



## СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БОЛОТНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ БОЛОТНОГО МАССИВА СВИНОЕ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В 2019 Г.

А.Д. Борисенко, студентка,  
e-mail: [anzhella.borisenko@klgtu.ru](mailto:anzhella.borisenko@klgtu.ru)  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

Н.Н. Цветкова, доц. кафедры ихтиологии и экологии  
e-mail: [nagornova@klgtu.ru](mailto:nagornova@klgtu.ru)  
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный  
технический университет»

В данной статье представлены результаты исследований химического состава поверхностных вод болотного комплекса Свиное по наблюдениям в 2019 году, а также изучена сезонная динамика гидрохимических показателей, таких как растворенный кислород, перманганатная окисляемость, содержание биогенных веществ, содержание анионов и катионов. Определена общая минерализация болотных вод в разные сезоны.

*Ключевые слова:* болото Свиное, гидрохимический состав вод, сезонная динамика

### ВВЕДЕНИЕ

Болота играют важную роль в гидрологическом балансе ряда местностей. Являясь естественными комплексными геохимическими барьерами, болота преобразуют химический состав вод, выводя из геохимического оборота тяжелые металлы, углерод, сульфиды и другие соединения, активно накапливают органические вещества. Болота оказывают влияние на гидрохимический состав водных объектов, имеющих с ними гидравлическую связь, в том числе способствуют очищению водных объектов от загрязнений. Болота – это естественные природные фильтры, хранилища чистой воды.

Изучение болот особенно актуально в Калининградской области, где болотные комплексы занимают около 6 % территории [1].

### ОБЪЕКТ ИЗУЧЕНИЯ

Болото Свиное (рис. 1) интересно для изучения, так как сформировалось на территории, для которой болота нехарактерны. Включено в список болот, охраняемых и намеченных для охраны по международной программе «TELMA» [2].

Исследуемое болото занимает территорию в 50 га в корневой части Куршской косы [3]. Болотный массив изрезан осушительной сетью каналов, сообщающихся с Куршским заливом (рис. 1). В прошлом здесь велась активная добыча торфа, которая была прекращена около 100 лет назад. В результате осушения и торфодобычи облик болота существенно изменился. В настоящее время болотный массив находится в стадии зарастания, об этом свидетельствует видовой состав фитоценозов, слагающих болотный комплекс Свиное [3].

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель нашего исследования – изучить химический состав болотных вод и оценить его сезонную динамику.

На основе цели были поставлены следующие задачи:

1. определение температуры воды, рН, содержания кислорода в болотных водах ежемесячно;
2. определение содержания в болотных водах органических веществ (по величине перманганатной окисляемости), соединений железа, азота и фосфора, основных ионов – ежемесячно;
3. расчет общей минерализации, определение класса, группы и типа вод, исходя из особенностей анионно-катионного состава – раз в сезон.



Рисунок 1 – Станции гидрохимического мониторинга на бол. Свиное

### МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отбор проб воды на гидрохимический анализ производился из болотного массива Свиное ежемесячно на трех станциях из поверхностного аэрируемого горизонта ежемесячно с марта 2019 г.

Станции 1 и 2 (рис. 1) расположены на северо-западных окраинах болотного массива, покрытых лесной растительностью, и приурочены к озеровидным котловинам антропогенного происхождения. Станция 3 находится в центральной необлесённой части болота, здесь проложен мелиоративный канал с относительно заросшим руслом со слабым течением.

Химический анализ отобранных проб воды производился в течение суток с момента отбора в гидрохимической лаборатории КГТУ кафедры ихтиологии и экологии по стандартным методикам [4, 5]. Для характеристики общей минерализации, класса, группы и типа вод, а также величины перманганатной окисляемости использовались градации, разработанные О.А. Алекиным [6].

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Воды бол. Свиного преимущественно слабокислые (табл. 1). Сезонность выражена заметно: максимальные значения водородного показателя отмечены в весенние месяцы (март, апрель), минимум на всех станциях пришёлся на октябрь.

Таблица 1 – Водородный показатель вод болота Свиного в 2019 г.

Станции	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Ст. 1	6,5	6,5	7,0	6,5	6,5	6,0	6,0	5,5	6,0	6,5
Ст. 2	6,5	7,0	6,5	6,0	6,5	6,0	6,0	5,5	6,0	6,0
Ст. 3	-	-	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0	5,5	6,0	6,5

Кислородные условия (рис. 2) неблагоприятны, что характерно для болотных вод. Максимальное содержание кислорода отмечено в холодный период. Минимальные концентрации кислорода зафиксированы в летний период.

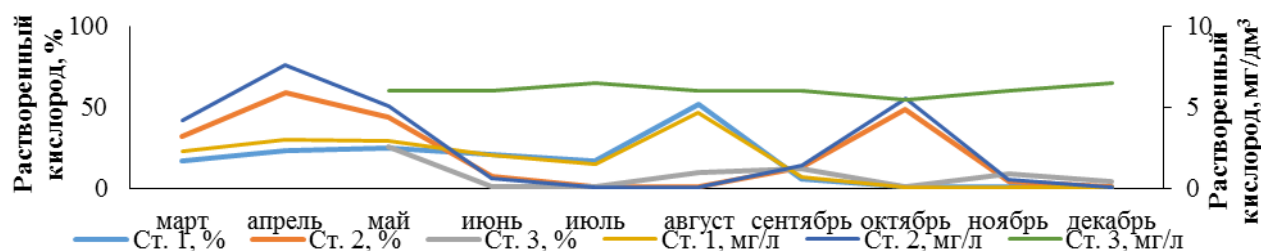


Рисунок 2 – Содержание растворенного кислорода в болотных водах, 2019 г.

Перманганатная окисляемость (рис. 3) в водах бол. Свиного соответствует классу «очень высокая» [6]. Содержание органических веществ мало изменяется в течение года, максимальная их концентрация непосредственно в озерковых комплексах (ст. 1 и 2) болота отмечена осенью в период повышенных осадков. Сезонный ход величины перманганатной окисляемости в канале (ст. 3) более сглажен.

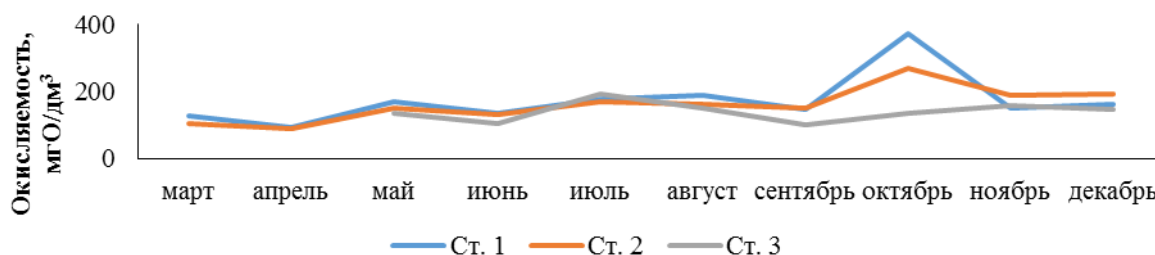


Рисунок 3 – Перманганатная окисляемость болотных вод, 2019 г.

Биогенные вещества обнаруживались всегда в больших количествах. Низкое содержание кислорода обуславливает восстановительную реакцию в болотных водах и способствует преобладанию соединений азота аммонийного (рис. 4а), что типично для верховых болот. На содержание фосфатов (рис. 4б), вероятно, оказывает влияние антропогенный фактор. Концентрации биогенных веществ в исследованный период изменяются неоднозначно, сезонная динамика выражена слабо.

В сумме общего железа преобладает окисное (рис. 5а), хотя концентрация закисного (рис. 5б) не намного ниже. Как правило, в водах болот преобладает закисное железо, но в поверхностном горизонте оно быстро окисляется и переходит в окисное. Сезонная динамика здесь также прослеживается слабо. Можно отметить увеличение содержания всех форм железа в осенний и весенний период, что связано с фазами водного режима болот и изменением доли атмосферного и подземного питания в исследуемый период.

По величине общей жесткости (табл. 2) воды болота относятся к классу «мягкие», что естественно для болотных вод. В период интенсивных осадков (осенний период) отмечена минимальная жесткость болотных вод, что вполне согласуется с особенностями химического состава атмосферных осадков, питающих болотный массив. Среди катионов преобладают натрий и калий (рис. 6). Содержание кальция и магния мало.

В анионном составе (рис. 7) доминируют гидрокарбонаты и сульфаты. Содержание хлоридов типично для болотных вод прибалтийского побережья.

Характер сезонной динамики концентраций сульфатов, гидрокарбонатов и хлоридов тесно связан с водным режимом болот. Периоды интенсивных осадков (осень, весна) сопровождается снижением концентраций гидрокарбонатов и хлоридов и одновременным ростом сульфатов на фоне снижения общей минерализации (табл. 3).

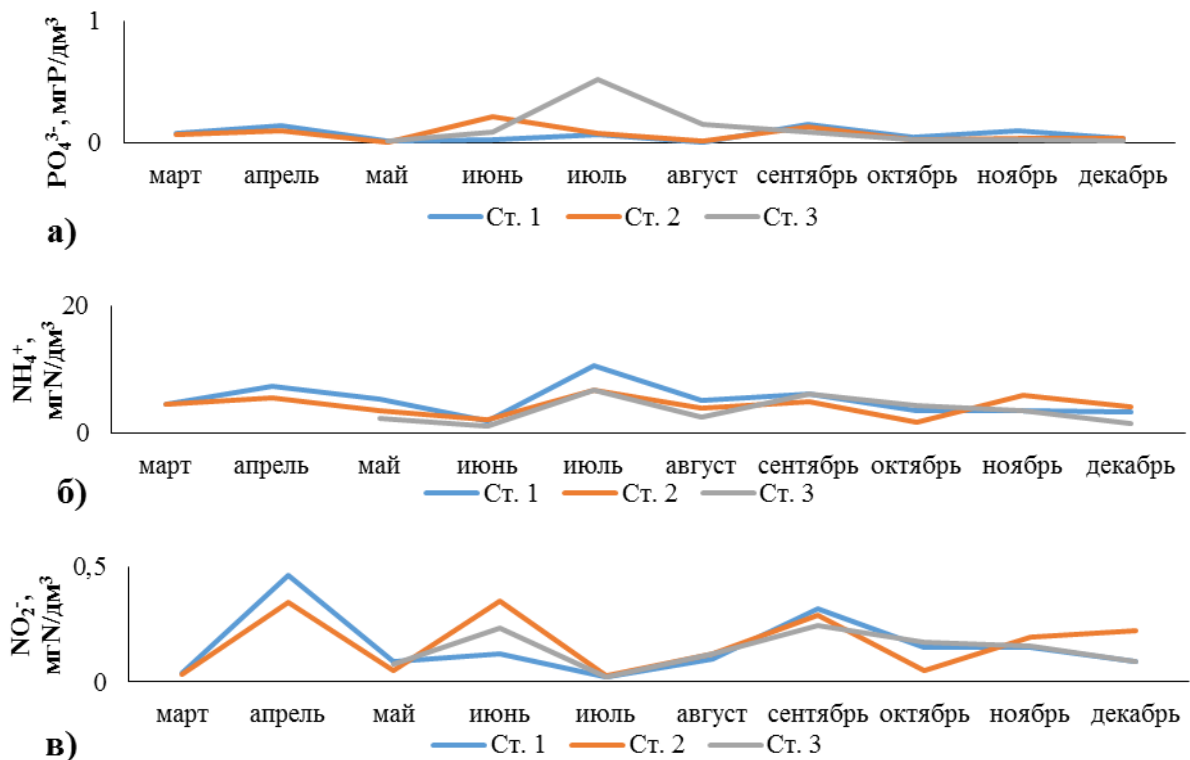


Рисунок 4 – Содержание биогенных веществ в водах бол. Свиного, 2019 г.

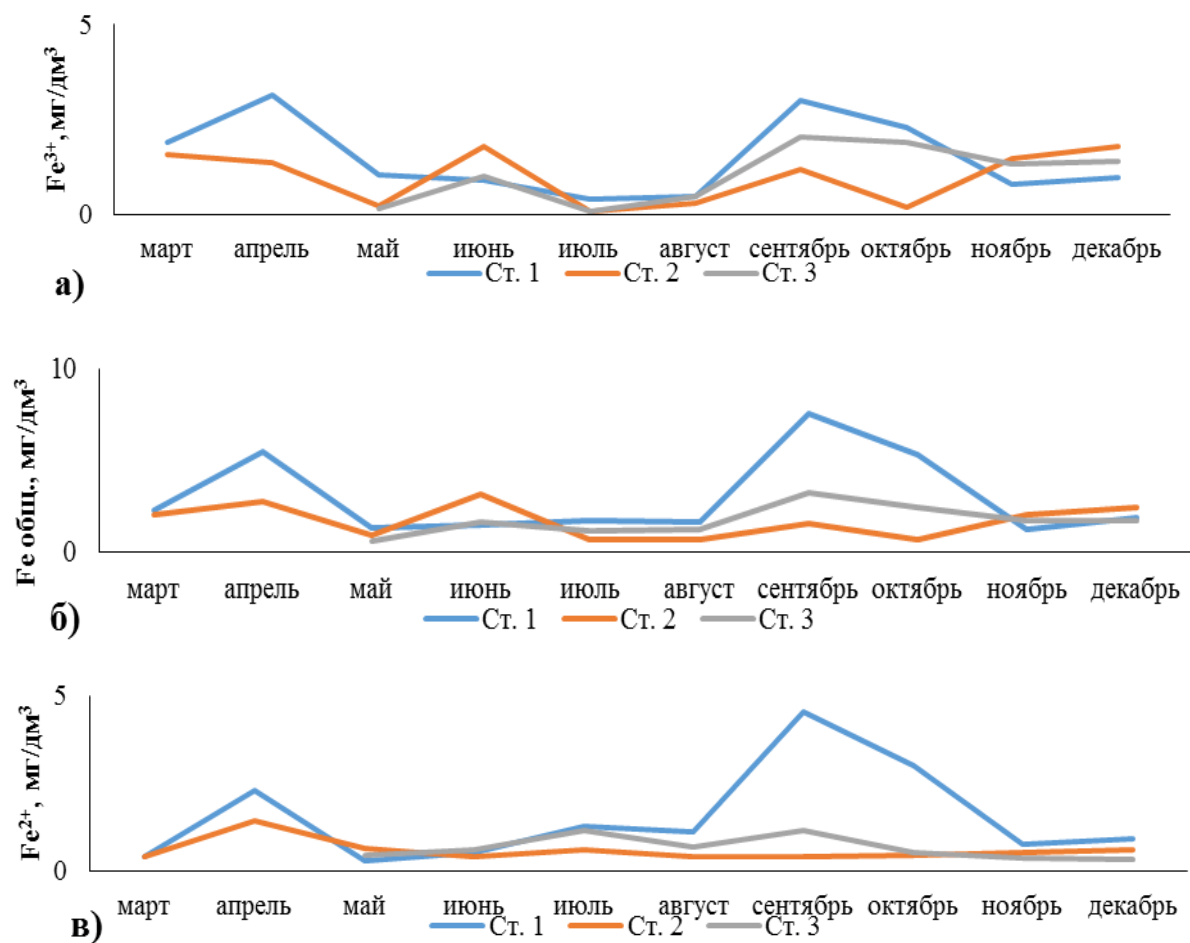


Рисунок 5 – Содержание железа в водах бол. Свиного, 2019 г.

Таблица 2 – Общая жёсткость вод бол. Свиного, 2019 г.

Станции	май	июль	ноябрь	Декабрь
Ст. 1	1,500	1,034	0,298	0,139
Ст. 2	0,420	0,902	0,409	0,139
Ст. 3	0,781	0,902	0,454	0,574

Во время пониженной водности (лето) концентрации хлоридов и гидрокарбонатов в болотных водах достигают максимальных величин.

Воды болотного массива гидрокарбонатно-натриевые преимущественно второго типа средней и малой минерализации. Величина общей минерализации, велика для верховых болот и сопоставима по величине для низинных и переходных болот. Это в условиях осушения в прошлом бол. Свиного естественно. Наиболее высокие значения общей минерализации приходились на теплый период, а наиболее низкие по всем станциям зафиксированы в ноябре (табл. 3).

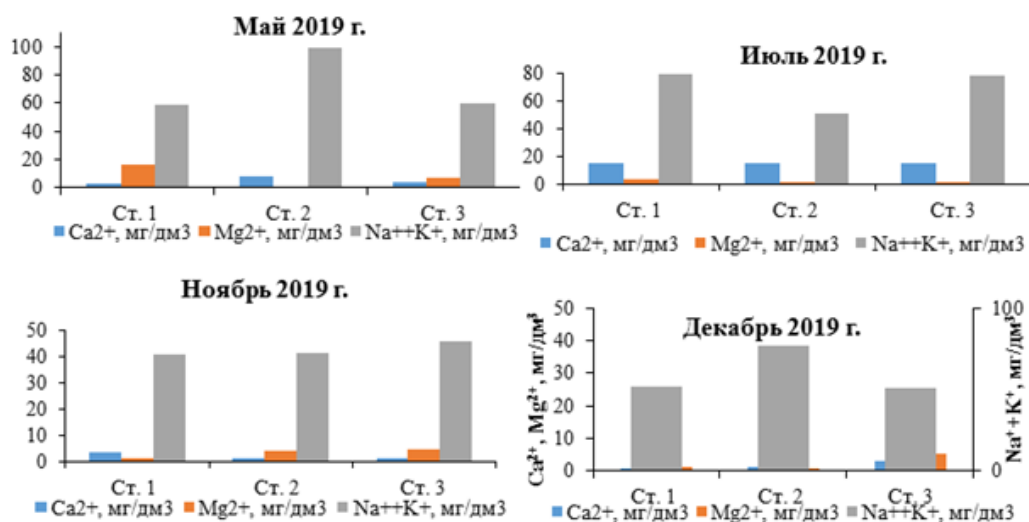


Рисунок 6 – содержание катионов в водах болота Свиного, 2019 г.

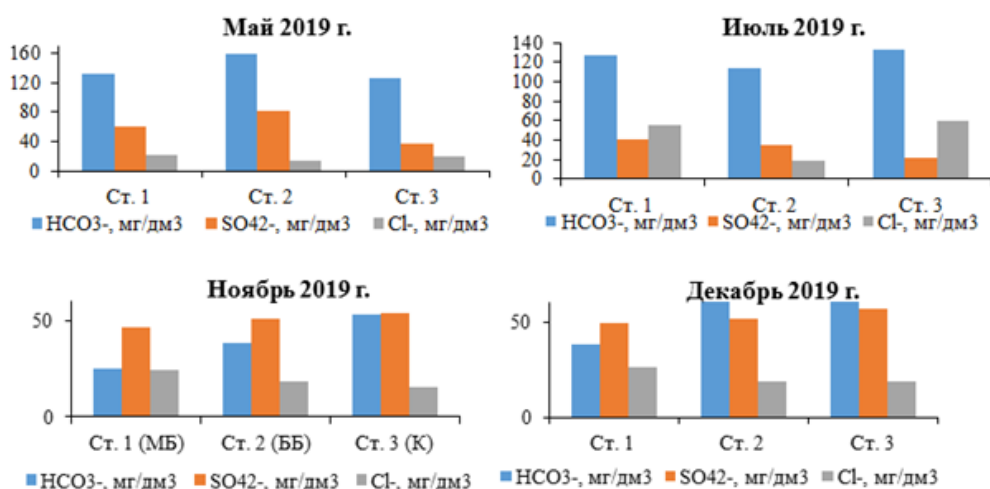


Рисунок 7 – Содержание анионов в водах бол. Свиного, 2019 г.

Таблица 3 – Общая минерализация вод болота Свиного

Станции	Май	Июль	Ноябрь	Декабрь	Среднее
Ст. 1	294,2	321,5	142,1	167,2	231,3
Ст. 2	362,1	234,9	155,1	264,5	254,2
Ст. 3	253,7	310,7	175,1	198,2	234,4

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать следующие предварительные выводы:

1. Сезонная изменчивость исследованных гидрохимических показателей прослеживается в целом слабо. Однако сезонные изменения в распределении основных ионов выражены достаточно четко. С увеличением доли поверхностного питания изменяется соотношение анионов – увеличивается количество сульфатов и уменьшается доля гидрокарбонатов. В сухие периоды (летом) в катионном составе отмечен незначительный рост кальция. Сезонный ход растворенного кислорода связан с сезонным ходом температуры воды - при пониженной температуре воды (в начале весны и в осенне-зимний период) растворимость кислорода выше, содержание его в болотных водах максимальное, с ростом температуры воды, растворимость кислорода падает. В летний период отмечены минимальные концентрации растворенного  $O_2$  в болотной воде. Сезонный ход перманганатной окисляемости не выявлен, но заметна связь с количеством атмосферных осадков – в дождливые месяцы окисляемость воды повышается.

2. Химический состав вод бол. Свиного своеобразен, но в целом соответствует верховым болотным комплексам. Газовые условия, содержание биогенных и органических веществ в поверхностных водах бол. Свиного соответствуют общим закономерностям формирования химического состава верховых болот.

3. Болото Свиное относится к трансформированным, преобразованным деятельностью человека, поэтому для сохранения экосистемы болота целесообразно проводить регулярные комплексные гидрохимические наблюдения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Напреенко, М.Г. Болота Калининградской области: их роль в сохранении биоразнообразия и окружающей среды в регионе / М.Г. Напреенко // Вестник Калининградского государственного университета. – 2000. – С. 99-105.

2. Географический атлас Калининградской области / под ред. В.В. Орленка. – Калининград: КГУ: ЦНИТ, 2002. – 276 с.

3. Напреенко, М.Г. Верховое болото Свиное – исчезающая экосистема в структуре ландшафтов Куршской косы / М.Г. Напреенко, К. Вольфрам, В.П. Дедков // Вестник КГУ. – 2003. – Вып. 1. – С. 18-26.

4. РД 52.24.514-2009. Методика расчета суммарной молярной (массовой) концентрации ионов натрия и калия, суммарной массовой концентрации ионов в водах. Ростов-на-Дону: Росгидромет, ГУ ГХИ. 2009. 9 с.

5. Гидрология. Лабораторный практикум и учебная практика / Т.А. Берникова [и др.]. – Москва: Колос, 2008. – 303 с.

6. Алекин, О.А. Основы гидрохимии. / О.А. Алекин. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1970. – 443 с.

## SEASONAL VARIABILITY OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF SWAMP WATER BY THE EXAMPLE OF THE SVINOIE SWAMP MASS AS OBSERVED IN 2019

A.D. Borisenko, student, anzhella.borisenko@klgtu.ru  
N.N. Tsvetkova, Associate Professor, nagornova@klgtu.ru  
Kaliningrad State Technical University

In this article, we present the results of studies of the chemical composition of the surface waters of the Svinoie swamp complex based on observations in 2019, and also we studied the seasonal dynamics of the content of hydrochemical indicators, such as dissolved oxygen, permanganate oxidizability, the content of nutrients which include nitrites, ammonium, phosphates,

iron oxide, iron ferrous and iron total, the content of anions (sulfates, chlorides, bicarbonates) and cations (calcium, magnesium, the sum of sodium and potassium), and some others. Class and type of waters defined. The total salinity of swamp waters in different seasons has been determined.

***Key words:*** *Svinoie swamp, hydrochemical composition of waters, seasonal dynamics*