вод закрытого дренажа в южной лесостепи
(дозы удобрений $N_{4,5}P_{4,5}K_{50}$, внесение — при физической спелости почв), средние значения за 10 лет наблюдений [5]

Индекс почв	pH	Окисляемость, мг O ₂ /л	ХПК, мг O ₂ /л	Концентрация ингредиентов, мг/л										Σи,г/л	
				CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	ΣFe	ΣP	NH ₄ ⁺		NO ₃ ⁻
Весеннее половодье															
Лг ^{эк}	7,7	15	304	74	798	1880	3514	224	658	2354	0,2	0,2	0,6	5,5	9,9
	8,3	28	760	157	1354	5321	7900	373	1095	4921	0,7	0,4	2,3	15,0	18,0
Б _н ^{гс}	7,3	18	97	53	472	330	825	221	97	305	0,6	0,1	1,0	1,0	2,8
	7,4	22	186	112	683	808	1800	493	204	523	2,0	0,3	1,5	2,8	9,1
Б _{нд}	6,8	28	140	65	420	170	287	103	85	140	1,1	0,3	1,0	1,0	0,7
	7,1	30	440	112	714	538	633	180	119	322	4,0	1,6	1,5	2,0	0,7
Б _{нд}	6,7	56	130	0	330	135	110	25	58	53	0,2	1,3	1,3	1,0	0,7
	7,1	66	277		516	170	200	27	60	100	0,5	2,0	2,2	1,5	0,7
Летняя межень															
Лг ^{эк}	7,9	21	467	112	1055	7156	1930	271	1542	3795	0,3	0,2	0,2	2,0	15,6
	8,4	32	998		1300	12124	5813	601	3767	5730	0,9	0,3	1,0	30,0	22,4
Б _н ^{гс}	7,5	18	233	119	692	913	412	297	282	686	0,9	0,3	0,5	1,2	3,8
	8,3	26	686	157	1623	2190	885	386	583	1219	4,6	1,6	1,2	5,2	8,2
Б _{нд}	7,4	32	245	112	517	554	336	175	113	494	1,0	0,4	0,7	1,4	2,2
	8,6	43	998	168	756	1044	720	601	218	781	3,1	0,9	1,6	5,0	3,0
Б _{нд}	7,2	36	203	0	317	515	197	61	66	398	0,8	0,6	1,2	1,4	1,5
	8,6	43	416		641	1010	350	90	114	734	1,2	1,3	2,3	5,0	2,3
Лг ^{эк}	7,9	21	467	112	1055	7156	1930	271	1542	3795	0,3	0,2	0,2	2,0	15,6
	8,4	32	998		1300	12124	5813	601	3767	5730	0,9	0,3	1,0	30,0	22,4

Примечание. Числитель — средние значения, знаменатель — максимальные. В первые 6 лет осушения CO₃²⁻ — не отмечено.

Выводы

- В результате эвтрофикации (заиливания, зарастания и консервации органики — сапропеля и торфа) озера со временем, несомненно, трансформируются в болота.
- Комплекс сложных биогеохимических процессов во взаимодействии болот и озер с окружающими геосистемами в семиаридных и аридных условиях равнин приводит к формированию тяжелых по гранулометрическому составу и засоленных минеральных почв. Особенно ярко это проявляется, если почвообразующими и подстилающими породами служат морские осадки, что, например, присуще Прикаспийской низменности и югу Западно-Сибирской равнины, в которой в негеновый период существовало обширное озеро-море.
- Торфяники болот не являются засоленными и могут быть использованы для разнообразных хозяйственных целей.
- В условиях мощнейших антропогенных воздействий на окружающую среду очень актуальна проблема разработки и воплощения в реальность природоподобных технологий. Важна конвергенция наук.
- На первых этапах нужно внедрение природосовместимых технологий в природопользование и природообустройство. Таким примером может служить осушение части болот южной лесостепи и степи с опреснением приболотного пояса. Использование торфа и сапропеля в хозяйственных целях. Затем осуществляются рекультивация ложа депрессии, изоляция ее дамбами от окружающих водоприемников (рек, каналов) и возвращение изначального статуса пресноводных озер. Для районов с большим дефицитом водных ресурсов это имеет очень существенное значение.
- В целях исключения заиливания и эвтрофикации озер (равно как и заиливания болот) необходимо облесение приозерного и приболотного поясов. А по их внешнему контуру важно образовать пояс лугов и пастбищ. И только за этими защитными поясами располагать пашню.
- На современном уровне понимания (и тем более воплощения в реальность) перспективы в будущем направлении деятельности не следует исключать из теории и практики опыта природосовместимых технологий — прообраза природоподобных.

Библиографический список

1. Пидопличко А. П., Якушко О. Ф. Происхождение, условия накопления и ресурсы сапропелей Беларуси // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. — Минск: Наука и техника, 1976. — С. 22–26.
2. Лиштван И. И., Лопотко М. З. Использование сапропелей в народном хозяйстве // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. — Минск: Наука и техника, 1976. — С. 5–13.
3. Агрохимия в окружающей среде / Э. Хайниш [и др.]; пер. с нем. — М.: Колос, 1979. — 357 с.
4. Хендерсон — Саллерс Б., Маркленд Х. Р. Умирающие озера. Причины и контроль антропогенного эвтрофирования / Пер. с англ. — Л.: Гидрометеоиздат, 1990. — 279 с.
5. Телицын В. Л. Экспериментальная осушительная система «Широкоглазово» // Мелиоративно-болотные стационары России; сост. Б. С. Маслов, В. К. Константинов, Б. В. Бабиков, Э. Ахти. — Финляндия: Научный центр Вантаа: Metla, 2006. — С. 230–235.
6. Телицын В. Л., Новиков Ю. А., Тестешев А. М. Болота, их экологическое и хозяйственное значение // Сборник научных работ ТюмГАСУ, 2014. — Т. 2. — С. 146–150.
7. Антошенков Ю. А. О влиянии увлажненности ландшафтов на формирование химизма озерных вод // Гидрохимия Урала. — Л.: Гидрометеоиздат, 1979. — № 6. — С. 89–92.
8. Телицын В. Л., Кольцов А. Х. Оценка возможности осушения и освоения почв низинных болот лесостепи Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. — 1986. — № 2. — С. 39–44.
9. Базилевич Н. И. Геохимия почв садового засоления. — М.: Наука, 1965. — 352 с.

Сведения об авторах

Телицын Виталий Леонидович, д. б. н., к. г. н., профессор кафедры геодезии и фотограмметрии, главный научный сотрудник, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)283930, e-mail: telitsynvl@tyuiu.ru

Новиков Юрий Александрович, к. т. н., доцент, заведующий кафедрой геодезии и фотограмметрии, Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, тел. 8(3452)283930, e-mail: novikovja@tyuiu.ru

Information about the authors

Telitsyn V. L., Doctor of Biology, Candidate of Geography, Professor at the Department of Geodesy and Photogrammetry, Chief Researcher, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)283930, e-mail: telitsynvl@tyuiu.ru

Novikov Yu. A., Candidate of Engineering, Associate Professor, Head of Department of Geodesy and Photogrammetry, Industrial University of Tyumen, phone: 8(3452)283930, e-mail: novikovja@tyuiu.ru