

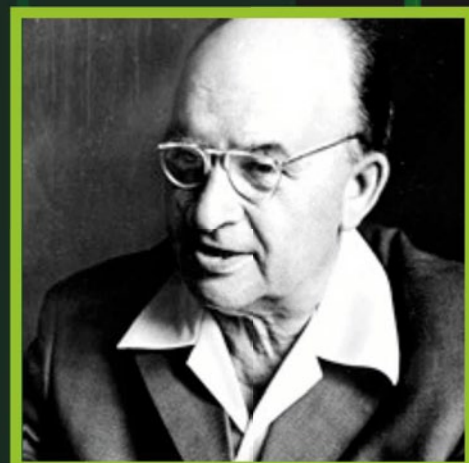
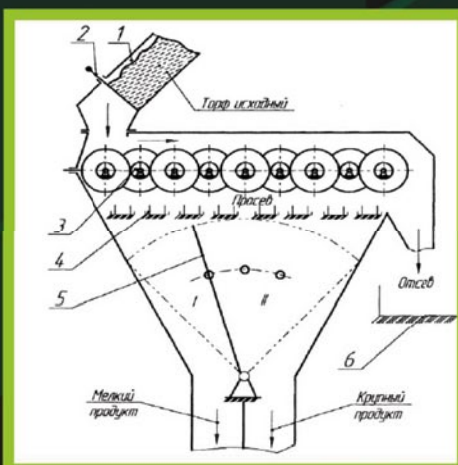
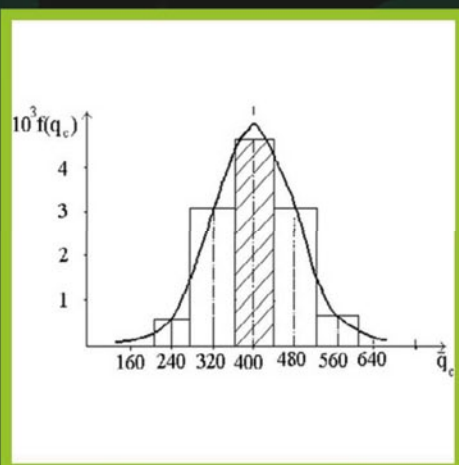
# Научный журнал

Восточно-Европейского института торфяного дела  
Тверского государственного технического университета



№14 (67) 2016

# ТРУДЫ ИНСТОРОФА



Министерство образования и науки РФ

**Восточно-Европейский институт торфяного дела**  
Тверского государственного технического университета

# **ТРУДЫ ИНСТОРФА**

**Научный журнал**

Издается с апреля 1922 года  
**Выходит два раза в год**

**№ 14 (67)**  
июль–декабрь 2016 г.

Тверь 2016

УДК 622.331(05)  
ББК 26.343.4я5

Труды Инсторфа: научный журнал. № 14 (67)  
(июль–декабрь 2016 г.). Тверь: ТвГТУ, 2016. 60 с.

*Учредитель и издатель:* Тверской государственный технический университет

*Главный редактор*  
проф., д. ф.-м. н. А.В. Твардовский

*Научный редактор*  
акад. НАНБ, д. т. н. И.И. Лиштван

*Редакционный совет:*  
проф., д. э. н. Г.А. Александров;  
проф., д. т. н. А.Н. Васильев;  
проф., д. т. н. В.И. Горячев; проф., д. т. н. Н.В. Гревцев;  
чл.-корр. РАН, д. с-х. н. Л.И. Инишева;  
проф., д. т. н. Б.Ф. Зюзин (*зам. научного редактора*);  
проф., д. т. н. А.В. Кондратьев;  
проф., д. х. н. Ю.Ю. Косивцов;  
проф., д. т. н. В.И. Косов; проф., д. б. н. О.Л. Кузнецов;  
проф., д. г. н. Б.В. Курзо;  
проф., д. б. н. Е.Д. Лапшина;  
проф., д. т. н. Б.И. Масленников;  
проф., д. т. н. А.В. Михайлов;  
проф., д. т. н. В.А. Миронов;  
проф., д. т. н. Б.В. Палюх; проф., д. т. н. В.Г. Селеннов;  
проф., д. т. н. В.Ф. Сеницин; д. б. н. А.А. Сиринов;  
проф., д. х. н. Э.М. Сульман; д. б. н. Т.К. Юрковская;  
доц., д. т. н. А.Л. Яблонев

*Редакционная коллегия:*  
проф., д. т. н. С.Н. Гамаюнов;  
проф., д. т. н. Ю.Н. Женихов;  
доц., д. т. н. О.С. Мисников;  
доц., д. г. н. В.В. Панов (*зам. главного редактора*);  
доц., д. т. н. К.В. Фомин

*Секретарь редакционной коллегии*  
к. т. н. А.Е. Тимофеев

*Технический редактор* к. т. н. В.В. Кузовлев

Свидетельство о регистрации  
Эл № ФС 77-41964 выдано 9.09.2010 г.  
Федеральной службой Роскомнадзор

Редактор О.В. Чеховская  
Корректор Т.С. Самборская

Технический редактор А.Ю. Соколова

Подписано в печать 26.12.16 г.  
Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 7,5.  
ООО «Издательство «Триада»  
170034, г. Тверь, пр. Чайковского, д. 9, оф. 514  
ISSN 2224-1523

© Тверской государственный  
технический университет, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

***Инишева Л.И., Кобак К.И., Порохина Е.В.***

Роль болот в углеродном цикле  
(на примере Северо-Западного  
и Сибирского округов России)..... 3

***Ахметьева Н.П., Беляев А.Ю., Гринченко О.С.,  
Кричевец Г.Н., Кудряшова В.В., Лапина Е.Е.,  
Михайлова А.В.***

Заказник «Журавлиная Родина»:  
современное состояние и охрана  
от торфяных пожаров на осушенном  
болоте «Дубненский массив» ..... 12

***Горячев В.И., Михеев И.И.***

К вопросу обоснования применения  
валково-дискового грохота  
для подготовки к кипованию фрезерного  
малоразложившегося торфа..... 22

***Васильев А.Н.***

Обоснование величины переходящих  
запасов торфа на предприятии..... 27

***Фомин К.В., Крылов К.С., Харламов В.Е.***

Методика оценки скоростной  
характеристики двигателя трактора  
торфяного фрезерующего агрегата  
при выполнении технологической  
операции ..... 33

***Кондратьев А.В.***

Совершенствование процесса разделения  
торфяной смеси на валковом сепараторе.... 41

***Павлов Ю.Н., Кочканян С.М., Кондратьев А.В.***

К вопросу определения рациональной  
схемы валкового сепаратора для торфо-  
перерабатывающих предприятий..... 46

***Харламов В.Е., Морозихина И.К., Крылов К.С.***

Исследование тягового сопротивления  
валкователя фрезерного торфа..... 51

***Копенкина Л.В.***

Выдающийся ученый и руководитель  
в истории торфяного дела  
(к 115-й годовщине со дня рождения  
профессора С.Г. Солопова) ..... 56

УДК 551.312.2

### **Инишева Л.И.**

Инишева Лидия Ивановна, член-корреспондент РАН, профессор. Руководитель лаборатории «Агроэкология» ТГПУ (Томский государственный педагогический университет). 634041, г. Томск, ул. Киевская, 60. inisheva@mail.ru. 8(3822)52-00-99

### **Кобак К.И.**

Кобак Кира Ивановна, д. г. н., профессор. Государственный гидрологический институт. 194017, С.-Петербург, ул. Дрезденская, д. 4, кв. 106. kkobak@ru.kielce.pl. Факс: 8(812)3231028

### **Порохина Е.В.**

Порохина Екатерина Владимировна, к. б. н., доцент кафедры биологии растений и биохимии ТГПУ (Томский государственный педагогический университет). 634041, г. Томск, ул. Киевская, 60. porohkatrin@yandex.ru. 8(3822)52-00-99

## **РОЛЬ БОЛОТ В УГЛЕРОДНОМ ЦИКЛЕ (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО И СИБИРСКОГО ОКРУГОВ РОССИИ)**

*Аннотация.* Проанализирована скорость аккумуляции углерода в период голоцена в Сибирском и Северо-Западном округах России балансовым методом, а также по модели Климо в модификации Турчинович; определены современные скорости аккумуляции углерода и линейного прироста торфа.

*Ключевые слова:* торфяное болото, заболачивание, голоцен, современный период, углерод, баланс, моделирование.

### **Inisheva L.I.**

Inisheva Lidiya I. Dr of Agricultural Science, Prof., Tomsk State Pedagogical University

### **Kobak K.I.**

Kobak Kira I. Dr. of Geographical Sc., Prof., State Hydrological Institute

### **Porokhina E.V.**

Porokhina Elena V., PhD, Associate Professor, Department of Plant Biology and Biochemistry, Tomsk State Pedagogical University

## **THE ROLE OF MIRES IN CARBON CYCLE (ON EXAMPLE OF NORTH-WEST AND SIBERIAN REGIONS OF RUSSIA)**

*Abstract.* Velocity of carbon accumulation in the period of the Holocene in Siberian and North-West regions of Russia by balance method and by Klimo's model in Turchinovich's modification is analyzed. Modern rate of accumulation of carbon and a linear growth of peat are determined.

*Key words:* peat mire, paludification, Holocene, modern period, carbon, balance, modeling

## Введение

В Париже, 13 декабря 2015 г. было принято Глобальное соглашение, которое было одобрено в Париже на Всемирной конференции ООН по климату, и которое должно прийти на смену Киотскому протоколу в период после 2020 года. Это свидетельствует о том, что за прошедший период получены не все ответы на вопросы, возникшие в связи с изменением климата. Вместе с тем, современное содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере увеличилось за XX век с 280 до 360 ppm, что, вероятно, связано с деятельностью человека. В этой связи оценка пулов и потоков углерода как между составляющими биогеоценоз компонентами, так и с внешней средой остается в настоящее время первоочередной задачей экологии. В увеличении пула углерода, несомненно, велика роль болот и накопления в них торфа.

Целью данного сообщения является оценка процесса заболачивания и скорости аккумуляции углерода в БЭС на примере Северо-Западного и Сибирского округов. В статье использованы оригинальные результаты за длительный период исследований, а также данные из литературных источников, на авторов которых в тексте даются ссылки.

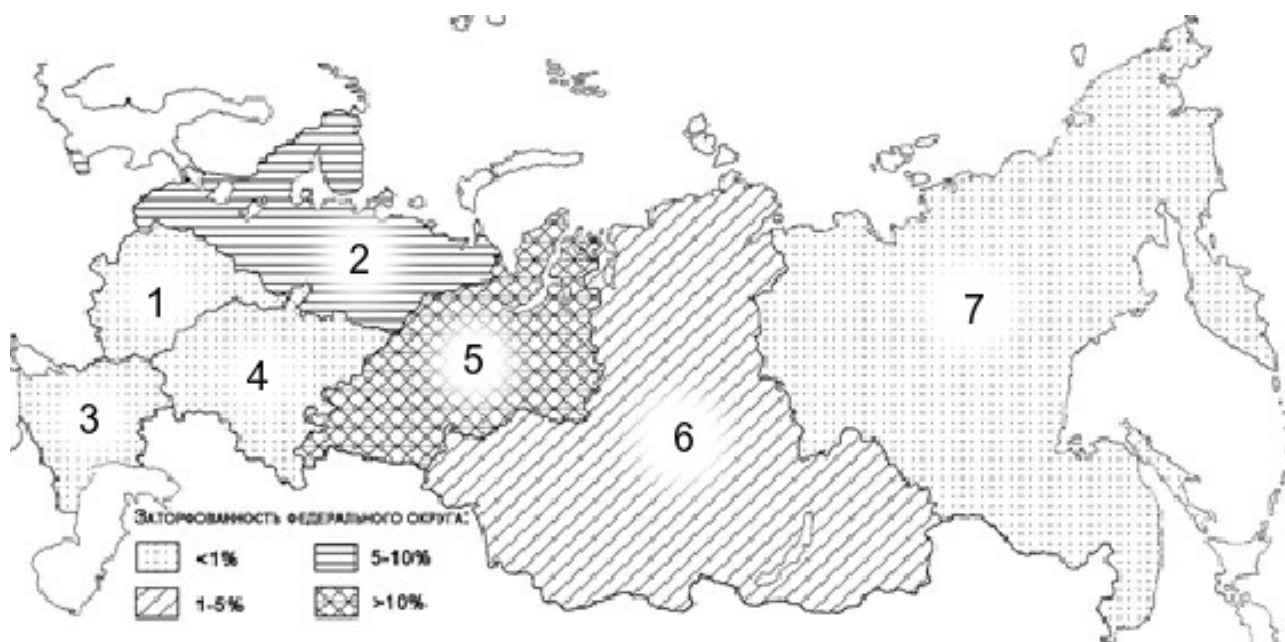
## Объекты и методы исследований

Наибольшая заторфованность территории России характерна для Сибирского округа (более 10%), в северной части которого она достигает 80% (рис. 1).

Особенность этого региона – наличие крупных торфяных болот с площадью более 50 тыс. га. Общая площадь торфяных болот достигает 13,4 млн га с запасами торфа более 48,4 млрд. т. Среди них выделяется группа уникальных торфяных болот: Васюганское (5,3 млн. га), Озерное большое (572,4 тыс. га), Лайменское (50,2 тыс. га), Салымо-Юганское (73,2 тыс. га).

Степень заторфованности Северо-Западного федерального округа составляет 5–10%, занимаемая площадь – 8,1 млн га с запасами торфа более 24 млрд т.

Радиоуглеродное датирование торфяных залежей определялось на радиоуглеродной установке *QUANTULUS-1220* (бензольно-сцинтилляционный вариант) в лаборатории геологии и палеоклиматологии кайнозоя Института геологии и минералогии СО РАН. Приrost торфа за весь период голоцена проведен по результатам абсолютных датировок нижних и верхних границ слоев торфяных отло-



**Рис. 1.** Заторфованность территории России по федеральным округам. Федеральный округ, субъект РФ: 1 – Центральный; 2 – Северо-Западный; 3 – Южный; 4 – Приволжский; 5 – Уральский; 6 – Сибирский; 7 – Дальневосточный

**Fig. 1.** The degree of paludification of the territory of Russia on Federal districts. Federal districts: 1 – Central; 2 – North-Western; 3 – Southern; 4 – Privolzhskij; 5 – Ural'skij; 6 – Siberian; 7 – Dal'nevostochnij

жений соответствующей мощности. В случае отсутствия абсолютных датировок возраст слоев определялся по результатам полинологологического анализа. Для определения современной скорости аккумуляции углерода в БЭС могут быть использованы два основных метода. Первый из них – это сведение баланса углерода в экосистемах, основанное на определении первичной продуктивности болотных растений (NPP), измерениях эмиссии газов с поверхности и выноса углерода болотными водами. Второй – использование моделей процессов аккумуляции торфа и углерода, базирующихся на исторических сведениях о функционировании БЭС [1].

В течение нескольких вегетационных периодов (май, июль, сентябрь) на болотных стационарах изучали поступление и выделение углерода в торфяной залежи. Надземную продукцию определяли укосным методом, подземную – методом монолитов, эмиссию CO<sub>2</sub> и CH<sub>4</sub> проводили камерным методом, анализ газа осуществляли на газовом хроматографе «Кристалл-5000.2». Современные скорости аккумуляции углерода и линейного прироста торфа определяли по модели Клаймо в модификации Турчинович [2].

## Результаты и обсуждение

Ранее проведенными исследованиями установлено, что начало и развитие болотообразования на территории России относятся только к голоцену и его возрастной предел находится между 10–12 тыс. лет [3].

*Накопление торфа в голоцене.* На Северо-Западе России в атлантическое время голоцена, период климатического оптимума (7800–4600 лет назад), торфообразование было интенсивным, и наблюдался большой прирост торфа (табл. 1). Наиболее активное болотообразование отмечено в период 7000–5000 лет назад (л. н.), когда сформировалось более 40% площади современных болот. В суббореальное время (5000–4000 л. н.) число и площади вновь образующихся болот были минимальными (150 га/год) и близкими к интенсивности болотообразования в последнем тысячелетии (около 130 га/год). Нетто-аккумуляция углерода в болотах Северо-Запада, по нашим расчетам, уменьшалась в течение голоцена от 34,5 гС/м<sup>2</sup> год (бореальное время) до 9–10 гС/м<sup>2</sup> год (в субатлантике). В атлантическое время она составляла 27 гС/м<sup>2</sup> год, а в суббореале – 17 гС/м<sup>2</sup> год.

**Таблица 1.** Скорость заболачивания и накопление углерода в отдельные фазы голоцена в некоторых болотных массивах Сибирского и Северо-Западного округов

**Table 1.** The rate of mire formation and of carbon accumulation in some periods of the Holocene in mires of Siberian and North-Western districts

Показатели	Федеральный округ	Фазы голоцена			Среднее за голоцен
		Субатлантический SA (0-2500)	Суббореальный и атлантический, SB+AT (2500-7500)	Бореальный (начало улучшения климата) BO (7500-9500)	
Степень проявления торфообразования	С	–	Активизация AT	Начало активизации – PB	–
	СЗ	–	Активизация AT (7000–5000)	–	–
Скорость заболачивания	С	4–15 см/год	40–60 см/год – AT 5–10 см/год – SB	–	9687 га/год
	СЗ	–	670–755 га/год – AT 150 га/год – SB	–	150–755 га/год
NPP, гС/м <sup>2</sup> год	С	11,2	27 – А, 17 – SB	137 – PB 45,5	36,5
	СЗ	9–10 18	45 – А, 43 – SB	34,5 – PB, 45	–
Скорость торфонакопления, мм/год	С	0,3	0,1–0,2 – SB	1,4–1,6 2,04 – PB 0,86	0,62
	СЗ	0,2	0,4 – SB	0,7–0,8	0,59

Примечания: С – Сибирский округ; СЗ – Северо-Западный округ, PB – предбореал, NPP – net primary productivity – чистая первичная продукция.

Нетто-аккумуляция углерода олиготрофными болотами Северо-Запада, по нашей оценке, составляла 45 гС/м<sup>2</sup> год (в бореале и атлантике), 43 гС/м<sup>2</sup> год в суббореале и 18 гС/м<sup>2</sup> год в субатлантическое время [4]. Анализ скорости торфонакопления в болотах, расположенных на многолетнемерзлых грунтах и снабженных радиоуглеродными датировками (базальный возраст 7680–10610 лет), показал, что скорость во вторую половину голоцена (в суббореале и субатлантике) часто на порядок ниже (0,08 мм/год), чем в первую (0,55 мм/год), когда она соответствовала приросту немерзлых торфяников [5].

На территории Западной Сибири начало процессов торфообразования и торфонакопления относится к предбореальному времени и обусловлено окончанием Сарганского оледенения и потеплением климата. В бореале процесс торфообразования активизируется, а в Атлантике наступление болот на суходолы происходит со скоростью 40–60 см/год (5000–6000 л. н.), что продолжается до второй половины атлантического периода (см. табл. 1).

Скорость торфонакопления в бореале в северной тайге была максимальной за весь голоцен, достигая в Сибири 1,4–1,6 мм/год (8500–9000 л. н.), что было в два раза выше интенсивности торфонакопления в северо-западных БЭС Европейской части [6].

Наиболее интенсивным накопление было на стыке предбореального и бореального времени, когда средний прирост торфа был 2,04 мм/год, что соответствовало аккумуляции углерода 137 г/м<sup>2</sup> год (РВ2) и 0,86 мм/год и 45,5 гС/м<sup>2</sup>/год в бореальное время. В субатлантике средний прирост торфа составлял 0,3 мм/год, а аккумуляция углерода 11,2 г/м<sup>2</sup>/год. Такие показатели предполагают вывод о современном затухании процесса торфонакопления. Рассмотрим прирост торфа на Западно-Сибирской равнине за фазы голоцена (рис. 2).

Максимальная величина линейной скорости торфонакопления в целом по голоцену в Сибирском округе установлена для болотных систем подтайги и лесостепи (1,4 и 1,5 мм/год). В северном направлении скорость торфонакопления уменьшается. В средней тайге скорость линейного прироста торфа составляет 0,57 мм/год, в северной – 0,37 мм/год, в лесотундре – 0,35 мм/год, в тундре – 0,31 мм/год. В лесостепной зоне Западной Сибири, осо-

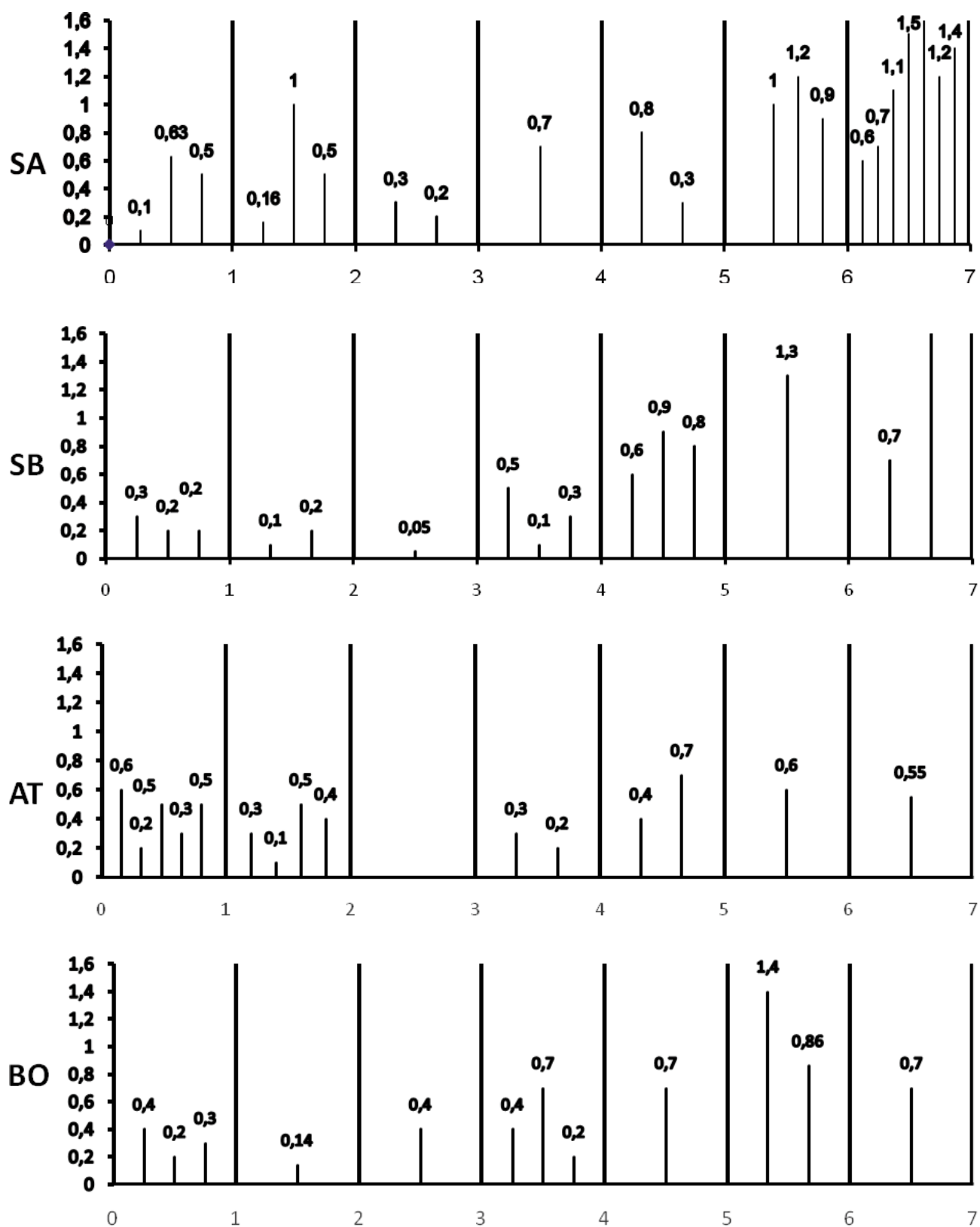
бенно в займищах, процесс торфонакопления также замедлен – 0,73 мм/год и более интенсивно протекает только в рьях – 1,64 мм/год. Минимальный прирост торфяных отложений (0,27–0,34 мм/год) отмечен для суббореального периода, когда климат был относительно сухим и холодным.

Таким образом, анализ скорости торфонакопления в целом в Северной Евразии в зональном аспекте за голоцен свидетельствует о том, что, несмотря на различия, в историях болотообразовательного процесса исследуемых территорий прослеживается ряд общих черт. Так, для северных торфяников как Северо-Запада, так и Западной Сибири начало голоцена (предбореальное и бореальное время) характеризуется высокими темпами торфонакопления – до 1,4–1,6 мм/год в Западной Сибири и 0,8 мм/год в Северо-Западном округе. В Западной Сибири заболачиванием, в основном, была охвачена северная часть, а на юге существовали лишь немногочисленные торфяники [24].

Новосанчуговское похолодание и последовавший после короткого потепления ряд новых похолоданий привели к тому, что в период 7000–6000 л. н. на севере наблюдался локальный минимум торфонакопления. В это же время в южных районах – в южнотаежной подзоне и в лесостепи установлены локальные максимумы торфообразования как в Северо-Западном округе, так и в Западной Сибири.

Похолодание, начавшееся 4,5 тыс. л. н., обусловило уменьшение скорости торфонакопления в Северо-Западном регионе и Западной Сибири. Интенсивность торфонакопления в Западной Сибири была значительно выше, чем на Европейском Севере, особенно в ранние временные отрезки голоцена (9000–7000 л. н.). В лесостепной зоне и подзоне южной тайги Западной Сибири климатический оптимум голоцена сопровождался аридизацией климата [16], что привело к снижению скорости торфонакопления. В торфяниках Северо-Западного региона это не зафиксировано.

*Процесс заболачивания в настоящем времени.* В течение ряда лет нами изучалась современная скорость аккумуляции углерода в болотах балансовым методом. В результате было получено, что расход углерода в БЭС значительно уступает уровню фотосинтетической нетто-аккумуляции (77,4 гС/м<sup>2</sup> год и 125 гС/м<sup>2</sup> год соответственно). Большая



**Рис. 2.** Динамика вертикальной скорости торфообразования по зонам Сибирского округа, мм/год; южные границы зон: 1 – тундра, 2 – лесотундра, 3 – северная тайга, 4 – средняя тайга, 5 – южная тайга, 6 – подтайга, 7 – лесостепь. Периоды голоцена: SA – субатлантический, SB – суббореальный, AT – атлантический, BO – бореальный, PB – предбореальный. Использованы источники: [6–23]

**Fig. 2.** The dynamic of vertical rate of peat accumulation on zones of Siberian district, mm/year: 1 – tundra, 2 – forest-tundra, 3 – northern taiga, 4 – middle taiga, 5 – south taiga, 6 – podtaiga, 7 – forest-steppe. Periods of Holocene: SA – subatlantic, SB – subboreal, AT – atlantic, BO – boreal, PB – preboreal. Literature are used: [6–23]



часть потерь углерода обусловлена эмиссией  $\text{CO}_2$  (в среднем  $69 \text{ гС/м}^2 \text{ год}$ , или  $55,2\%$  от NPP) и  $\text{CH}_4$ , доля которого значительно меньше ( $0,3\text{--}6,5 \text{ гС/м}^2 \text{ год}$ , или  $2,7\%$  NPP). Определенный экспериментально вынос углерода болотными водами составлял  $5,5\%$  NPP ( $6,9 \text{ гС/м}^2 \text{ год}$ ). На основании результатов полевых исследований, проведенных ранее и в настоящее время, средняя аккумуляция определяется величиной  $48\text{--}60 \text{ гС/м}^2 \text{ год}$  [25, 26].

Авторы пришли к выводу о преобладании процесса аккумуляции углерода в торфяной залежи Сибирского округа и прогрессирующем торфообразовательном процессе в настоящее время. И скорость этого накопления в разные по погодным условиям годы варьирует от небольшой до достаточно высокой (в 3–4 раза выше потерь).

Результаты изучения скорости трансгрессии болот Северо-Запада свидетельствуют о том, что с начала 13-го столетия эта скорость возрастала, достигая к началу 90-х годов 20-го столетия  $44,6 \text{ см/год}$ , а на некоторых болотах (Ламмин-Суо) –  $166,3 \text{ см/год}$  [27]. Аналогичные исследования, проведенные в Ленинградской области на верховом болоте Ламмин-Суо (без учета эмиссии метана) показали, что современная нетто-аккумуляция углерода составляет  $12\%$  NPP ( $31,4 \text{ гС/м}^2 \text{ год}$ ), вынос углерода болотными водами –  $5\%$  NPP, а эмиссия газов достигает  $83\%$  NPP [28]. Линейный рост болот – их наступление на окружающие суходолы – достигает в насто-

ящее время  $30\text{--}50 \text{ см/год}$ , а вертикальный прирост торфа равен в среднем  $3 \text{ мм/год}$ . Вариации вертикального прироста находятся в интервале от  $1 \text{ мм/год}$  в залежах древесного (травяного) торфа до  $10\text{--}12 \text{ мм/год}$  (олиготрофные сфагновые торфы).

С использованием модели вертикального роста болот [29] в модификации Турчинович и др. [2] были определены современные скорости аккумуляции углерода и линейного прироста торфа некоторых типов болот России (табл. 2). В расчетах использованы собственные значения параметров и литературные данные [27, 30–35].

Приведенные значения параметра Aa для болот оценены нами с помощью модели вертикального роста болот. Расчеты показали, что современная скорость аккумуляции углерода (при среднем содержании углерода в абсолютно сухом веществе  $51,7\%$ ) варьирует от  $10,3 \text{ гС/м}^2 \text{ год}$  в полигональных болотах до  $51,7 \text{ гС/м}^2 \text{ год}$  в низинных травяных болотах. Таким образом, по нашим оценкам в настоящее время ежегодная аккумуляция углерода на болотах России составляет  $37,6 \text{ млн т}$ . Из подчиненного ландшафта болото превращается в автономный ландшафт.

Количественная характеристика интенсивности заболачивания хорошо отражена в работах Института географии РАН [36, 37]. По мнению этих авторов, развитие болот через несколько тысяч лет приведет к полному заболачиванию и заторфовыванию Западно-

**Таблица 2.** Максимально возможный линейный прирост торфа в некоторых типах болот России в современную фазу голоцена

**Table 2.** The maximum possible peat increment in some types of Russia mires in the modern period of the Holocene

Тип болот	Продуктивность фитомассы, $\text{кг/м}^2 \text{ год}$ (АСВ)	Плотность торфа в акротелме, $\text{кг/м}^3$ (АСВ)	Толщина акротелма, м	Константа разложения, Aa, в год	Поток органического вещества в катотелме, $\text{кг/м}^2 \text{ год}$ (АСВ) (Pc)	Линейный прирост торфа, мм/год
Аапа	0,14–0,54	65–90	0,1–0,3	0,02–0,06	0,058	0,46–0,53
Грядово-мочажинные верховые	0,43–0,52	30–50	0,38–0,44* 0,42–0,49 (p)	0,01–0,05	0,070	0,88–0,93
Верховые облесенные: Европейская часть Западная Сибирь	0,30–0,63 0,21–0,63	30–50	0,49–0,54* 0,47–0,58 (p)	0,01–0,04	0,063–0,079	0,79–0,84 1,00–1,10
Низинные (лесные)	0,78	140	0,85	0,06	0,02	0,10–0,20
Низинные травяно-лесные	0,72	100 ПО	0,49	0,01	0,10	0,70–0,90

Примечания: \* – данные полевых наблюдений, p – расчетные данные, АСВ – абсолютно сухое органическое вещество.

Сибирской равнины. Поэтому многие специалисты рассматривают в настоящее время арктические и бореальные БЭС как нетто-сток углерода из атмосферы [1, 6, 27, 38–44].

Имеет также приоритет утверждение, в котором болота представлены как постоянные нетто-источники парниковых газов в атмосферу [45]. По мнению авторов этой статьи, на одних участках Западно-Сибирской равнины с явными факторами заболачивания процесс будет прогрессировать, на других – может происходить естественное осушение. Так, на Салымо-Юганской БЭС в ХМАО – процесс болотообразования, явно прогрессирующий на этой территории.

Возвращаясь к вопросам экологии биосферы, заметим, что ценность БЭС, как уже упоминалось выше, будет возрастать. Поэтому между различными формами рационального природопользования на торфяных болотах должны существовать правильные соотношения между потребностью общества и биосферной необходимостью сохранения БЭС в естественном состоянии.

## Выводы

Анализ скорости торфонакопления за голоцен свидетельствует о том, что в историях болотообразовательного процесса Европы и Сибири прослеживается ряд общих черт. Прежде всего, то, что для БЭС Северо-Западного округа и Сибири начало голоцена (предбореальное и бореальное время) характеризуется высокими темпами торфонакопления – до 1,4–1,6 мм/год в Сибири и 0,8 мм/год в Северо-Западном округе. Интенсивность торфонакопления в Сибири была значительно выше, особенно в ранние периоды голоцена (9000–7000 л. н.). В период 7000–6000 л. н. на севере исследуемых округов наблюдался локальный минимум торфонакопления; в южных районах установлены максимумы торфообразования. Таким образом, изменения скорости торфонакопления на севере и на юге находились в противофазе.

В настоящее время процесс болотообразования в целом замедлился, но проявление зональности в его трансгрессии сохранилось. В современный период минимальное торфонакопление наблюдается на севере и максимальное – на юге, и в ближайшие 200–300 лет скорость торфонакопления на юге достигнет 0,8 мм/год в среднем по Евразии.

## Библиографический список

1. *Clymo R.S.* Assessing the accumulation of carbon in peatlands / R.S. Clymo // Northern peatlands in global climate change. – FDITA. Helsinki: Publ. of Academy of Finland, 1996. – P. 207–212.
2. *Турчинович И.Е.* Моделирование многолетних скоростей торфонакопления разными типами болот Северо-Запада России / И.Е. Турчинович, К.И. Кобак, Н.Ю. Кондрашева, А.А. Торопова // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2000. – С. 60–62.
3. *Нейштадт М.И.* О нижней границе голоцена / М.И. Нейштадт // Палинология голоцена. – Москва: АН СССР, 1971. – С. 7–17.
4. *Kobak K.I.* Changes in carbon pools of peatland and forests in northwestern Russia during the Holocene / K.I. Kobak, N. Yu. Kondrasheva, I. Ye. Turchinivich // Global and Planetary Change. – 1998. – N 16–17. – P. 75–84.
5. *Вомперский С.Э.*, Вертикальный прирост торфа на болотах России в голоцене по данным радиоуглеродных датировок / С.Э. Вомперский, О.П. Цыганова, Т.В. Глухова, Н.А. Валяева // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2000. – С. 53–55.
6. *Васильев С.В.* Скорость торфонакопления в Западной Сибири / С.В. Васильев // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – Петрозаводск: КНЦ РАН, 2000. – С. 56–59.
7. *Трофимов В.Т.* Инженерно-геологические условия Гыданского полуострова / В.Т. Трофимов, Ю.Б. Баду, Ю.К. Васильчук. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 21 с.
8. *Васильчук Ю.К.* Некоторые черты палеогеографии голоцена Ямала / Ю.К. Васильчук, Е.А. Петрова, А.К. Серова // Бюл. комис. по изучению четвертичного периода. – 1983. – № 52. – С. 134–143.
9. *Фирсов Л.В.* Абсолютный возраст и первая для севера Сибири стандартная пыльцевая диаграмма голоценового торфяника / Л.В. Фирсов, С.Л. Троицкий, Т.П. Левина и др. // Бюл. комис. по изучению четвертичного периода. – 1974. – № 41. – С. 121–127.
10. *Лисс О.Л.* Возраст болот центральной части Западно-Сибирской равнины / О.Л. Лисс, Н.А. Березина, Г.Г. Куликова // Природные условия Западной Сибири. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – Вып.6. – С. 69–86.

11. Хотинский Н.А. Радиоуглеродный возраст и климатические условия развития бугристых торфяников Надым-Казымского междуречья в голоцене / Н.А. Хотинский, В.А. Климанов // Вопросы экологии растений, болот, болотных местообитаний и торфяных залежей. Петрозаводск, 1985. – С. 132–140.
12. Кинд Н.В. Позднее- и послеледниковые Сибири / Н.В. Кинд // Голоцен. – М.: Наука, 1969. – С. 195–201.
13. Левковская Г.М. Абсолютный возраст района г. Игарки и расчленение голоцена Западной Сибири / Г.М. Левковская, Н.В. Кинд, Ф.С. Завельский и др. // Бюл. комис. по изучению четвертичного периода. – 1970. – № 37. – С. 94–174.
14. Нейштадт М.И. Возникновение и скорость развития процесса заболачивания / М.И. Нейштадт // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. – М.: Наука, 1977. – С. 39–48.
15. Архипов С.А. Палинологическая характеристика и абсолютный возраст торфяника в устье р. Томи / С.А. Архипов, М.Р. Ботах // Палеопалинология Сибири. – М.: Наука, 1980. – С. 118–123.
16. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии / Н.А. Хотинский. – М.: Наука, 1977. – 197 с.
17. Левина Т.П. Радиохронометрия и пыльцевая стратиграфия голоценового торфяника Каянское займище (Барабинская лесостепь) / Т.П. Левина, В.В. Орлова, В.А. Панычев и др. // Региональная геохронология Сибири и Дальнего Востока. – Новосибирск: Наука, СО РАН, 1987. – С. 136–143.
18. Климанов В.А. Изменение климата на территории Барабинской равнины / В.А. Климанов, Т.П. Левина, В.В. Орлова // Труды института геологии и геофизики. – 1987. – № 690. – С. 143–149.
19. Фирсов Л.В. Стратиграфия, геохронология и стандартная споро-пыльцевая диаграмма голоценового торфяника болота Гладкое в Новосибирске / Л.В. Фирсов, В.С. Волкова, Т.П. Левина и др. // Проблемы стратиграфии и палеографии плейстоцена Сибири. Новосибирск: Наука, СО РАН, 1982. – С. 96–107.
20. Лапшина Е.Д. Болота Западной Сибири: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук. / Лапшина Елена Дмитриевна. – Томск, ТГУ, 2004. – 37 с.
21. Новиков С.М. О развитии болотных массивов в лесной зоне / С.М. Новиков // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 3. – С. 17–24.
22. Гаджиев И.М. Роль торфообразования в формировании почвенного покрова Сибирских Увалов в голоцене / И.М. Гаджиев, Б.А. Смоленцев // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. – С. 63–65.
23. Архипов С.А. Палинологическая характеристика двух голоценовых торфяников из долины средней и нижней Оби / С.А. Архипов, Т.П. Левина, В.А. Панычев // Палеопалинология Сибири. – М.: Наука, 1980. – С. 123–128.
24. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / О.Л. Лисс, Л.И. Абрамова, Н.А. Аветов, Н.А. Березина и др. – Тула: Гриф и Ко, 2001. – 584 с.
25. Инишева Л.И. Сток и эмиссия углерода в Васюганском болоте / Л.И. Инишева, Е.А. Головацкая // Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития. – Томск, Изд-во СО РАН, 2002. – С. 123–133.
26. Инишева Л.И. Развитие процесса заболачивания и скорость аккумуляции углерода в болотных экосистемах России / Л.И. Инишева, К.И. Кобак, И.Е. Турчинович // География и природные ресурсы. – Т. 34. – № 3. – 2013 – С. 60–68.
27. Кузьмин Г.Ф. Болота и их использование / Г.Ф. Кузьмин // Сборник научных трудов НИИ торфяной промышленности. – СПб., 1993. – 140 с.
28. Кобак К.И. Биотические компоненты глобального углеродного цикла / К.И. Кобак. – СПб.: Гидрометеиздат, 1988. – 246 с.
29. Clymo R.S. Limits to peat bog growth / R.S. Clymo // Phil. Trans. Royal Soc. – 1984. – V. 303b. – P. 605–654.
30. Базилевич Н.И. Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии / Н.И. Базилевич. – М.: Наука, 1993. – 140 с.
31. Базилевич Н.И. Биотический круговорот на пяти континентах. Азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах / Н.И. Базилевич, А.А. Титлянова. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. – 381 с.
32. Боч М.С. Содержание и скорость аккумуляции углерода в болотах бывшего

- СССР / М.С. Боч, К.И. Кобак, Т.П. Кольчугина, Т.С. Винсон // Бюллетень МОИП, отд. Биол. – 1994. – Т. 99. – Вып. 4. – С. 59–70.
33. *Болота Западной Сибири* / Под ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 448 с.
34. *Елина Г.А.* Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии / Г.А. Елина, О.Л. Кузнецов, А.И. Максимов. – Л.: Наука, 1984. – 128 с.
35. *Титлянова А.А.* Биологическая продуктивность травянистых экосистем / А.А. Титлянова, Н.И. Базилевич, В.А. Снытков. – Новосибирск: Наука, 1988. – 134 с.
36. *Вендров С.Л.* Влагооборот на равнинах Западной Сибири, его роль в формировании природы и пути преобразования / С.Л. Вендров, И.П. Герасимов, Л.Ф. Куницын, М.И. Нейштадт // Изв. АН СССР, сер. геогр. – 1966. – № 5. – С. 3–18.
37. *Нейштадт М.И.* Возникновение и скорость развития процесса заболачивания / М.И. Нейштадт // Научные предпосылки освоения болот Западной Сибири. – Москва: Наука, 1977. – С. 39–48.
38. *Tolonen K.* Preliminary estimates of long-term carbon accumulation and loss in the 25 boreal peatlands / K. Tolonen, H. Vasander, A.W. H. Damman, R.S. Clymo // Suo. – 1993. – V. 43. – N 4–5. – P. 277–280.
39. *Vitt D.H.* Spatial and temporal trends in carbon storage of peatlands of continental western Canada through the Holocene / D.H. Vitt, D.V. Beilman, L.A. Halsey // Canadian Journ. of Earth Science. – 2000. – V. 37. – P. 283–287.
40. *Zoltai S.C.* Wetlands of boreal Canada / S.C. Zoltai, S. Taylor, J.K. Jeglum, G.F. Mills, J.D. Johnson // Wetlands of Canada. – Montreal-Quebec: Polyscience Publication, 1988. – P. 97–154.
41. *Вомперский С.Э.* Роль болот в круговороте углерода / С.Э. Вомперский // Биогеоэкологические особенности болот и их использование: XI чтения памяти акад. В.Н. Сукачева. – Москва: Изд-во РАН, 1994. – С. 5–37.
42. *Вомперский С.Э.* Заболоченность территории России как фактор связывания атмосферного углерода / С.Э. Вомперский, О.П. Цыганова, А.Г. Ковалев, Т.В., Глухова, Н.А. Валяева // Глобальные изменения природной среды и климата. – Москва: Изд-во РАН, 1999. – С. 124–145.
43. *Пьявченко Н.И.* Болотообразовательный процесс в лесной зоне / Н.И. Пьявченко // Значение болот в биосфере. – Москва: Наука, 1980. – С. 7–16.
44. *Глебов Ф.З.* Динамика палеорастительности, палеоклимата, накопления торфа и углерода в междуречье Оби и Васюгана (Западно-Сибирская низменность) / Ф.З. Глебов, Л.С., Толейко, В.А. Климанов, Л.В. Карпенко, И.С. Дашковская // Динамика болотных экосистем Северной Евразии в голоцене. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2000. – С. 16–19.
45. *Oechel W.C.* Effect of global change on the carbon balance of arctic plants and ecosystems / W.C. Oechel, W.D. Billings // Arctic ecosystems in a changing climate. – San Diego: Academ. Press, 1992. – P. 139–162.