

Осницкий Е.М., Сартаков М.П., Комиссаров И.Д. Исследование гуминовых кислот торфов и сапропелей Обь-Иртышского междуречья. Сообщение 3. Окислительно-восстановительный потенциал торфяного профиля и подстилающих озерных отложений Обь-Иртышского междуречья

.....  
**Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»**  
=====

УДК 631.417.2

**Исследование гуминовых кислот торфов и сапропелей Обь-Иртышского междуречья. Сообщение 3. Окислительно-восстановительный потенциал торфяного профиля и подстилающих озерных отложений Обь-Иртышского междуречья**

*Осницкий Е.М.\* , Сартаков М.П.\* , Комиссаров И.Д.\*\**

*\*Югорский государственный университет*

*\*\*Государственный аграрный университет Северного Зауралья*

**Аннотация**

*В работе представлены результаты прямого измерения окислительно-восстановительного потенциала торфов и сапропелей вертикального профиля. Измерения проводились в полевых условиях. Изучаемая скважина расположена вблизи полевого стационара «Мухрино» в Обь-Иртышском междуречье. В статье приведен ботанический состав исследованных торфов. Из исследуемых образцов были выделены гуминовые кислоты. Цель данной работы – установление связей между окислительно-восстановительным потенциалом среды и физико-химическими свойствами гуминовых кислот. Для решения поставленной цели гуминовые кислоты исследовались с помощью трех физико-химических методов (элементный анализ, электронная спектроскопия и термогравиметрический анализ). Установлено, что четкая взаимосвязь между окислительно-восстановительным потенциалом среды и физико-химическими свойствами гуминовых кислот наблюдается только у гипново-травяных сапропелей и сапропелей, лежащих в основании скважины.*

**Ключевые слова:** ТОРФ, САПРОПЕЛЬ, ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ, ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ, ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ, ЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ, ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, МУХРИНО

---

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП) – комплексный показатель, по которому можно судить о происходящих в торфяной залежи процессах. Данный показатель связан с качественными изменениями торфа. Величины ОВП указывают на соотношение восстановленных и окисленных форм соединений и химических элементов в

торфяно-болотных экосистемах, а также отражают процессы количественного и качественного перераспределения вещества. Изменения показателя ОВП могут служить источником информации об экологическом состоянии торфяной залежи, ее отдельных горизонтов и о ходе процесса торфообразования [1].

Вертикальный профиль торфяной залежи и подстилающих озерных отложений был отобран в 30 километрах к юго-западу от города Ханты-Мансийска в районе полевой учебно-экспериментальной станции «Мухрино» кафедры «ЮНЕСКО» Югорского государственного университета. Данный стационар находится на левобережной террасе Иртыша на типичном болотном массиве (болото «Мухрино»). Координаты места отбора стратиграфической торфяной колонки: 60.89535 N – 68.639033 E [2].

Профиль отобран от поверхности до глубины 500 см с шагом 10 см. Отбор образцов производился при помощи торфяного бура марки Eijkelkamp (Peatsampler, производство Нидерланды). Верхний образец (0-10 см), представленный живой дерниной сфагнового мха, исключен из рассмотрения, исключены также образцы с интервалов глубин 60-70, 100-110, 170-190 и 200-210 см, соответствующие погребенным слоям воды. Ботанический состав исследованных торфов представлен на рис. 1.

Торфяная залежь от поверхности до глубины 220 см сложена слоями сильно обводненного сфагнового мочажинного торфа из остатков топяных сфагновых мхов (сфагнум папиллозный – *Sphagnum papillosum* Lindb., Йенсена – *S. jensenii* Lindb., Линдберга – *S. lindbergii* Schimp. ex. Lindb., балтийский – *S. balticum* (Russ.) Russ. ex. C.Jens.) с незначительной примесью шейхцерии (5-15 %) и пушицы (5%). Они чередуются с прослоями шейхцериено-сфагнового и шейхцериенового торфов, в которых содержание остатков шейхцерии возрастает, соответственно, до 20-35 % и 75%.

На глубине 220-330 см верхний горизонт топяных торфов сменяется пластом сфагнового фускум-торфа в сочетании со сфагновым комплексным торфом, которые отлагались в менее обводненных условиях сосново-кустарничково-сфагновых сообществ с доминированием сфагна бурого – *Sphagnum fuscum* (Schimp.) Klinggr. на кочках и грядах и в более влажных межкочьях и мочажинах между ними. Сфагновый фускум-торф на 65-95 % состоит из остатков одноименного сфагнового мха с примесью кустарничков (5-10 %). В составе сфагнового комплексного торфа, кроме того, представлены остатки топяных сфагновых мхов и шейхцерии.

Осницкий Е.М., Сартаков М.П., Комиссаров И.Д. Исследование гуминовых кислот торфов и сапропелей Обь-Иртышского междуречья. Сообщение 3. Окислительно-восстановительный потенциал торфяного профиля и подстилающих озерных отложений Обь-Иртышского междуречья

Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»

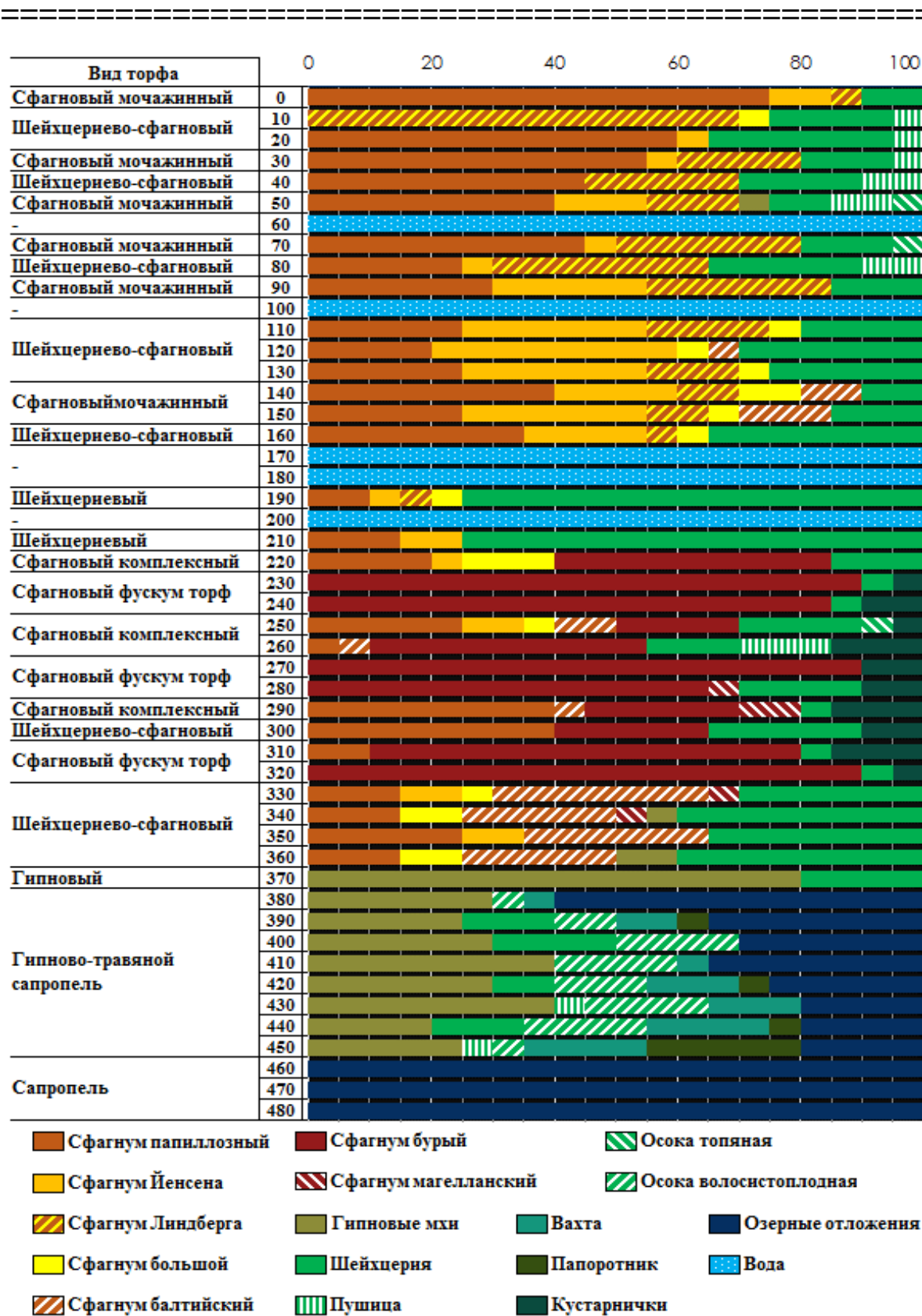


Рис. 1. Ботанический состав исследованных торфов от поверхности до 480 см

Нижний горизонт верхового торфа (330-370 см) в торфяной колонке вновь представлен пластом шейхцериево-сфагнового торфа. Тонкая прослойка гипнового торфа (370-380 см) отделяет его от метрового слоя озерных отложений с остатками водных макрофитов, залегающих в основании торфяной залежи. Начиная с глубины 470 см, образцы состоят полностью из озерных отложений. Материнская порода расположена на глубине 510 см.

Для измерений значений ОВП использовался портативный ОВП метр Kelilong ORP – 16911. Измерения проводились в полевых условиях. Электрод погружался в отобранные образцы торфа.

Извлечение ГК проводилось по методике Инсторфа, модифицированной на кафедре общей химии Тюменской ГСХА [3], но без деминерализации соляной кислотой, которая приводит к частичному удалению алифатической периферии и усреднению результатов.

Для всех образцов был проведен элементный анализ, термогравиметрический анализ и сняты УФ-спектры в Новосибирском институте органической химии СО РАН (аналитики В.Д Тихова, Ю.М. Дерябина) [4, 5].

Результаты прямого измерения ОВП торфяной залежи и подстилающей озерной залежи представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты измерений ОВП

Глубина, см	ОВП, мВ		Глубина, см	ОВП, мВ		Глубина, см	ОВП, мВ
10-20	284		260-270	130		460-470	101
20-30	288		270-280	134		470-480	103
30-40	279		280-290	142		480-490	77
40-50	279		290-300	162		490-500	99
50-60	275		300-310	158		500-510	83
70-80	260		310-320	156		510-520	67
80-90	225		320-330	165		520-530	26
90-100	183		330-340	155			
110-120	179		340-350	171			
120-130	186		350-360	165			
130-140	169		360-370	165			
140-150	176		370-380	180			
150-160	166		380-390	167			

Глубина, см	ОВП, мВ		Глубина, см	ОВП, мВ		Глубина, см	ОВП, мВ
160-170	163		390-400	179			
190-200	141		400-410	172			
210-220	171		410-420	161			
220-230	145		420-430	152			
230-240	133		430-440	120			
240-250	143		440-450	121			
250-260	130		450-460	113			

Как видно из результатов измерений, все образцы находятся в восстановительных условиях. Пользуясь классификацией, разработанной И.П. Сердобольским [6], можно выделить два диапазона значений. В первый диапазон входят образцы от поверхности до глубины 90 см. Для данного диапазона значения ОВП лежат в промежутке от 200 до 300 мВ, что характеризует условия как умеренно восстановительные. Во второй диапазон входят образцы от глубины 90 см до материнского грунта. Для данного диапазона значения ОВП <200 мВ, что характеризует условия как восстановительные. Более высокие значения ОВП для акротелма объясняются высокой аэрацией верхних слоев торфяной залежи.

Наблюдается полиномиальная зависимость пятой степени показателя ОВП и глубины залегания исходных образцов (рис. 2).

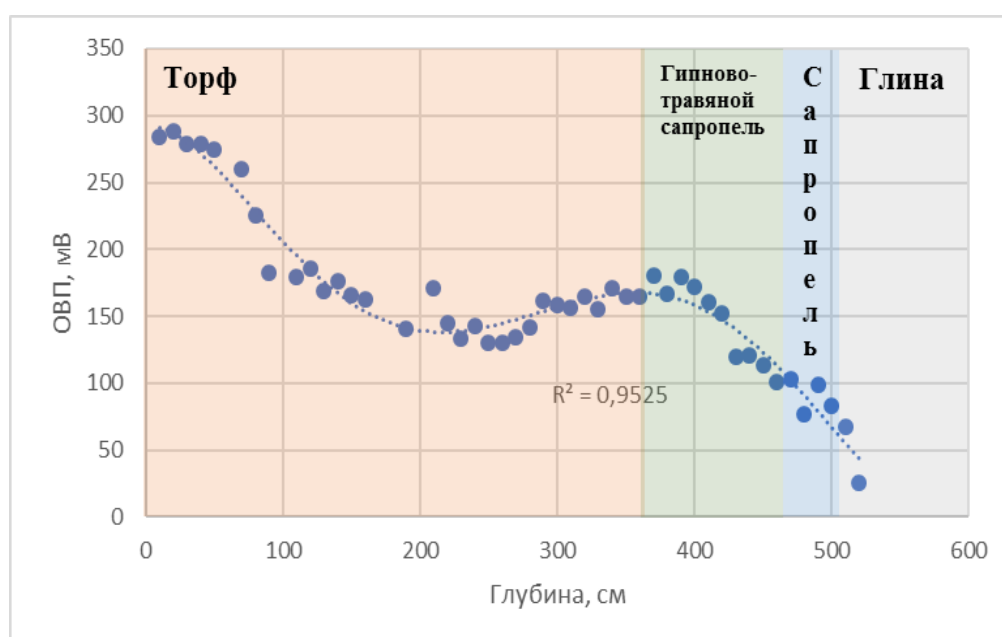


Рис. 2. Полиномиальная зависимость показателя ОВП и глубины

Переход из акротелма в катотелм характеризуется резким падением значений ОВП. Условия среды при этом меняются с умеренно восстановительных до восстановительных. Резкое падение ОВП идет до первого уровня грунтовых вод при 100 см. Далее падение продолжается, но уже не обладает такой интенсивностью. Падение ОВП останавливается, достигнув второго уровня грунтовых вод при 200 см. Далее меняется ботанический состав торфяной залежи (изменяются виды сфагновых мхов), а показатели ОВП начинают медленно расти. Рост продолжается до очередной смены ботанического состава. Сфагновые мхи полностью сменяются гипновыми мхами, а также появляются травы и растения макрофиты. С этого момента начинается падение значений ОВП, которое продолжается до материнского грунта.

Рассматривая связь значений ОВП и физико-химических свойств ГК, можно выделить только область 370-510 см. Данная область относится к гипново-травяному сапропелю и сапропелю. В этой области показатель ОВП падает с глубиной и сильно меняются физико-химические свойства ГК (рис. 3).

С ростом глубины меняется ботанический состав, и торф переходит в сапропель, при этом значения ОВП падают (элемент 1). Значения отношений Н/С ГК растут с падением ОВП, что указывает на переход к более алифатическому построению ГК (элемент 2). Атомные отношения N/C также растут с падением ОВП (элемент 3). Коэффициенты экстинкции при длине волны 465 и 650 падают с падением ОВП, что указывает на меньшую сопряженность ароматических систем в ГК при низких показателях ОВП (элементы 4, 5). Потеря массы ГК при прокаливании в температурном диапазоне от 140 до 400 °С растет с падением ОВП, что указывает на возрастание доли алифатических фрагментов в ГК с падением ОВП (элемент 6). С другой стороны, потеря массы ГК при прокаливании в температурном диапазоне от 400 до 700 °С падает с падением ОВП, что указывает на убывание доли ароматических фрагментов в ГК с падением ОВП (элемент 7). Коэффициент Z, отношение потери массы в низкотемпературной области к потере массы в высокотемпературной области, растет с падением ОВП, что указывает на рост «алифатической периферии» над «ароматическим ядром» с падением ОВП (элемент 8). Данные физико-химические методы согласуются и не противоречат друг другу.

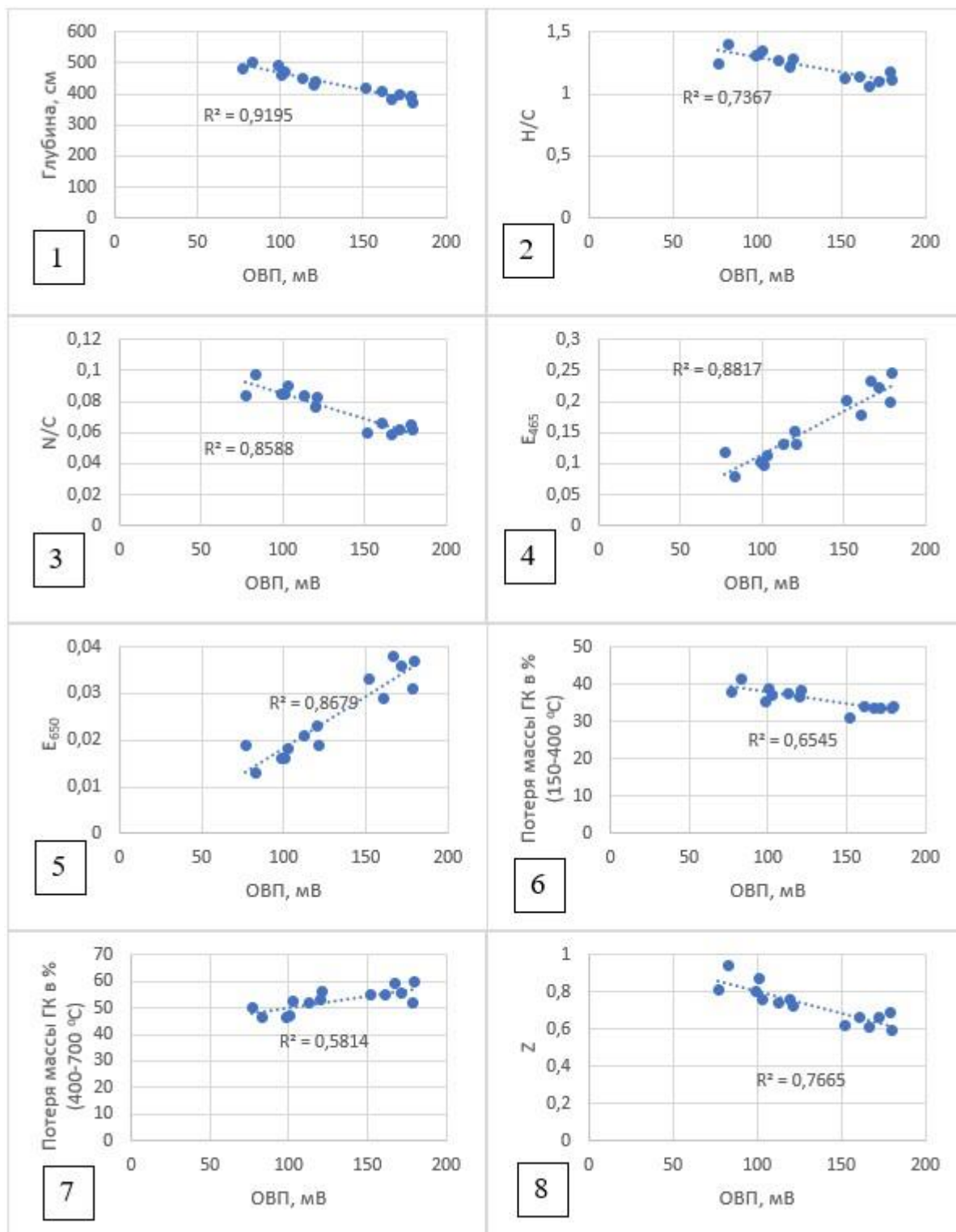


Рис. 3. Зависимости ОВП сапрпелей от глубины и физико-химических свойств ГК

В других областях торфяной залежи, определенных ботаническим составом, данная

совокупность закономерностей не видна. Некоторые закономерности встречаются в части областей, но не являются показательными.

### **Благодарности**

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (договор № 18-44-860010) и Правительства Ханты-Мансийского автономного округа – Югры (договор № 05.5/18-ЮГУ-124).

### **Список использованных источников**

1. Зубов И.Н., Орлов А.С., Селянина С.Б. О применимости окислительно-восстановительного потенциала для оценки состояния торфяных залежей болотных экосистем // Успехи современного естествознания. – 2019, № 3 (часть 1). – С. 51-55.
2. Lapshina E.D., Alexeychik P., Dengel S., Filippova N.V. A new peatland research station in the center of West Siberia: description of infrastructure and research activities // Proceedings of the 1st Pan-Eurasian Experiment (PEEX) Conference and the 5th PEEX Meeting Sep. "REPORT SERIES IN AEROSOL SCIENCE" Finnish Association for Aerosol Research FAAR. – 2015. – P. 236-240.
3. Комиссаров И.Д., Виленский И.И., Федченко О.И. Извлечение гуминовых веществ из органогенных пород // Науч. Тр. Тюменского СХИ. – Тюмень. – 1971, т. 14. – С. 10-34.
4. Osnitsky E.M., Grekhova I.V., Komissarov I.D. Study of the effect of botanical composition of peat bogs of Ob-Irtysh interfluvium on the structure of macromolecules of humic acids // International multidisciplinary scientific geoconference SGEM. – Sofia: STEF92 Technology Ltd. – 2019, т. 14, №3.2. – P. 449-458.
5. Sartakov M.P., Lapshina E.D., Osnitsky E.M., Zarov E.A., Deryabina Y.M. The thermal stability comparative analysis of humic acids in the sphagnum peat of the Western Siberia taiga zone raised bogs // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2016, т. 7, №6. – P. 3104-3113.
6. Сердобольский И.П. Химия почвы. – Издательство: АН СССР. – 1953. – 178 с.

### **Цитирование:**

Осницкий Е.М., Сартаков М.П., Комиссаров И.Д. Исследование гуминовых кислот торфяных залежей и сапротелей Обь-Иртышского междуречья. Сообщение 3. Окислительно-восстановительный потенциал торфяного профиля и подстилающих озерных отложений Обь-Иртышского междуречья // АгроЭкоИнфо. – 2020, №1. – [http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st\\_103.pdf](http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/1/st_103.pdf).