



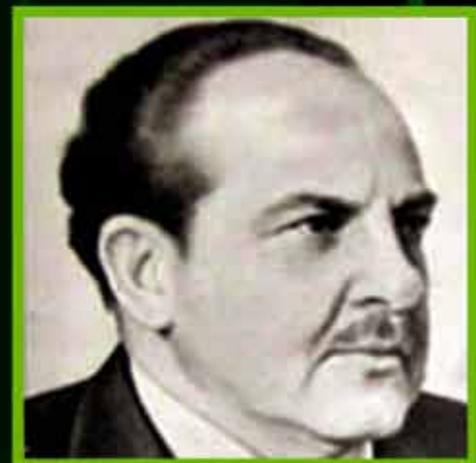
# Научный журнал

Восточно-Европейского института торфяного дела  
Тверского государственного технического университета



№10 (63) 2014

# ТРУДЫ ИНСТОРФА



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**

**№ 10 (63)**  
июль–декабрь 2014 г.

Тверь 2014

УДК 622.331(05)  
ББК 26.343.4я5

Труды Инсторфа: научный журнал. № 10 (63)  
(июль–декабрь 2014 г.). Тверь: ТвГТУ, 2014. 59 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. т. н. А.Е. Афанасьев;  
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. Н.В. Кислов; 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. 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. Синицин; 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 20.12.14  
Формат 60×84 1/8. Усл. печ. л. 6,4.  
ООО «Издательство «Триада»  
170034, г. Тверь, пр. Чайковского, д. 9, оф. 514  
ISSN 2224-1523

---

© Тверской государственный  
технический университет, 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

### **Филиппов Д.А., Пестов С.В.**

Предварительный список насекомых  
болотных местообитаний  
Вологодской области ..... 3

### **Панов В.В.**

Об оценке естественного изменения  
объема и формы торфяных отложений ..... 20

### **Шахматов К.Л.**

Особенности получения топливных  
брикетов и гранул биомассы  
тростника (*Phragmites australis*)  
выработанного торфяного  
месторождения Чувицино  
Калининского района Тверской области ..... 29

### **Миронов В.А., Горячев В.И., Зюзин Б.Ф.**

Торф в повышении плодородия почв ..... 34

### **Гамаюнов С.Н.**

Формирование системы управления  
инновационной деятельностью  
на предприятиях торфяной отрасли ..... 40

### **Горфин О.С.**

Устройство для глубокой  
утилизации тепла дымовых газов  
поверхностного типа на примере  
сжигания фрезерного торфа ..... 48

### **Яблонев А.Л., Дорогов О.В., Крутов Ю.В., Войнов А.Н.**

Основные требования к ходовому  
оборудованию уборочно-  
транспортных машин для перевозки  
фрезерного торфа ..... 52

### **Копенкина Л.В.**

В.Г. Горячкин (1894–1962) –  
основатель научной школы  
технологии торфяного производства  
(к 120-летию со дня рождения) ..... 56

УДК 595.7 (470.12)

**Филиппов Д.А.**

Филиппов Дмитрий Андреевич, к. б. н.,  
1) старший научный сотрудник лаборатории высшей водной растительности Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (ИБВВ РАН). 152742, Ярославская обл., Некоузский район, пос. Борок, philipov\_d@mail.ru;  
2) научный сотрудник международной комплексной научно-исследовательской лаборатории по изучению изменения климата, землепользования и биоразнообразия Тюменского государственного университета. 625003, г. Тюмень, ул. Семакова, 10.

**Пестов С.В.**

Пестов Сергей Васильевич, к. б. н., научный сотрудник отдела экологии животных Института биологии Коми НЦ УрО РАН (ИБ Коми НЦ УрО РАН). 167982, Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28, pestov@ib.komisc.ru

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ  
СПИСОК НАСЕКОМЫХ  
БОЛОТНЫХ  
МЕСТООБИТАНИЙ  
ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Аннотация.* Представлен достигнутый к настоящему времени уровень знаний о насекомых болот Вологодской обл. На основании анализа опубликованных материалов составлен предварительный список насекомых болотных местообитаний региона. На болотах Вологодской обл. зафиксировано 334 вида, относящихся к 220 родам, 74 семействам, 12 отрядам: *Entomobryomorpha* (18 видов, 12 родов, 3 семейства), *Neelipleona* (1, 1, 1), *Poduromorpha* (15, 12, 5), *Symphyleona* (12, 8, 5), *Odonata* (18, 11, 7), *Blattodea* (2, 1, 1), *Heteroptera* (21, 18, 11), *Homoptera* (17, 14, 4), *Coleoptera* (95, 66, 14), *Lepidoptera* (47, 41, 12), *Hymenoptera* (33, 12, 4), *Diptera* (55, 24, 7).

*Ключевые слова:* насекомые, болота, энтомофауна болот, Вологодская обл.

**Philippov D.A.**

Philippov Dmitriy A., PhD,  
1) senior researcher of Laboratory of Higher Aquatic Vegetation of I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences. 152742 Yaroslavl Region, Nekouz District, Borok, philipov\_d@mail.ru;  
2) researcher of International Complex Research Laboratory for Climate, Land-Use Change and Biodiversity of Tyumen State University. 625003 Tyumen, Semakova str., 10.

**Pestov S.V.**

Pestov Sergey V., PhD, researcher of Animal Ecology Department of Institute of Biology of Komi Science Centre of Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 167982, Syktyvkar, Kommunisticheskaya, 28, pestov@ib.komisc.ru

**PRELIMINARY CHECKLIST  
OF INSECTS OF MIRE  
BIOTOPES OF THE  
VOLOGDA REGION**

*Abstract.* The paper presents current knowledge on insects of mires of the Vologda Region (Russia). Based on the analysis of the published materials preliminary checklist of insects related to mire biotopes was established. In total 334 species from 220 genera, 74 families, 12 orders: *Entomobryomorpha* (18 species, 12 genera, 3 families), *Neelipleona* (1, 1, 1), *Poduromorpha* (15, 12, 5), *Symphyleona* (12, 8, 5), *Odonata* (18, 11, 7), *Blattodea* (2, 1, 1), *Heteroptera* (21, 18, 11), *Homoptera* (17, 14, 4), *Coleoptera* (95, 66, 14), *Lepidoptera* (47, 41, 12), *Hymenoptera* (33, 12, 4), *Diptera* (55, 24, 7).

*Key words:* Insecta, mires, entomofauna of mires, Vologda Region

## Введение

Вологодская область расположена на севере Европейской территории России, почти в центре Нечерноземной зоны, между 58° и 62° северной широты и 35° и 47° восточной долготы. Протяженность области с запада на восток 650 км, что в два раза больше, чем с севера на юг (250–380 км). Общая площадь региона составляет 145,7 тыс. кв. км. В настоящее время область разделена на 26 муниципальных районов [1].

В Вологодской обл. болота занимают значительные площади (17% территории региона) [2], однако изученность структурных компонентов болотных экосистем региона следует признать недостаточной [3]. В полной мере это относится к биотической составляющей, в особенности к криптогамным растениям и животным болот области.

Несмотря на мнение, что «почти нет сведений об энтомофауне болотных экосистем» области [4, 15], в этой работе удалось представить весьма внушительный по количеству список краеведческих публикаций [3], но все же в них встречаются, как правило, разрозненные и часто малоинформативные материалы о видовом богатстве насекомых и их роли в функционировании болотных экосистем Вологодской обл.

Целью настоящей работы было составление на основании опубликованных материалов обобщающего списка (каталога) насекомых, встречающихся или отмечавшихся на болотах Вологодской обл.

## Список насекомых болот

Список насекомых представлен в следующей форме. Все насекомые сгруппированы по отрядам, внутри отрядов – по семействам, а уже внутри семейств виды приводятся в алфавитном порядке.

Для каждого таксона приводится: 1) латинское и русское названия; 2) основные синонимы (если они встречаются в работах, посвященных животному миру Вологодской области); 3) сведения о предпочитаемых типах болотных местообитаний (если точно установить типологию не удалось, то данные приводятся в соответствии с литературным источником); 4) список муниципальных районов (см. условные обозначения), в которых отмечен вид; 5) список литературных источников, в кото-

рых вид указывался для болот и заболоченных земель Вологодской области; 6) для охраняемых видов указан статус редкости [5].

Условные обозначения для муниципальных районов: 1 – Бабаевский; 2 – Бабушкинский; 3 – Белозерский; 4 – Вашкинский; 5 – Великоустюгский; 6 – Верховажский; 7 – Вожегодский; 8 – Вологодский; 9 – Вытегорский; 10 – Грязовецкий; 11 – Кадуйский; 12 – Кирилловский; 13 – Кичменгско-Городецкий; 14 – Междуреченский; 15 – Никольский; 16 – Нюксенский; 17 – Сокольский; 18 – Сямженский; 19 – Тарногский; 20 – Тотемский; 21 – Усть-Кубинский; 22 – Устюженский; 23 – Харовский; 24 – Чагодощенский; 25 – Череповецкий; 26 – Шекснинский. Если в литературе вид приводится без указания конкретных пунктов сбора, то тогда в графе районов ставится вопросительный знак в круглых скобках (?).

Редкие виды насекомых, внесенные в Красную книгу Вологодской обл. [5], отмечены знаком #.

Латинские названия таксонов даются в соответствии с базой данных «Fauna Europaea» [6].

Отдельно подчеркнем, что ниже приведены только те насекомые, которые указывались в публикациях непосредственно для болот Вологодской обл. Если даже таксон встречается в регионе и предпочитает преимущественно болотные биотопы или постоянно отмечается в них, но в краеведческой литературе не отнесен к «болотным насекомым», то в список данный вид не был включен. Некоторые виды были внесены в каталог на основании косвенных указаний. Например, если насекомые трофически связаны с облигатными и облигатно-факультативными болотными растениями или обитают в торфяных почвах.

### Отряд ENTOMOBRYOMORPHA

Сем. *Entomobryidae* Schött, 1891

*Entomobrya marginata* (Tullberg, 1871) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксеромезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Entomobrya nivalis* (Linnaeus, 1758) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксеромезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Lepidocyrtus lignorum* (Fabricius, 1793) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксеромезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Lepidocyrtus violaceus* (Geoffroy, 1762) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота; 25 [7, 1016].

*Orchesella bifasciata* (Bourlet, 1839) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Orchesella flavescens* (Bourlet, 1839) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Willowsia buski* (Lubbock, 1870) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (пластичный вид); 25 [7, 1017].

Сем. **Isotomidae** Schäffer, 1896

*Anurophorus septentrionalis* (Palissa, 1966) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксерорезистентный вид); 25 [7, 1016].

*Desoria hiemalis* (Schoett, 1893) (*Isotoma hiemalis* Schott) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксеромезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Desoria neglecta* (Schaeffer, 1900) (*Isotoma neglecta* Schäff.) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный болотный вид); 25 [7, 1016].

*Folsomia bisetosa* (Gisin, 1953) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный вид); 25 [7, 1017].

*Folsomia quadrioculata* (Tullberg, 1871) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Parisotoma notabilis* (Schäffer, 1896) (*Isotoma notabilis* Schäff.) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Isotoma viridis* (Bourlet, 1839) – низинное елово-травяное, сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото, сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезогигрофильный вид); 7, 25 [7, 1016; 8, 30].

*Isotomiella minor* (Schäffer, 1896) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Pachyotoma crassicauda* (Tullberg, 1871) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный вид); 25 [7, 1016].

*Proisotoma minima* (Absolon, 1901) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота; 25 [7, 1017].

Сем. **Tomoceridae** Schäffer, 1896

*Pogonognathellus flavescens* (Tullberg, 1871) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезогигрофильный вид); 25 [7, 1016].

### **Отряд NEELIPLEONA**

Сем. **Neelidae** Folsom, 1896

*Megalothorax minimus* (Willem, 1900) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

### **Отряд PODUROMORPHA**

Сем. **Hypogastruridae** Börner, 1906

*Ceratophysella armata* (Nicolet, 1841) – переходное елово-сфагновое болото; 7 [8, 30].

*Ceratophysella denticulata* (Bagnall, 1941) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота; 25 [7, 1017].

*Choreutinula inermis* (Tullberg, 1871) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксерорезистентный вид); 25 [7, 1016].

*Hypogastrura assimilis* (Krausbauer, 1898) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота; 25 [7, 1017].

*Willemia anophthalma* (Börner, 1901) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Willemia denisi* (Mills, 1932) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Xenylla brevisimilis* (Stach, 1949) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксерорезистентный вид); 25 [7, 1016].

Сем. **Neanuridae** Börner, 1901

*Micranurida pygmaea* (Börner, 1901) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (пластичный вид); 25 [7, 1017].

*Neanura muscorum* (Templeton, 1835) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (пластичный вид); 25 [7, 1017].

*Pseudachorutes dubius* (Krausbauer, 1898) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (пластичный вид); 25 [7, 1017].

Сем. **Odontellidae** Massoud, 1967

*Xenylloides armatus* (Axelson, 1903) – низинные и переходные елово-травяные и елово-сфагновые и сосново-кустарничково-сфагновые верховые болота; 7 [8, 30].

Сем. **Onychiuridae** Börner, 1901

*Onychiurus affinis* (Agren, 1903) – переходное елово-сфагновое болото; 7 [8, 29].

*Onychiurus armatus* (Tullberg, 1869) – низинные и переходные елово-травяные и елово-сфагновые и сосново-кустарничково-сфагновые верховые болота; 7 [8, 30].

*Protaphorura nemorata* (Gisin, 1952) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (ксерорезистентный вид); 25 [7, 1016].

Сем. **Tullbergiidae** Stach, 1954

*Mesaphorura macrochaeta* (Rusek, 1976) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота; 25 [7, 1016].

### **Отряд SYMPHYPLEONA**

Сем. **Arrhopalitidae** Stach, 1956

*Arrhopalites cochlearifer* (Gisin, 1947) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезофильный вид); 25 [7, 1016].

*Arrhopalites principalis* (Stach, 1945) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезогигрофильный вид); 25 [7, 1016].

Сем. **Bourletiellidae** Börner, 1912

*Heterosminthurus* sp. – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный вид); 25 [7, 1017].

Сем. **Dicyrtomidae** Börner, 1906

*Dicyrtoma fusca* (Lubbock, 1873) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота; 25 [7, 1017].

*Ptenothrix atra* (Linnaeus, 1758) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезогигрофильный вид); 25 [7, 1016].

*Ptenothrix leucostrigata* (Stach, 1957) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный вид); 25 [7, 1017].

Сем. **Katiannidae** Börner, 1913

*Sminthurides pseudassimilis* (Stach, 1956) (*Sminthurinus pseudassimilis* Stach) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный вид); 25 [7, 1017].

*Sminthurinus aureus* (Lubbock, 1862) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный вид); 25 [7, 1017].

*Sminthurinus niger* (Lubbock, 1868) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезогигрофильный вид); 25 [7, 1016].

Сем. **Sminthurididae** Börner, 1906

*Lipothrix lubbocki* (Tullberg, 1872) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (мезогигрофильный вид); 25 [7, 1016].

*Sminthurides schoetti* (Axelson, 1903) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (гигрофильный вид); 25 [7, 1016].

*Sphaeridia pumilis* (Krausbauer, 1898) – сосново-пушицево-сфагновая окрайка верхового болота (пластичный вид); 25 [7, 1017].

### **Отряд ODONATA**

Сем. **Aeschnidae** Rambur, 1842

*Aeschna cyanea* (Mueller, 1764) – болота; 6, 7, 11, 12, 17, 18 [4, 19, 22; 9, 88].

*Aeschna grandis* (Linnaeus, 1758) – болота; 5, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 17, 21, 23, 24 [4, 19, 22; 9, 88].

*Aeschna juncea* (Linnaeus, 1758) – болота; 3, 17, 24 [4, 19, 23; 9, 88].

*Aeschna subarctica* Walker, 1908 (*A. elisabethue* Djakonov, 1922) – болота; 9, 12 [4, 19, 23; 9, 88].

Сем. **Coenagrionidae** Kirby, 1890

*Coenagrion hastulatum* (Charpentier, 1825) (*Agrion hastulatum* Charp.) – болота (в т. ч. на низинные); 1, 3, 5, 8–12, 15, 21–24 [4, 19, 21; 9, 88; 10, 234].

*Enallagma cyathigerum* Charpentier, 1840 – низинные болота и заболоченные хвойно-мелколиственные леса; 9 [10, 234].

Сем. **Cordulegasteridae** Calvert, 1893

# *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) – болота; 12, 15 [4, 19, 23, 262, 263; 5, 37]. Редкий, потенциально уязвимый вид – 3 (NT) [5].

Сем. **Corduliidae** Selys, 1850

*Cordulia aenea* (Linnaeus, 1758) – болота (в т. ч. верховые); 3, 5, 9, 12, 17, 21–23 [4, 19, 24; 9, 88; 10, 234].

*Somatochlora flavomaculata* (Vander Linden, 1825) – окраины болот; 9 [10, 90, 235].

Сем. **Gomphidae** Rambur, 1842

*Gomphus vilgatissimus* (Linnaeus, 1758) – болота; 1, 15, 16, 21, 24 [4, 19, 23; 9, 88].

Сем. **Lestidae** Calvert, 1901

*Lestes dryas* Kirby, 1890 – болота (в т. ч. низинные); 5, 9, 12, 13, 15–17 [4, 19, 20; 9, 88; 10, 234].

*Lestes sponsa* (Hansemann, 1823) – болота; 5–8, 12, 13, 16, 17, 22–24 [4, 19, 20; 9, 88].

Сем. **Libellulidae** Rambur, 1842

*Leucorrhinia dubia* (Vander Linden, 1825) – окраины верховых болот и берега заболоченных водоемов; 9, 24 [4, 24; 10, 94, 235].

*Leucorrhinia rubicunda* (Linnaeus, 1758) – переходные и верховые болота; 9 [10, 235].

*Libellula depressa* (Linnaeus, 1758) (*Ladona depressa* L.) – верховые болота; 9 [10, 235].

*Libellula quadrimaculata* (Linnaeus, 1758) – преимущественно на переходных и верховых болотах; 5, 8, 9, 11, 13, 15, 20–24 [4, 19, 24, 25; 9, 88; 10, 235].

*Sympetrum danae* (Sulzer, 1776) – болота; 2, 13, 17, 22 [4, 19, 25; 9, 88].

*Sympetrum flaveolum* (Linnaeus, 1758) – болота; 1, 5, 7, 9, 12–15, 17, 20, 21, 24 [4, 19, 25; 9, 88; 10, 235].

### **Отряд BLATTODEA**

Сем. **Blattellidae** Karny, 1908

*Ectobius sylvestris* (Poda, 1761) – в растительной подстилке лесов и на верховых болотах; ? [1, 258].

*Ectobius lapponicus* (Linnaeus, 1758) – в растительной подстилке лесов и на верховых болотах; ? [1, 258].

### **Отряд HETEROPTERA (HEMIPTERA)**

Сем. **Anthocoridae** Fieber, 1837

*Anthocoris nemorum* (Linnaeus, 1761) – заболоченные леса и березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 8, 10, 11, 16, 21, 25 [4, 31–32; 11, 225].

Сем. **Aradidae** Spinola, 1837

*Aradus betulae* (Linnaeus, 1758) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 224].

Сем. **Cydnidae** Billberg, 1820

*Eurygaster testudinaria* (Geoffroy in Fourcroy, 1785) – «сырые места» (на злаках, осоках, пушицах) [вероятно, низинные и переходные болота]; 4, 8–10, 12, 16, 22–24 [4, 44].

Сем. **Hebridae** Amyot et Serville, 1843

*Hebrus pussilus* (Fallén, 1807) – болота (среди влажных мхов); 9 [4, 29].

*Hebrus ruficeps* Thomson, 1871 – болота (среди влажных мхов); 3 [4, 29].

Сем. **Lygaeidae** Schilling, 1829

*Kleidocerys resedae* (Panzer, 1797) – болота (преимущественно на березах); 9, 12, 22, 24 [4, 38].

*Ligyrocoris sylvestris* (Linnaeus, 1758) – болота [вероятно, травяные низинные]; ? [4, 40].

*Rhyparochromus pini* (Linnaeus, 1758) (*Aphanus pini* L.) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 226].

*Scolopostethus pictus* (Schilling, 1829) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото и «во влажных местах»; 8, 10, 25 [4, 39; 11, 225].

*Scolopostethus pilosus* (Reuter, 1874) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото и «во влажных местах»; 8, 10, 22, 25 [4, 39; 11, 225].

Сем. **Miridae** Hahn, 1831

*Blepharidopterus augulatus* (Fallén, 1807) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 224].

*Cyrtorhinus caricis* (Fallén, 1807) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото (на осоках); 25 [4, 35; 11, 224].

*Globiceps salicicola* Reuter, 1883 – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [4, 35; 11, 228].

*Stenodema calcarata* (Fallén, 1807) (*S. calcaratum* Fall.) – также на болотах (в т. ч. на березово-сосновом травяно-сфагновом [переходном]); 8–10, 24, 25 [4, 34; 11, 224].

Сем. **Nabidae** A. Costa, 1853

*Nabis flavomarginatus* (Scholtz, 1847) – болота; 5, 7, 9, 12, 15, 22 [4, 31].

*Nabis limbatus* (Dahlbom, 1851) (*Dolichonabis limbatus* Dahlbom) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото, сырые луга; 9, 12, 25 [4, 31; 11, 226].

Сем. **Pentatomidae** Lech, 1815

*Rhacognathus punctatus* (Linnaeus, 1758) – заболоченные и сырые участки (на ивах) [вероятно, на низинных болотах]; 10, 22, 23 [4, 47].

Сем. **Rhopalidae** Amyot et Serville, 1843

*Stictopleurus crassicornis* (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 226].

Сем. **Saldidae** Kirkaldy, 1906

*Chartoscirta elegantula* Fallén, 1807 – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 225].

Сем. **Tingidae** Laporte, 1832

*Agramma femorale* (Thomson, 1871) (*A. laetum* Fll.; *Serenthia laeta* Fall.) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 226].

*Stephanitis oberti* (Kolenati, 1857) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото, на вересковых (чаще на бруснике и чернике обыкновенной); 25 [4, 36; 11, 226].

### **Отряд НОМОПТЕРА**

Сем. **Aphrophoridae** Amyot et Serville, 1843

*Aphrophora alni* (Fallén, 1805) – на *Betula* и *Salix aurita* на «кустарниковом» [низинном] приозерном и березово-сосновом травяно-сфагновом [переходном] болотах (лугово-лесной дендротамно(хаме?)хортобионт); 25 [11, 226; 12, 178].

*Aphrophora pectoralis* (Matsumura, 1903) – на различных видах ив (*Salix cinerea*, *S. aurita*, реже *S. pentandra*, *S. myrsinifolia*) [вероятно, на низинных болотах и окрайках сфагновых болот] (мелколиственнoлесной дендротамнобионт); 25 [12, 178].

*Aphrophora salicis* (De Geer, 1773) – низинные болота, заболоченные хвойно-мелколиственные леса; 9 [10, 236].

*Lepyronia coleoptrata* (Linnaeus, 1758) – низинные болота, заболоченные хвойно-мелколиственные леса и сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 9, 25 [10, 236; 11, 227].

*Neophilaenus lineatus* (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 227].

*Philaenus spumarius* (Linnaeus, 1758) – полифаг на травяных [низинных] болотах (лугово-лесной дендротамнохортобионт); 25 [12, 178].

Сем. **Cicadellidae** Latreille, 1802

*Aguriahana germari* (Zetterstedt, 1840) (*Wagneripteris germari* Zett.) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото, олигофаг сосен (хвойнолесной дендробионт); 25 [11, 227; 12, 179].

*Cicadella viridis* (Linnaeus, 1758) – различные типы болот (в т. ч. березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное]); 9, 25 [10, 236; 11, 227].

*Cicadula saturata* (Edwards, 1915) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 227].

*Idiodonus cruentatus* (Panzer, 1799) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото (мелколиственнoлесной дендротамно(хаме)бионт); 25 [11, 227; 12, 178].

*Macropsis cerea* (Germar, 1837) – олигофаг на ивах (*Salix aurita*, *S. cinerea*, *S. pentandra*, *S. myrsinifolia* и др.) [вероятно, на низинных

болотах и окрайках сфагновых болот] (мелколиственнoлесной дендротамнобионт); 25 [12, 179].

*Macropsis prasina* (Boheman, 1852) – олигофаг на ивах (*Salix cinerea*, *S. aurita*) [вероятно, на низинных болотах и окрайках сфагновых болот] (мелколиственнoлесной дендротамнобионт); 25 [12, 179].

*Populicerus confusus* (Flor, 1861) – олигофаг на ивах (чаще на *Salix cinerea*, *S. aurita*, местами на *S. myrsinifolia*) [вероятно, на низинных болотах и окрайках сфагновых болот] (мелколиственнoлесной дендротамнобионт); 25 [12, 179].

*Scleroracrus russeolus* (Fallén, 1826) – клюквенно-сфагновые и кустарничково-сфагновые участки верховых болот, олигофаг вересковых (вереск, клюква болотная и др.) (болотно-лесной хамебионт); 25 [12, 178].

*Sorhoanus xanthoneurus* (Fieber, 1869) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 227].

Сем. **Cixiidae** Spinola, 1839

*Cixius cunicularius* (Linnaeus, 1767) – полифаг, имаго на *Betula* и *Salix cinerea* [вероятно, на низинных болотах и окрайках сфагновых болот] (лиственнoлесной дендротамнобионт); 25 [12, 178].

Сем. **Psillidae** Latreille, 1807

*Cacopsylla ledi* (Flor, 1861) (*Psylla ledi* Flor) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 228].

### **Отряд COLEOPTERA**

Сем. **Cantharidae** Imhoff, 1856

*Rhagonycha translucida* (Krynicky, 1832) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 216]. Возможно, это указание ошибочное, т. к. вид имеет более южное распространение (степная и лесостепная зоны).

Сем. **Carabidae** Latreille, 1802

*Acupalpus meridianus* (Linnaeus, 1761) – всплывшие торфяники; 25 [13, 227].

*Agonum ericeti* (Panzer, 1809) – верховые болота, всплывшие торфяники (болотный вид); 25 [4, 65; 13, 225; 14, 140; 15, 103; 16, 168].

*Agonum fuliginosum* (Panzer, 1809) – верховые болота; 9 [10, 237].

*Agonum gracile* (Sturm, 1824) – низинные, переходные и верховые болота; 8, 9, 12, 25 [4, 65; 10, 94, 237; 17, 16].

***Agonum sexpunctatum*** (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 214].

***Agonum thoreyi*** (Dejean, 1828) – низинные и переходные болота, всплывшие торфяники; 8–10, 12, 24, 25 [4, 66; 10, 237; 13, 225].

***Agonum viduum*** (Panzer, 1797) – черноольховые низинные болота; 25 [18, 107].

***Amara ovata*** (Fabricius, 1792) – всплывшие торфяники; 25 [4, 68; 13, 226].

***Badister lacertosum*** (Sturm, 1815) – заболоченные и сырые мелколиственные леса; 8 [4, 73, 74].

***Bembidion andreae*** (Fabricius, 1787) – всплывшие торфяники; 25 [13, 223].

***Bembidion bruxellense*** (Wesmael, 1835) – окрайки верховых болот; 9 [10, 90, 237].

***Bembidion minimum*** (Fabricius, 1792) – всплывшие торфяники; 25 [4, 59; 13, 223].

***Blethisa multipunctata*** (Linnaeus, 1758) – болота, заболоченные берега водоемов, всплывшие торфяники; 9, 25 [4, 55; 13, 223; 14, 140].

# ***Carabus clathratus*** (Linnaeus, 1761) – предпочитает верховые болота, заболоченные леса и берега водоемов с торфяными почвами; 11, 25 [1, 260; 4, 54, 268–269; 5, 43; 13, 222; 15, 103; 16, 168]. Редкий вид, требующий внимания на региональном уровне – 3 (LC) [5].

***Carabus granulatus*** (Linnaeus, 1761) – болота (в т. ч. черноольховые низинные болота); 1, 3, 5, 8–12, 21–25 [4, 54; 18, 105].

# ***Carabus menetriesi*** (Falderman, 1827) – верховые болота, заболоченные берега водоемов, влажные леса; 12, 25 [1, 260; 4, 54, 269–270; 5, 44; 13, 222; 14, 139; 15, 103; 16, 168]. Вид, сокращающийся в численности, находящийся в опасности – 2 (EN) [5].

# ***Carabus nitens*** (Linnaeus, 1758) – открытые торфяные [вероятно, верховые и переходные] болота и их окрайки; 6, 8, 9, 16 [4, 267–268; 5, 42]. Редкий, уязвимый вид – 3 (VU) [5].

***Chlaenius nigricornis*** (Fabricius, 1787) – болота, заболоченные луга, всплывшие торфяники; 9, 25 [4, 74; 13, 224; 19].

***Chlaenius nitidulus*** (Schrank, 1781) – болота, заболоченные луга; 11, 25 [4, 73].

***Chlaenius tristis*** (Schaller, 1783) – влажные берега водоемов, сырые луга, болота; 25 [4, 73; 13, 224].

***Clivina fossor*** (Linnaeus, 1758) – всплывшие торфяники; 11, 16, 25 [4, 56; 13, 224].

***Elaphrus cupreus*** (Duftschmid, 1812) – сырые и заболоченные луга и леса, всплывшие торфяники, болота; 5, 9, 12, 23–25 [4, 56; 13, 223].

***Elaphrus riparius*** (Linnaeus, 1758) – сырые и заболоченные луга и леса, всплывшие торфяники, болота; 9–11, 12, 21, 25 [4, 56; 13, 223; 19].

***Elaphrus uliginosus*** (Fabricius, 1775) – болота и заболоченные берега водоемов; 8 [4, 55].

***Oodes helopioides*** (Fabricius, 1792) – сырые луга и [? низинные] болота; 8, 12, 25 [4, 73; 13, 224].

***Oxytelaphus obscurum*** (Paykull, 1790) (*Agonum obscurum*, *Anchus obscurum*) – заболоченные леса и облесенные березой и сосной травяно-сфагновые [переходные] болота; 8, 10, 12, 24, 25 [4, 66; 11, 228; 13, 226].

***Patrobis assimilis*** (Chaudoir, 1844) (*P. assimilis* Pk.) – заболоченные ельники, переходные болота; 9, 12 [10, 238; 17, 16].

***Pelophila borealis*** (Paykull, 1790) – болота, всплывшие торфяники; 25 [4, 52; 13, 222; 19].

***Platynus livens*** (Gyllenhal, 1810) – торфяники [? торфяные болота]; 8 [4, 66].

***Pterostichus aterrimus*** (Herbst, 1784) – всплывшие торфяники, болота, сплавины и заболоченные берега водоемов; 12, 25 [4, 62; 13, 225; 14, 140].

***Pterostichus diligens*** (Sturm, 1824) – переходные и верховые болота, заболоченные леса и берега водоемов, всплывшие торфяники; 9, 10, 12, 25 [4, 62; 10, 238; 13, 225; 15, 103; 16, 168].

***Pterostichus minor*** (Gyllenhal, 1827) – различные типы болот, заболоченные леса и берега водоемов; 9, 12, 25 [4, 62; 10, 238; 13, 225; 19].

***Pterostichus niger*** (Schaller, 1783) – влажные (преимущественно мелколиственные) леса, верховые болота; 1, 3, 5, 8–10, 12, 16, 18, 20–25 [4, 61; 10, 238; 19].

***Pterostichus nigrita*** (Paykull, 1790) – верховые болота; 9, 25 [10, 238; 15, 103; 16, 168].

***Pterostichus strenuus*** (Panzer, 1797) – заболоченные леса и берега водоемов, болота, всплывшие торфяники; 8–10, 12, 16, 21, 24, 25 [4, 62; 13, 225].

***Pterostichus vernalis*** (Panzer, 1795) – верховые болота; 25 [15, 103; 16, 168].

***Stomis pumicatus*** (Panzer, 1796) – черноольховые низинные болота; 25 [18, 106].

Сем. **Cerambycidae** Latreille, 1802

***Anastrangalia reyi*** (Heyden, 1889) (*A. dubia* Scopoli; *Leptura dubia* Scop.) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 220]. Этот вид ранее ошибочно определялся

как *Anastrangalia dubia*, распространенный только в Западной Европе.

*Carilia virginea* (Linnaeus, 1758) – болота (личинки развиваются под корой усыхающих елей и сосен); 1, 5, 8, 12, 13, 15, 16, 20, 22, 23, 25 [4, 105].

*Judolia sexmaculata* (Linnaeus, 1758) – болота (личинки развиваются в мертвых хвойных деревьях); 5, 8, 10, 18, 20, 23, 25 [4, 107].

*Leptura quadrifasciata* (Linnaeus, 1758) – переходные [видимо и верховые] болота (личинки развиваются под корой и в древесине листовых пород); 4, 5, 8–10, 13, 25 [4, 107; 10, 240].

*Lepturalia nigripes* (De Geer, 1775) – заболоченные участки с мертвыми березами [видимо, и на облесенных окрайках болот, лесных болотах]; 22 [20, 60].

*Lepturobosca virens* (Linnaeus, 1758) (*Leptura virens* L.) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 220].

*Necydalis major* (Linnaeus, 1758) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 220].

*Stictoleptura rubra* (Linnaeus, 1758) (*Aredolopona rubra* (L.)) – болота (личинки развиваются в сухих хвойных деревьях); 1, 2, 8–10, 12, 23, 25 [4, 106; 20, 60].

#### Сем. Chrysomelidae Latreille, 1802

*Aphthona lutescens* (Gyllenhal, 1813) – низинные травяные болота (на дербеннике иволистном); 12, 22 [4, 133].

*Cassida sanguinosa* (Suffrian, 1844) – болота; 1, 8, 9, 24 [4, 135].

*Chrysomela collaris* (Linnaeus, 1758) – переходные болота; 9 [10, 241].

*Chrysomela cuprea* (Fabricius, 1775) – болота (на ивах); 8, 10, 12, 21 [4, 128].

*Chrysomela vigintipunctata* (Scopoli, 1763) – болота (на ивах); 4, 5, 9–13, 16, 21–23 [4, 128].

*Cryptocephalus labiatus* (Linnaeus, 1761) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 221].

*Donacia cinerea* Herbst, 1784 – низинные болота; 8, 12, 21 [4, 120; 21, 82].

*Galerucella calmariensis* (Linnaeus, 1767) – болота, заболоченные берега водоемов (на дербеннике иволистном); 9, 12, 22 [4, 133].

*Galerucella lineola* (Fabricius, 1781) – болота, заболоченные мелколиственные леса; 8, 10 [4, 132].

*Galerucella nymphaeae* (Linnaeus, 1758) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото [вероятно, более характерна

для заболоченных водоемов и для низинных болот]; 25 [11, 221].

*Galerucella tenella* (Linnaeus, 1761) – болота, заболоченные участки; 12 [4, 132].

*Hippuriphila modeeri* (Linnaeus, 1761) – низинные болота (на хвоще); 24 [4, 134].

*Lema cyanella* (Linnaeus, 1758) – болота; 16 [4, 121].

*Lochmaea capreae* (Linnaeus, 1758) – низинные, переходные и верховые облесенные болота; 2, 5, 8–10, 12–14, 16, 20–25 [4, 132; 10, 241; 11, 221; 21, 82].

*Lythroria salicariae* (Paykull, 1800) – низинные болота, заболоченные берега водоемов (на дербеннике иволистном и вербейнике обыкновенном); 21 [4, 134].

*Oulema erichsonii* (Suffrian, 1841) – болота; 12, 21, 22 [4, 121; 21, 82].

*Phratora vulgatissima* (Linnaeus, 1758) – болота; 1, 4, 5, 9–13, 16, 21, 22, 24 [4, 131].

*Phyllobrotica quadrimaculata* (Linnaeus, 1758) – болота (жуки на листьях, личинки на корнях шлемника); 9, 12, 22 [4, 133].

*Plateumaris discolor* (Herbst, 1795) – болота; 9, 12, 16, 24 [4, 120; 21, 82].

*Plateumaris rustica* (Kunze, 1818) – [низинные?] болота; 8 [4, 121; 21, 82].

*Plateumaris sericea* (Linnaeus, 1758) – [низинные?] болота; 16 [4, 120–121; 21, 82].

*Plateumaris weisei* Duv. – верховые болота; 9 [10, 90, 242].

#### Сем. Cleridae Latreille, 1802

*Thanasimus formicarius* (Linnaeus, 1758) (*Cleroides formicarius* L.) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болота (на сосновых стволах); 25 [1, 260; 11, 216].

#### Сем. Coccinellidae Latreille, 1807

*Chilocorus bipustulatus* (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 219].

*Coccinella hieroglyphica* (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 219].

*Coccinella septempunctata* (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 218].

*Exochomus quadripustulatus* (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 218].

*Hippodamia tredecimpunctata* (Linnaeus, 1758) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 219].

***Propylea quatuordecimpunctata*** (Linnaeus, 1758) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 219].

Сем. **Curculionidae** Latreille, 1802

***Betulapion simile*** (W. Kirby, 1811) (*Apion simile* Kirby) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 223].

***Blastophagus piniperda*** (Linnaeus, 1758) – окрайки верховых болот, на соснах; 25 [22, 90].

***Dendroctonus micans*** (Kugelann, 1794) – еловые [? низинные] болота, на елях; 21 [22, 86].

***Orthotomicus laricis*** (Fabricius 1792) (*Neotomicus laricis* (Fabricius, 1792) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 223].

Сем. **Dasytidae** Laporte, 1840

***Dasytes niger*** (Linnaeus, 1761) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 216].

Сем. **Elateridae** Leach, 1815

***Actenicerus sjaelandicus*** (Mueller, 1764) (*Corymbites sjaelandicus* Mull.) – сфагновые (в т. ч. сосново-кустарничково-сфагновые) болота, личинки развиваются в увлажненных почвах; 1, 7, 8, 10, 12, 21, 22, 24 [4, 95–96; 8, 29; 23, 213, 214; 24, 8].

***Ampedus balteatus*** (Linnaeus, 1758) – иногда на болотах; 1, 3, 4, 9, 15, 20, 24, 25 [4, 97; 24, 8].

***Ampedus pomonae*** (Stephens, 1830) – верховые болота, заболоченные леса и поймы; 4, 9, 24, 25 [4, 98; 10, 94, 239].

***Athous niger*** (Linnaeus, 1758) – низинные елово-травяные болота; 7 [8, 29; 23, 213].

***Dalopius marginatus*** (Linnaeus, 1758) – травяные [заболоченные] ельники и сосняки [вероятно и окрайки верховых болот] (питаются пылью черники обыкновенной и болотной, багульника, а личинки обитают во мху, в местах с достаточным увлажнением); 1, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 23, 24 [4, 99–100; 23, 213].

***Eanus costalis*** (Paykull, 1800) – низинные елово-травяные и переходные елово-сфагновые болота; 7 [8, 29; 23, 213].

***Selatosomus aeneus*** (Linnaeus, 1758) – болота; 1, 3, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 20, 22, 24, 25 [4, 96; 24, 8].

***Selatosomus melancholicus*** (Fabricius, 1798) – болота; 1, 8, 9, 22, 24 [4, 96; 24, 8].

Сем. **Geotrupidae** Latreille, 1802

***Anoplotrupes stercorosus*** (Hartmann in L.G.Scriba, 1791) – заболоченные сосняки

сфагновые; 1, 2, 4–10, 12, 13, 15–18, 22–24 [4, 80–81].

Сем. **Scirtidae** Fleming, 1821

***Microcara testacea*** (Linnaeus, 1767) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 217].

***Cyphon padi*** (Linnaeus, 1758) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 217].

Сем. **Spercheidae** Erichson, 1837

***Spercheus emarginatus*** (Schaller, 1783) – низинные болота; 9 [10, 239].

Сем. **Staphylinidae** Lameere, 1900

***Gymnusa*** sp. – верховые болота; 25 [15, 103; 16, 168].

***Staphylinus erythropterus*** (Linnaeus, 1758) – верховые болота; 25 [15, 103; 16, 168].

Сем. **Tenebrionidae** Latreille, 1802

***Lagria hirta*** (Linnaeus, 1758) – переходные и сосново-кустарничково-сфагновые верховые болота; 9, 25 [10, 240; 11, 218].

## Отряд LEPIDOPTERA

Сем. **Arctiidae** Lech, 1815

***Diacrisia sannio*** (Linnaeus, 1758) – верховые болота; 25 [25, 16].

***Phragmatobia fuliginosa*** (Linnaeus, 1758) – переходные и верховые болота с березой и/или сосной, всплывшие торфяники; 25 [25, 15].

Сем. **Crambidae** Latreille, 1810

***Catoptria margaritella*** (Denis & Schiffermüller, 1775) – верховые болота; 25 [26, 206].

Сем. **Endromidae** Boisduval, 1828

# ***Endromis versicolora*** (Linnaeus, 1758) – болота [вероятно, низинные и переходные с березой в древесном ярусе]; 5, 12 [4, 301–302; 5, 83]. Вид неопределенного статуса из-за недостатка данных – 4 (DD) [5].

Сем. **Hesperiidae** Latreille, 1809

***Thymelicus lineola*** (Ochsenheimer, 1808) – переходные болота; 9 [10, 248].

Сем. **Geometridae** Leach 1815

***Arichanna melanaria*** (Linnaeus, 1758) – верховые болота; 25 [26, 206].

***Carsia sororiata*** (Hübner, [1813]) (= *C. pruinaria* Eversmann, 1851) – сосново-сфагновое

[верховое] болото (болотный вид); 25 [4, 168; 25, 38; 26, 206].

***Peribatodes secundaria*** (Denis & Schiffermüller, 1775) (*Boarmia secundaria* Schiff) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 205].

Сем. **Lasiocampidae** Herris, 1841

***Euthrix potatoria*** (Linnaeus, 1758) – верховые болота с разреженным древесным ярусом из сосны; 25 [25, 18].

***Macrothylacia rubi*** (Linnaeus, 1758) – низинные и переходные болота с редкостойными березами, всплывшие торфяники; 25 [25, 17–18].

Сем. **Lycaenidae** Leach, 1815

***Callophrys rubi*** (Linnaeus, 1758) – сосново-сфагновые [верховые] болота; 8, 12, 25 [4, 195; 25, 13].

***Celastrina argiolus*** (Linnaeus, 1758) – болота [вероятно, переходные и верховые]; 8, 25 [4, 196].

# ***Lycaena helle*** (Denis et Schiffermüller, 1775) – крупнотравные влажные луга и моховые болота; 5, 12, 15, 22 [1, 266; 4, 296; 5, 75]. Редкий вид, требующий внимания на региональном уровне – 3 (LC) [5].

***Plebejus optilete*** (Knoch, 1781) (*Polommatus optilete* Knoch) – сосново-сфагновые [верховые] болота (болотный вид); 8, 9, 12, 25 [4, 197, 198; 10, 94, 248; 25, 14; 26, 205].

Сем. **Noctuidae** Lathreille, 1809

***Acronicta menyanthidis*** (Esper, 1789) – «ельники по сфагновому болоту» [вероятно, речь о елово-сфагновых ключевых болотах]; 25 [25, 30].

***Anarta myrtilli*** (Linnaeus, 1761) – сосново-сфагновое [верховое] болото; 25 [25, 26; 26, 206].

# ***Catocala pacta*** (Linnaeus, 1758) – «сырые участки леса, торфяные болота» [вероятно, низинные и переходные облесенные болота и их крайки]; 5, 8 [4, 304–305; 5, 87]. Редкий вид, требующий внимания на региональном уровне – 3 (LC) [5].

***Celaena haworthii*** (Curtis, 1829) – пушицево-сфагновое с разреженной сосной [верховое] болото; 25 [25, 32].

***Coenophila subrosea*** (Stephens, 1829) (*Eugraphe subrosea* Steph.) – болота; 12, 25 [25, 25; 27, 79, 84].

***Hypena crassalis*** (Fabricius, 1787) – сосновые [болотные] леса с черникой и голубикой; 25 [25, 36].

***Hypa rectilinea*** (Esper, 1788) – сосняки и ельники черничные, сосново-голубично-сфагновые болота; 25 [25, 31].

***Lithomoia solidaginis*** (Hübner, 1803) – сосново-сфагновые [верховые] болота; 25 [25, 28].

***Lithophane lamda*** (Fabricius, 1787) – верховые болота; 25 [26, 206].

***Noctua chardinyi*** (Boisduval, 1829) – сосново-багульниково-сфагновое [верховое] болото; 25 [25, 24].

***Orthosia opima*** (Hübner, 1809) – сосново-сфагновые [верховые] болота; 25 [25, 27].

***Plusia festucae*** (Linnaeus, 1758) (*P. marisola* Krulikowsky, 1908) – низинные луга и травяные болота (гусеницы кормятся на осоках, овсяницах, маннике, рогозе, тростнике); 5, 8, 11, 12, 25 [4, 174; 25, 34].

***Polia hepatica*** (Clerck, 1759) (*P. trimaculosa* Esper, 1788; *P. tincta* Brahm, 1791; *P. obscurata* Staudinger, 1897) – болота (гигрофильный болотный вид); 25 [4, 183; 25, 26].

***Rhizedra lutosa*** (Hübner, 1803) – низинные тростниковые болота, всплывшие торфяники; 25 [25, 32].

***Syngrapha interrogationis*** (Linnaeus, 1758) – сосново-голубично-сфагновое [верховое] болото; 25 [25, 34].

***Syngrapha microgamma*** (Hübner, 1823) – сосново-голубично-сфагновое [верховое] болото; 25 [25, 34; 26, 206].

***Xylena vetusta*** (Hübner, 1813) – сосново-сфагновые [верховые] болота; 25 [25, 28].

Сем. **Nymphalidae** Swainson, 1827

# ***Boloria aquilonarise*** (Stichel, 1908) – переходные и верховые болота, редкостойные сфагновые сосняки; 5, 8, 9, 26 [1, 266; 4, 205, 295–296; 5, 74; 25, 12; 26, 205]. Редкий вид, требующий внимания на региональном уровне – 3 (LC) [5].

***Brenthis ino*** (Rottemburg, 1775) (*Argynnis ino* Rott.) – крайки [низинных и переходных] болот; 5, 8, 9, 11, 12, 17, 20–22, 25 [4, 205; 10, 249; 25, 12].

# ***Clossiana eunomia*** (Esper, 1799) (*Proclisiana eunomia* (Esper, 1799); *P. aphirape* (Hübner, 1800); *Boloria eunomia* Esp.) – сырые луга [= ?низинные травяные болота] и верховые болота с разреженной сосной; 5, 9, 12, 13, 25 [1, 266; 4, 204, 294, 295; 5, 73; 25, 12; 26, 205; 27, 82, 84]. Редкий вид, требующий внимания на региональном уровне – 3 (LC) [5].

***Clossiana euphrosyne*** (Linnaeus, 1758) – болота [вероятно, верховые]; 8, 12, 20, 25 [4, 204].

*Clossiana selene* ([Denis & Schiffermüller], 1775) – окрайки [переходных и верховых] болот; 8, 12, 25 [4, 204].

*Clossiana titania* (Esper, 1793) – низинные травяные болота; ? [4, 205].

# *Eurodryas aurinia* (Rottemburg, 1755) – «сырые луга с богатым разнотравьем, болотистые берега рек и озер» [= низинные травяные болота]; 8, 9, 12, 25 [4, 293–294; 5, 72]. Редкий вид, требующий внимания на региональном уровне – 3 (LC) [5].

*Vanessa cardui* (Linnaeus, 1758) – отмечалась во время перелетов через Рыбинское водохранилище на всплывших торфяниках; 25 [25, 11].

Сем. **Pieridae** Duponchel, 1835

# *Colias palaeno* (Linnaeus, 1761) – верховые болота, наиболее часто отмечается в «сосняках по болоту с зарослями голубики» (болотный вид); 8, 12, 21, 24, 25 [4, 194; 11, 206; 25, 8; 26, 205]. Вид зоологического контроля [5].

*Pieris napi* (Linnaeus, 1758) – открытые [низинные и верховые] болота и всплывшие торфяники (эвритопный вид); 25 [25, 8].

*Pieris rapae* (Linnaeus, 1758) – открытые [низинные и верховые] болота и всплывшие торфяники (эвритопный вид); 25 [25, 8].

Сем. **Satyridae** Boisduval, 1833

*Coenonympha pamphilus* (Linnaeus, 1758) – окрайки верховых болот; 9 [10, 249].

*Coenonympha tullia* (Müller, 1764) – переходные и верховые болота с разреженным древесным ярусом из березы и/или сосны, на всплывших торфяниках; 17, 25 [4, 208; 25, 9; 26, 206].

*Oeneis jutta* (Hübner, [1806]) – сосново-кустарничково-сфагновые [верховые] болота (болотный вид); 12, 22 [1, 266; 4, 209].

Сем. **Zygaenidae** Latreille, 1809

*Adscita statices* (Linnaeus, 1758) (*Procris statices* L.) – верховые болота с разреженным древесным ярусом из сосны; 25 [25, 14].

*Rhagades pruni* (Denis & Schiffermüller, 1775) (*Procris pruni* (Den. & Schiff.)) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 206; 25, 14].

## Отряд HYMENOPTERA

Сем. **Apidae** Latreille, 1802

# *Bombus barbutellus* (Kirby, 1802) – изредка на верховых болотах, паразитируя

в гнездах *Bombus pascuorum*, *B. distinguendus*, *B. hortorum*, *B. pratorum*; 7, 8, 11, 12, 23, 25 [4, 149; 28, 9]. Редкий, потенциально уязвимый вид – 3 (NT) [5].

*Bombus distinguendus* (Morawitz, 1869) – верховые болота (лесной вид); 5, 7–9, 12, 15, 22, 23, 25 [4, 145; 28, 9; 29, 25; 30, 35].

*Bombus hortorum* (Linnaeus, 1761) – изредка на верховых болотах; 1, 3, 5, 7–9, 11, 12, 15, 16, 22–25 [4, 144; 28, 9; 30, 35].

*Bombus hypnorum* (Linnaeus, 1758) – изредка на верховых болотах; 1, 5, 7, 11, 12, 15, 16, 23–25 [4, 145; 28, 9].

# *Bombus jonellus* (Kirby, 1802) – преимущественно на верховых и реже переходных болотах и прилегающих к ним территориях (болотно-лесной вид); 7–9, 12, 25 [4, 146; 10, 95, 245; 28, 9, 10; 30, 35; 31, 38]. Вид зоологического контроля [5].

*Bombus lapidarius* (Linnaeus, 1758) – иногда встречается на верховых болотах (луговой вид); 1, 7–9, 11, 12, 20–22, 24, 25 [4, 148; 28, 9].

*Bombus lucorum* (Linnaeus, 1761) – также на верховых и переходных болотах (эвритопный вид); 5, 7–13, 15, 16, 22–25 [4, 147; 10, 245; 28, 9, 10; 29, 25].

# *Bombus muscorum* (Linnaeus, 1758) – по окраинам [? верховых] болот; 12 [4, 141]. Вид зоологического контроля [5].

*Bombus pascuorum* (Scopoli, 1763) (*B. agrorum* F.) – реже по облесенным верховым болотам; 1, 5, 7–9, 11–13, 15, 16, 22–25 [4, 143; 28, 9, 10; 29, 25].

*Bombus pratorum* (Linnaeus, 1761) – иногда на верховых болотах; 3, 5, 7–9, 11, 12, 16, 22, 24, 25 [4, 146; 28, 9].

*Bombus rupestris* (Fabricius, 1793) – в том числе на верховых болотах, паразитируя в гнездах *Bombus lapidarius*, *B. pascuorum*, *B. sichelii*; 7, 8, 12, 16, 21, 22, 24, 25 [4, 149; 29, 25].

# *Bombus schrencki* (F. Morawitz, 1881) – изредка на верховых болотах; 5, 7, 11–13, 16, 24 [4, 141, 142; 28, 9]. Вид зоологического контроля [5].

*Bombus semenoviellus* (Skorikov, 1910) – изредка и на верховых болотах; 5, 7, 8, 11, 12, 16, 21, 25 [4, 147–148; 28, 9].

# *Bombus sichelii* (Radoszkowski, 1859) – изредка на верховых болотах; 7, 8, 12, 15, 25 [4, 148; 28, 9; 31, 38]. Вид зоологического контроля [5].

*Bombus soroensis* (Fabricius, 1777) – иногда на верховых болотах (эвритопный вид); 7–9, 11, 12, 22, 25 [4, 144; 28, 9].

Сем. **Braconidae** Burmeister, 1829

*Alysia fuscipennis* (Haliday, 1838) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 210].

*Apanteles aff. solitarius* (Ratzeburg) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 210].

*Meteorus* sp. – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 210].

*Orthostigma mandibulare* (Tobias, 1962) (*Aspilota mandibularis* Tobias 1962) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 210].

*Protapanteles fulvipes* (Haliday, 1834) (*Apanteles fulvipes* Hal) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 210].

Сем. **Formicidae** Latreille, 1802

*Camponotus herculeanus* (Linnaeus, 1758) – крайки верховых болот; 9 [10, 247; 32, 37].

# *Camponotus vagus* (Scopoli, 1763) – крайки верховых болот (лесной вид); 2, 13, 20 [4, 285; 5, 61]. Редкий вид, требующий внимания на региональном уровне – 3(LC) [5].

*Formica candida* (Smith, 1878) (*Formica picea* Nyl.; *Serviformica picea* Nylander, 1846) – преимущественно на верховых болотах, а также участках лугов с обильным моховым покровом (болотный вид); 9, 25 [1, 263; 10, 247; 32, 37; 33, 217].

*Formica truncorum* (Fabricius, 1804) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото (лесной вид); 25 [11, 207].

*Formica uralensis* (Ruzsky) – исключительно на верховых болотах (болотный вид); 25 [33, 217].

*Lasius flavus* (Fabricius, 1782) – всплывшие торфяники; 25 [33, 220].

*Lasius platythorax* (Seifert, 1991) – верховые болота и всплывшие торфяники; 9, 25 [11, 207; 32, 37; 33, 217]. Ранее этот вид ошибочно определялся как *Lasius niger* [11, 207; 33, 217]. По данным Сейферта [34], *Lasius niger* предпочитает более сухие участки, а *Lasius platythorax*, напротив, встречается в основном на болотах и в других переувлажненных биотопах. Кроме этого оба эти вида отличаются морфологически.

*Leptothorax acervorum* (Fabricius, 1793) (*L. accervorum* L.) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 208].

*Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) (*M. laevinodis* Nyl.) – верховые и облесенные переходные болота, всплывшие торфяники (эвритопный вид); 9, 25 [10, 246; 11, 208; 32, 37; 33, 218].

*Myrmica ruginodis* (Nylander, 1846) – на поросших деревьями всплывших торфяниках и березово-сосновом травяно-сфагновом [переходном] болоте (лесной вид); 25 [11, 207; 33, 218, 220].

*Myrmica rugulosa* (Nylander, 1849) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 208].

*Myrmica scabrinodis* (Nylander, 1846) – открытые биотопы, отмечен и на [верховом?] болоте; 25 [33, 218].

Сем. **Vespidae** Leach, 1815

*Dolichovespula media* (Retzius, 1783) (*Vespula media* De Geer) – переходные болота; 9 [10, 95, 244].

### Отряд DIPTERA

Сем. **Asilidae** Latreille, 1802

*Laphria gibbosa* (Linnaeus, 1758) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 211].

Сем. **Chironomidae** Newman, 1834

*Chironomus dorsalis* (Meigen, 1818) (*Tendipes dorsalis* Meig.) – низинное елово-травяное болото; 7 [8, 29; 23, 213].

*Chironomus cingulatus* (Meigen, 1830) (*Tendipes cingulatus* Meig.) – низинное елово-травяное болото; 7 [8, 29; 23, 213].

*Limnophyes minimus* (Meigen, 1818) (*Limnophyes gr. pusillus* Eaton) – низинное елово-травяное болото; 7 [8, 29; 23, 213].

*Krenosmittia camptophleps* (Edwards, 1929) – проточные топи на верховом болоте; 18 [35, 278].

*Thienemannimyia lentiginosa* (Fries, 1823) (*Ablabesmyia ex. gr. lentiginosa* Fries) – низинное елово-травяное болото; 7 [8, 29; 23, 213].

Сем. **Culicidae** Meigen, 1818

*Aedes cinereus* (Meigen, 1818) – личинки развиваются в осоковых [низинных] болотах, всплывших торфяниках, заболоченных лесах; 8, 22, 25 [4, 215; 36, 190, 195, 196].

*Culex morsitans* (Theobald, 1901) (*Theobaldia morsitans* Theob.) – личинки встречаются в осоковых [низинных] болотах и крайках сфагновых; 25 [36, 191].

*Culex territans* (Walker, 1856) (*C. apicalis* Adams) – личинки отмечены в заболоченных заливах Рыбинского водохранилища; 25 [36, 190].

*Culiseta ochroptera* (Peus, 1935) (*Theobaldia ochroptera* Peus) – личинки обнаружены также на крайках сфагновых болот; 25 [36, 195].

***Ochlerotatus cantans*** (Meigen, 1818) (*Aedes cantans* Meigen) – личинки развиваются в постоянных и временных водоемах, расположенных и по краям сфагновых болот; 8 [4, 213].

***Ochlerotatus cataphylla*** (Dyar, 1916) (*Aedes cataphylla* Dyar) – личинки обнаружены также на окрайках сфагновых болот; 25 [36, 195].

***Ochlerotatus communis*** (De Geer, 1776) (*Aedes communis* De Geer) – личинки развиваются на осоковых [низинных] болотах, краях сфагновых болот, заболоченных лесах; 25 [36, 195, 196].

***Ochlerotatus dianiaeus*** (Howard, Dyar et Knab, 1913) (*Aedes dianiaeus* Howard, Dyar et Knab,) – имаго обитает, а личинки развиваются на окраинах болот и в заболоченных лесах; 8, 25 [4, 214; 36, 195, 196].

***Ochlerotatus excrucians*** (Walker, 1856) (*Aedes excrucians* Walker) – личинки развиваются в заросших водоемах, расположенных и по краям болот; 8, 22, 25 [4, 213; 36, 195, 196].

***Ochlerotatus flavescens*** (Müller, 1764) (*Aedes flavescens* Müll.) – личинки обнаружены также на окрайках сфагновых болот; 25 [36, 195].

***Ochlerotatus intrudens*** (Dyar, 1919) (*Aedes intrudens* Dyar) – имаго обитает, а личинки развиваются на окраинах болот; 8, 25 [4, 215; 36, 195, 196].

***Ochlerotatus nigrinus*** (Eckstein, 1918) (*Aedes nigrinus* Eckst.) – личинки обнаружены также на осоковых [низинных] болотах; 25 [36, 195].

***Ochlerotatus pionips*** (Dyar, 1919) (*Aedes pionips* Dyar) – личинки обитают в разнообразных водоемах, расположенных и на болотах; 8 [4, 214].

***Ochlerotatus pullatus*** (Coquillett, 1904) (*Aedes pullatus* Coquillett) – личинки развиваются в водоемах на болотах; 8 [4, 217].

***Ochlerotatus punctor*** (Kirby in Richardson, 1837) (*Aedes punctor* Kirby in Richardson) – имаго – на болотах (в т. ч. в центральных частях сфагновых и на осоковых низинных), личинки развиваются в водоемах, дно которых покрыто торфяным илом, сфагнумом, разлагающимся растительным опадом; 8, 22, 25 [4, 214; 36, 189, 195, 196, 202].

***Ochlerotatus riparius*** (Dyar et Knab, 1907) (*Aedes riparius* Dyar et Knab) – личинки развиваются в осоковых [низинных] болотах и на окраинах сфагновых; 8, 25 [4, 213; 36, 190, 195, 196].

Сем. **Cylindrotomidae** Schiner, 1863

***Phalacrocerca replicata*** (Linnaeus, 1758) – личинки обнаружены в куртинах *Fontinalis antipyretica*, растущего в болотном ручье на

евтрофной облесенной окрайке верхового болота [37, 168].

***Triogma trisulcata*** (Schummel, 1829) – личинки обнаружены в куртинах *Fontinalis antipyretica*, растущего в болотном ручье на евтрофной облесенной окрайке верхового болота [37, 168].

Сем. **Sciomyzidae** Latreille, 1802

***Limnia unguicoruis*** (Scopoli, 1763) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 212].

***Tetanocera amurensis*** (Hendel, 1909) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 212].

***Tetanocera elata*** (Fabricius, 1781) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 212].

Сем. **Syrphidae** Latreille, 1802

***Chrysotoxum bicinctum*** (Linnaeus, 1758) – имаго – гигрофилы, встречаются и на болотах; 7, 15, 20, 23 [4, 228].

***Chrysotoxum fasciolatum*** (De Geer, 1776) – имаго – гигрофилы, обитают по берегам рек, озер, на болотах; 8, 12, 16, 22 [4, 228].

***Melanostoma dubium*** (Zetterstadt, 1838) – имаго обитает на переходных и верховых болотах, питаясь на цветках осок, калужницы, багульника и морошки; 12, 16 [4, 233; 38, 129].

***Neosciasa tenur*** (Harris, 1780) (*N. dispar* Mg.) – березово-сосновое травяно-сфагновое [переходное] болото; 25 [11, 213].

***Sphaerophoria*** sp. – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 213].

***Syrirta pipiens*** (Linnaeus, 1758) – имаго и на облесенных [?] верховых болотах; 7, 8, 20, 23 [4, 238; 39, 121].

***Syrphus torvus*** (Osten Sacken, 1875) – сосново-кустарничково-сфагновое верховое болото; 25 [11, 213].

***Volucella pellucens*** (Linnaeus, 1758) – открытые участки на болотах; 7–9, 12, 15, 22 [4, 238; 39, 121; 40, 197].

Сем. **Tabanidae** Latreille, 1802

***Atylotus fulvus*** (Meigen, 1820) – личинки в низинных и переходных, реже верховых болотах; 1, 5, 9, 10, 15, 20 [4, 221; 41, 118].

***Chrysops divaricatus*** (Loew, 1858) – личинки на низинных болотах; 9, 12 [4, 219–220].

***Chrysops nigripes*** (Zetterstedt, 1840) – низинные болота; личинки-детритофаги во

мху и гумифицированной почве по берегам ручьев и водоемов; 12 [4, 219].

***Chrysops pictus*** (Meigen, 1820) – личинки в мхах и сплетениях корней по заболоченным берегам водоемов и черноольховым болотам; 5, 7–9, 12, 15, 24 [4, 220].

***Chrysops relictus*** (Meigen, 1820) – личинки в почве и/или переувлажненном субстрате низинных болот, сырых лугов, по берегам рек и слабопроточных водоемов; 8, 9, 12 [4, 220].

***Chrysops sepulcralis*** (Fabricius, 1794) – преимущественно на верховых и переходных болотах; 9 [4, 219; 10, 95, 243].

***Hybomitra bimaculata*** (Macquart, 1826) – личинки в обильно увлажненной почве болот разных типов, небольших заболоченностей и водоемов; 8, 12 [4, 223].

***Hybomitra ciureai*** (Seguy, 1937) – личинки в небольших [? низинных] болотах, по берегам заболоченных водоемов; 12 [4, 222; 41, 118].

***Hybomitra distinguenda*** (Verrall, 1909) – личинки в обильно увлажненной почве лесных болот и по заболоченным берегам водоемов; 12 [4, 222; 41, 118].

***Hybomitra kauri*** (Chvala et Lyneborg, 1970) – личинки в моховых кочках по берегам лесных озер, в почвах болот; 12 [4, 221; 41, 118].

***Hybomitra lapponica*** (Wahlberg, 1848) – личинки на мезофитных участках верховых болот во мху, среди корней осок и пушицы; 12 [4, 221–222; 41, 118].

***Hybomitra lundbecki*** (Lyneborg, 1959) – личинки на болотах разных типов и по берегам небольших зарастающих водоемов (среди разлагающихся остатков растений или в погруженных дернинах мха); 17 и/или 23, 22 и/или 25 [4, 223; 42, 240].

***Hybomitra montana*** (Meigen, 1820) (*Tabanus borealis* Mg.) – личинки на болотах (в том числе верховых) и заболоченных лугах; 7 и/или 23, 22?, 25 [4, 223; 11, 211; 42, 240].

***Hybomitra muehlfeldi*** (Brauer, 1880) – личинки развиваются во мху и в почве (среди корней вахты, хвощей, ольхи, рогоза) переходных и низинных болот, заболоченных пойм рек; 1, 11, 12, 16 [4, 222–223; 41, 118].

***Hybomitra nitidifrons confiformis*** (Chvala et Moucha, 1971) – личинки в черноольховых топях, заболоченных лесах; 12 [4, 222].

***Hybomitra tarandina*** (Linnaeus, 1761) – сфагновые болота, личинки в низинных и переходных болотах, по берегам ручьев и в подстилке заболоченных хвойных лесов; 1, 11, 12, 21–23 [4, 222; 41, 118].

***Tabanus bovines*** (Linnaeus, 1758) – личинки во влажной почве, преимущественно, по берегам водоемов, в черноольховых топях, заболоченных поймах рек и озер, канавах; 9, 12, 22 [4, 221; 41, 118].

***Tabanus bromius*** (Linnaeus, 1761) – личинки в почве широкого диапазона увлажнения, чаще по берегам водоемов, ручьев, в низинных болотах и влажных лугах; 5, 11, 12 [4, 221; 42, 241].

***Tabanus maculicornis*** (Zetterstedt, 1842) – личинки во влажной почве низинных и переходных болот, по берегам замкнутых и слабопроточных водоемов и водотоков; 12, 15, 20 [4, 221; 42, 241].

***Tabanus miki*** (Brauer, 1880) – личинки в обильно увлажненной почве по берегам непроточных и слабопроточных водоемов, низинных болот и влажных лугов; 22 или 25 [4, 221; 42, 241].

### Заключение

За всю историю изучения энтомофауны Вологодской обл. на болотах региона (при широкой трактовке понятия «болото») зафиксировано 334 вида насекомых, относящихся к 220 родам, 74 семействам, 12 отрядам: *Entomobryomorpha* (18 видов, 12 родов, 3 семейства), *Neelipleona* (1, 1, 1), *Poduromorpha* (15, 12, 5), *Symphyleona* (12, 8, 5), *Odonata* (18, 11, 7), *Blattodea* (2, 1, 1), *Heteroptera* (21, 18, 11), *Homoptera* (17, 14, 4), *Coleoptera* (95, 66, 14), *Lepidoptera* (47, 41, 12), *Hymenoptera* (33, 12, 4), *Diptera* (55, 24, 7).

Несмотря на то, что список видов получился весьма объемным, нельзя не отметить, что 1) в большинстве краеведческих публикаций дается крайне скудная характеристика и описание биотопов, 2) очень часто авторы работ некорректно заимствуют материал по биологии и экологии насекомых других регионов, что не позволяет четко установить территориальную специфику, 3) современные авторы плохо знакомы с работами предыдущих поколений исследователей, 4) практически во всех опубликованных обзорных работах «болота» даны в некой обобщенной форме, не учитывающей многообразие их типов и широкую представленность в ландшафтах области.

В целом, энтомофауна болот Вологодской области остается недостаточно изученной, а приведенный в настоящей работе список видов следует рассматривать лишь как один из первых шагов в ее познании.

**Благодарности**

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 14-04-32258 мол-а и РНФ № 14-14-01134.

**Библиографический список**

1. *Природа* Вологодской области / Гл. ред. Г.А. Воробьев. – Вологда: Вологжанин, 2007. – 434 с.
2. *Филоненко, И.В.* Оценка площади болот Вологодской области / И.В. Филоненко, Д.А. Филиппов // Научный журнал. Труды Инсторфа. – 2013. – № 7(60). – С. 3–11.
3. *Филиппов, Д.А.* Растительный покров, почвы и животный мир Вологодской области (ретроспективный библиографический указатель) / Д.А. Филиппов. – Вологда: Сад-Огород, 2010. – 217 с.
4. *Разнообразие насекомых* Вологодской области / Под ред. Ю.Н. Беловой, А.А. Шабунова. – Вологда: Коперник, 2008. – 367 с. + 8 л. вкл.
5. *Красная книга* Вологодской области. Т. 3. Животные / Отв. ред. Н.Л. Болотова, Э.В. Ивантер, В.А. Кривохатский. – Вологда, 2010. – 215 с.
6. *De Jong Y.S.D.M.* (ed.) Fauna Europaea version 2.6.2 [Электр. ресурс]. 2013. Доступ: <http://www.faunaeur.org>; свободный. Загл. с экрана.
7. *Кузнецова, Н.А.* Динамика сообществ ногохвосток (Collembola) в гидрологическом ряду южнотаежных сосняков / Н.А. Кузнецова, А.И. Крестьянинова // Зоол. журн. – 1998. – Т. 77. – № 9. – С. 1009–1020.
8. *Козловская, Л.С.* Роль беспозвоночных в трансформации органического вещества болотных почв / Л.С. Козловская. – Л.: Наука, 1976. – 212 с.
9. *Еропкина, О.В.* Фауна и экология стрекоз (Insecta: Odonata) Вологодской области // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докл. Тринадцатой молодеж. науч. конф. Ин-та биол. Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 3–7 апреля 2006 г.). – Сыктывкар, 2007. – С. 86–88.
10. *Белова, Ю.Н.* Краткая характеристика энтомофауны и редкие виды насекомых // Сохранение биоразнообразия природных комплексов водосбора Онежского озера на территории Вологодской области. – Вологда: Изд. ВГПУ, 2008. – С. 90–96 + 234–249.
11. *Аренс, Л.Е.* Энтомофауна нижних ярусов леса // Тр. Дарвин. гос. заповедника. Материалы по изучению природных ресурсов Молого-Шекснинской низины. – Вологда: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1971. – Вып. X. – С. 191–229.
12. *Ануфриев, Г.А.* Дендро-, тамно- и хамебионтные цикадовые (Insecta, Homoptera, Cicadina) Дарвинского заповедника // Тр. Дарвин. гос. природ. биосфер. заповедника. – Череповец, 2006. – Вып. XVI. – С. 178–179.
13. *Рыбникова, И.А.* Аннотированный список жужелиц (Carabidae, Coleoptera) Дарвинского заповедника // Тр. Дарвин. гос. природ. биосфер. заповедника. – Череповец, 2006. – Вып. XVI. – С. 221–228.
14. *Власов, Д.В.* Редкие жесткокрылые Мологского края // Мологский край: проблемы и пути их решения: Материалы Круглого стола. – Ярославль: Изд. ВВО РЭА, 2003. – С. 138–143.
15. *Рыбникова, И.А.* Видовое разнообразие и численность жужелиц (Carabidae, Coleoptera) и стафилинов (Staphilinidae, Coleoptera) северо-западного побережья Рыбинского водохранилища // Биол. ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Сб. материалов IV (XXVII) Междунар. конф. (Вологда, Россия, 5–10 декабря 2005 г.). – Вологда, 2005. – Ч. 2. – С. 101–104.
16. *Рыбникова, И.А.* Видовое разнообразие и численность жужелиц (Carabidae, Coleoptera) и стафилинов (Staphilinidae, Coleoptera) северо-западного побережья Рыбинского водохранилища // Тр. Дарвин. гос. природ. биосфер. заповедника. – Череповец, 2006. – Вып. XVI. – С. 166–170.
17. *Белова, Ю.Н.* Комплексы жужелиц коренных среднетаежных лесов (на примере Вологодской области) // Современные проблемы науки и образования. – 2009. – № 3. – С. 14–20.
18. *Рыбникова, И.А., Власов, Д.В., Видягина, Е., Белова, Ю.Н.* Фауна жужелиц прибрежных биотопов Рыбинского водохранилища // Биол. ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Сб. материалов IV (XXVII) Междунар. конф. (Вологда, Россия, 5–10 декабря 2005 г.). – Вологда, 2005. – Ч. 2. – С. 104–108.
19. *Козодой, Е.М.* Структура мезофауны северного побережья Рыбинского водохранилища // Фауна и экология беспозвоноч-

- ных животных. Межвуз. сб. науч. тр. МГПИ им. В.И. Ленина. – М., 1984. – С. 53–62.
20. *Непоротовский, С.А.* Фауна жуков-усачей (Coleoptera-Cerambycidae) Устюженского района Вологодской области // Краеведческие (природоведческие) исследования на Европейском Севере: Материалы Вологод. обл. науч.-практ. конф. Вып. 8. – Череповец, 2012. – С. 58–63.
  21. *Уханова, Е.* Анализ фауны семейства листоедов (Coleoptera, Chrysomelidae) Вологодской области // Вестн. НСО. Сер. «Физико-мат. и естеств. дисциплины». – Вологда: ГОУ ВПО ВГПУ, изд-во «Русь», 2006. – Вып. IV. – С. 79–83.
  22. *Кривошеина, Н.П., Компанцев А.В.* Основные группировки стволовых насекомых в лесах Вологодской области // Сообщества ксилофильных насекомых в условиях избыточного увлажнения. М.: Наука, 1987. – С. 85–96.
  23. *Козловская, Л.С.* Почвенная фауна и ее сезонная динамика в заболоченных типах леса Кадниковского лесничества Вологодской области // Типы леса и почвы северной части Вологодской области. [Тр. Ин-та леса и древесины Сиб. отд. АН СССР. Т. LII]. М.–Л.: АН СССР, 1962. – С. 210–229.
  24. *Ананьина, А.А.* Фауна щелкунов (Coleoptera: Elateridae) Вологодской области // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докл. Тринадцатой молодеж. науч. конф. Ин-та биол. Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 3–7 апреля 2006 г.). – Сыктывкар, 2007. – С. 7–9.
  25. *Немцев, В.В., Антонова, Е.М., Свиридов, А.В.* Чешуекрылые Дарвинского заповедника (аннотированный список видов). – М., 1991. – 49 с.
  26. *Клепиков, М.А.* Своеобразие фауны чешуекрылых (Insecta: Lepidoptera) Дарвинского заповедника // Тр. Дарвин. гос. природ. биосфер. заповедника. – Череповец, 2006. – Вып. XVI. – С. 204–209.
  27. *Клепиков, М.А.* К фауне чешуекрылых (Lepidoptera, Insecta) национального парка «Русский Север» // Научно-практическая конф., посвящ. 15-летию национального парка «Русский Север»: Сб. материалов. – Кириллов, 2008. – С. 67–86.
  28. *Колесова, Н.С.* Видовое разнообразие и структура населения шмелей (Hymenoptera, Apidae: *Bombus*, *Psithyrus*) трансформированных таежных экосистем Вологодской области: Автореф. дис.... канд. биол. наук. – Сыктывкар, 2010. – 20 с.
  29. *Балукова, Н.С.* Биотопическое распределение шмелей (*Bombus*, *Psithyrus*) Вологодской области // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докл. Тринадцатой молодеж. науч. конф. Ин-та биол. Коми НЦ УрО РАН (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 3–7 апреля 2006 г.). – Сыктывкар, 2007. – С. 22–25.
  30. *Колесова, Н.С., Балукова О.М.* Гнездование шмелей в Вологодской области // Краеведческие (природоведческие) исследования на Европейском Севере: Материалы Вологодской обл. науч.-практ. конф. Вып. 8. – Череповец, 2012. – С. 30–36.
  31. *Балукова, Н.С.* Распространение редких видов шмелей и шмелей-кукушек (Hymenoptera, Apidae: *Bombus*, *Psithyrus*) в Вологодской области // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 2009. – Т. 114. – Вып. 3. – С. 37–39.
  32. *Фабришева, О.А.* Муравьи охраняемого природного комплекса «Онежский» Вытегорского района Вологодской области // Вестник НСО. Сб. ст. по итогам второй межвуз. студ. конф. «Интеллектуальное будущее Вологодского края». 11–13 ноября 2008 г. – Вологда: ВГПУ, 2009. – С. 35–40.
  33. *Рыбникова, И.А.* Фауна и биотопическое распределение муравьев Дарвинского заповедника // Тр. Дарвин. гос. природ. биосфер. заповедника. – Череповец, 2006. – Вып. XVI. – С. 216–221.
  34. *Seifert B.* *Lasius platythorax* n. sp., a widespread sibling species *Lasius niger* (Hymenoptera, Formicidae) // Entom. Gener. – 1991. – Vol. 16. Is. 1. – P. 69–81.
  35. *Зайцева, В.Л., Филиппов, Д.А., Лобуничева Е.В., Михайлова, А.А.* Влияние *Utricularia intermedia* на структуру сообществ водных беспозвоночных болотных водоемов // Известия Самарского научного центра РАН. – 2014. – Т. 16. – № 5. – С. 276–281.
  36. *Сазонова, О.Н.* Материалы по фауне и биологии комаров северной части Рыбинского водохранилища // Рыбинское водохранилище. Ч. I. Изменение природы побережий водохранилища. – М.: Изд. МОИП, 1953. – С. 187–206.
  37. *Ивичева, К.Н., Филиппов, Д.А.* О макрозоофитосе сообществ *Fontinalis antipyretica* водоемов и водотоков Вологодской области //

- Ярославский пед. вестник. – 2013. – Т. III (Естеств. науки). – № 4. – С. 166–170.
38. Белова, Ю.Н., Кузина, О.А. Возможности использования мух-журчалок в биоиндикации локальных нарушений на водосборе озера Воже // Антропогенные сукцессии водосборов таежной зоны: биоиндикация и мониторинг: Сб. ст. – Вологда, 2007. – С. 126–131.
39. Кузина, О.А., Галухин, А.С. Фауна сирфид (Diptera, Syrphidae) Вологодской области // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы докл. I (XIV) Всероссийской молодеж. науч. конф. (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 3–6 апреля 2007 г.). – Сыктывкар, 2007. – С. 119–121.
40. Кузина, О.А., Белова, Ю.Н. Фауна и экология сирфид (Diptera, Syrphidae) национального парка «Русский Север» // Организмы, популяции, экосистемы: проблемы и пути сохранения биоразнообразия: Материалы Всероссийской конф. с междунар. участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, Россия, 24–28 ноября 2008 г.). Вологда, 2008. – С. 196–198.
41. Смирнова, А.А. Сравнительный анализ фауны слепней на некоторых водосборах Вологодской области / А.А. Смирнова, Ю.Н. Белова // Антропогенные сукцессии водосборов таежной зоны: биоиндикация и мониторинг: Сб. ст. – Вологда, 2007. – С. 115–119.
42. Лутта, А.С. К изучению слепней (Tabanidae) Вологодской области / А.С. Лутта, Х.И. Быкова // Паразитология. – 1983. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 239–241.

УДК 551.312:556.566

**Панов В.В.**

Панов Владимир Владимирович, д. г. н., заведующий кафедрой геологии, переработки торфа и сапропеля Тверского государственного технического университета. Тверь, ул Академическая, 12. vvpanov61@gmail.com

**ОБ ОЦЕНКЕ  
ЕСТЕСТВЕННОГО  
ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА  
И ФОРМЫ ТОРФЯНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ**

*Аннотация.* Увеличение объема торфяника является нестационарным процессом и включает аккумуляцию твердого вещества, воды и газа. Развитие торфяника основано на его гидрогеомеханическом равновесии. Границы торфяника подобны, а его форма геометрически соразмерна и связана с развитием плотности торфяных отложений и их прочности.

*Ключевые слова:* рост торфяника, морфология торфяника, модель развития, торфяные отложения.

**Panov V.V.**

Panov Vladimir V., D.Sc., Prof., Head of the Chair of Geology, Peat and Sapropel Processing of the Tver State Technical University, 170023, Tver, Academicheskaya, 12. vvpanov61@gmail.com

**ON ASSESSMENT OF  
THE NATURAL CHANGES  
OF VOLUME AND SHAPE  
OF PEAT DEPOSITS**

*Abstract.* Increase of volume of peat deposit is the process including the accumulation of solid matter, water and gas. Development of peat deposit is based on its hydrogeomechanical balance. Boundary of peat deposit is similitude, and its shape is geometrically proportionate and connected with change of density and strength of peat deposit.

*Key words:* growth of peat deposit, morphology of peat deposit, model of development of peat deposits.

К ведущему фактору, определяющему увеличение размеров торфяника с позиции субстратного подхода, относится эволюция его водно-минерального питания, которая осуществляется под воздействием климата, гидрогеологических условий, рельефа и характера торфяных отложений. Торфяное тело или торфяник рассматривается как слой отложений, по мере увеличения которого дифференцируется питание болота от смешанного к однородному<sup>1</sup>.

Процессы торфообразования и торфонакопления отличаются в торфянике неравномерностью во времени и пространстве, что выражается в неоднородности его плотности (подробнее [1]), которая отражает механизмы саморегулирования его роста, включающая в равной степени аккумуляцию твердого вещества (4–13%), воды (73–96%) и газа (2–4%). Их соотношение за все время развития торфяника как целого меняется. Поэтому представляется важным установить такие понятия, как размер, движение, скорость роста торфяника и др., позволяющие в дальнейшем перейти к технологическим параметрам управления развитием болот. Эта задача является важной при восстановлении выработанных торфяных болот, так как оно включает в себя, прежде всего, восстановление объема торфяного тела, а не только линейный прирост торфа.

В зависимости пути от времени  $S = f(t)$  применительно к торфяному телу оба параметра требуют специального рассмотрения. Понятие пути применительно к увеличивающемуся торфянику может быть связано с оценкой его размерности и фактическим изменением его объема или мощности.

Увеличение торфяника в целом обычно представляется в виде изменения формы и размера профиля торфяника. Традиционно считается, что его рост характеризуется линейной зависимостью от времени, но данные табл. 1 отражают нелинейность этого процесса. Поэтому объем торфяника и его увеличение определяется как среднее из множества его больших и меньших объемов за период образования торфа – его переход

из аэробной в анаэробную зону торфяника в течение 25–40 лет. Таким образом, только за указанный период можно установить условно средний объем или размер торфяника и его фактическое увеличение. Это соответствует времени определения климатических характеристик территории.

**Таблица 1.** Вертикальные колебания поверхности Терелесовско-Грядского болота относительно репера установленного в минеральном грунте, см

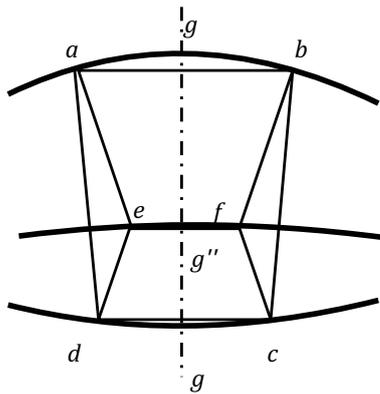
**Table 1.** Vertical oscillations of the surface of Terelsovskoe-Gryadskoe mire respectively to the reference point settled on the mineral soil, cm

Дата	Номер площадки наблюдения					
	1	2	3	4	5	6
9.1989	1	1	1	1	1	1
9.1990	+0,7	-1	+1	-1	-4,5	0
9.1991	+6	+3,5	+3	+4	+2	+4
9.1992	-8	-8	-8	-11	-6	-3

Развитие торфяника является процессом, характеризующимся саморегулированием и самоорганизацией. Поэтому изменение объема и формы торфяника также вызывает изменение скорости и характера аккумуляции торфа. Морфологические признаки увеличивающегося в размерах торфяника связываются с абсолютным возрастом системы торфонакопления в результате использования понятия физического (собственного) или топологического времени [2, 3]. Топологическое время равно нулю, если торфяник не меняется. Напротив, любое его изменение отражается в изменении его топологического времени.

Увеличение и развитие формы торфяных отложений удобно оценивать с помощью модуля развития торфяного тела. На рис. 1 представлена схема модуля (подробнее в [4]), для которого характерна симметричность относительно вертикальной оси ( $gg'$ ) и равномерность – пропорциональность относительно горизонта ( $ef$ ). Линии:  $ab$  – характеризует линию высоты древостоя,  $ef$  – кривую поверхности торфяного тела,  $cd$  – кривую дна торфяного тела, связаны между собой кинематическим подобием. Эти линии в сумме отражают фазовую область развития торфяника.

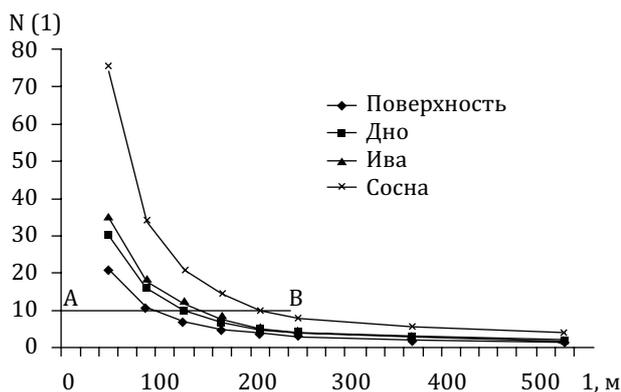
1 В данной работе не рассматриваются вертикальная скорость прироста торфа в точке и горизонтальное расширение границ болота как частности увеличения объема торфяника.



**Рис. 1.** Модель развития торфяника с древостоем; самоподобные отрезки линий:  $ab$  – высоты древостоя,  $cd$  – дна,  $ef$  – поверхности торфяника

**Fig. 1.** Model of the development of mire with tree stand; self-similar line segments:  $ab$  – the height of the stand,  $cd$  – bottom,  $ef$  – surface of peat deposit

Каждая линия профиля (графики высоты древостоя, поверхности и дна), полученная по полевым исследованиям, измеряется на графике отрезками последовательно разной длины, как это принято во фрактальной геометрии [5]. С увеличением длины измерительного отрезка  $l$  уменьшается как длина графика, представленная количеством отрезков  $N(l)$  (рис. 2), так и фактическая по зависимости  $N(l) = Ll^{-d}$  ( $L$  – фактическая длина профиля в метрах;  $d$  – нецелочисленная степень).

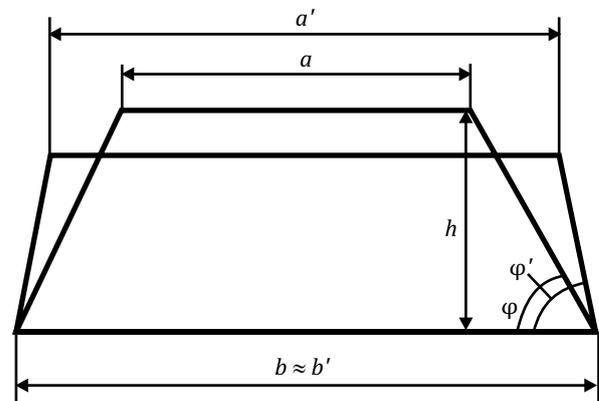


**Рис. 2.** Графики зависимости длин измерителя от количества полученных отрезков для Мудровского болота (с учетом линий, соединяющих отметки верхушек сосен и ивы); АВ – график, устанавливающий размеры самоподобных отрезков

**Fig. 2.** Graphs of the gauge length on the number of received segments for Mudrovskoy mire (with the lines connecting the tops of pine and willow); АВ – graph, setting the size of the self-similar segments

Это значит, что при приближении размера  $l$  к нулю длина профиля или размер торфяника будет стремиться к бесконечности. Таким образом, для конкретного торфяного тела использование одного и того же значения длин поверхности и минерального дна (проективное сопоставление), полученных по пикетажу в поле, может привести к ошибке в оценке размеров торфяника. Это может быть важным при расчетах касательных напряжений в торфянике, которые наравне с пьезометрическим давлением определяют увеличение его размеров, при исследовании потенциала влаги в залежи, самоподобия торфяника и др.

Рассмотрим условный модуль развития  $efcd$ , характеризующий самоподобие торфяного тела. Уравнение роста торфяного тела можно выразить как  $h = f(b - a/2)$  (рис. 3). Принимаем, что форма линии дна болота не меняется в сравнении с линией формы поверхности торфяника. Поэтому для анализа его роста самоподобный отрезок профиля дна удобно принять как постоянную величину. В результате изменение параметра  $|\operatorname{tg}\varphi|$ , равного  $2h/b - a$ , отражает скорость изменения мощности торфяного тела ( $h$ ), а выражение  $b - a/2$  – это топологическое время, указывающее на изменение соотношения отрезков  $b$  и  $a$  (рис. 3).



**Рис. 3.** Схема кинематического подобия модуля развития растущего тела:  $a$  и  $b$  – размеры самоподобных отрезков поверхности и дна,  $h$  – мощность торфяных отложений,  $\varphi$  – угол, связывающий размеры самоподобных отрезков в процессе увеличения торфяника

**Fig. 3.** Scheme of kinematic similarity of module of development of a growing body:  $a$  and  $b$  – the size of the self-similar segments of the surface and bottom,  $h$  – depth of peat deposits,  $\varphi$  – angle connecting dimensions of self-similar segments in the process of increasing of peat deposit

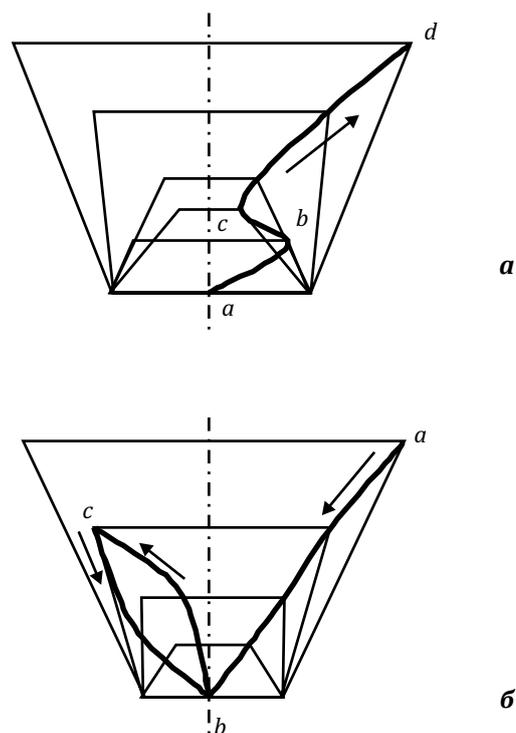
Основой для получения графика (рис. 3) являются следующие предположения. Во-первых, в процессе роста торфяного тела сохраняется его кинематическое подобие. Второе – идеальная схема развития торфяника состоит из трех основных этапов развития: вогнутое болото, плоское и выпуклое. Третье – на скорость роста торфяника влияет форма склонов заторфовывающейся впадины.

Кинематическое подобие – это параллельность движения и пропорциональность скорости однородных частей в геометрически подобных системах. Используемая методика подразумевает, что в модели развития торфяника выдерживается кинематическое подобие и  $\operatorname{tg}\varphi / \operatorname{tg}\varphi' = b'a / ba'$  или  $\operatorname{tg}\varphi / \operatorname{tg}\varphi' = a/a'$  (рис. 3). Параллельность движения точек торфяника соблюдается, так как при одном масштабе траектории точек не пересекаются.

Второе предположение позволяет установить последовательный ряд модулей развития торфяника от его вогнутой формы поверхности до плоской и далее до выпуклой (рис. 4 а). Если соединить соответствующие точки растущего торфяного тела, то эта линия в идеале будет иметь форму кривой  $abcd$  (рис. 4 а). Те же операции с древостоем и формой поверхности дают кривую  $abcb$  (рис. 4 б). Эти кривые являются идеальными. В естественных условиях эволюция растущего тела может быть короче. Весь путь развития древостоя может завершиться отрезком  $ab$  (рис. 4 б).

Уравнение скорости роста торфяного тела в целом без учета масштаба удобно рассматривать в виде  $\operatorname{tg}\varphi = f(a/b)$ , а ускорение роста –  $\omega = 2hab/b-a$ . На рис. 5 отражено третье предположение о влиянии на рост торфяника формы склонов его дна. Соотношение вертикальной и горизонтальной составляющих роста торфяника в условиях правильной по форме котловины заторфовывания описывается кривой, состоящей из прямолинейных отрезков  $abcd$  (рис. 5 а).

Однако реальная форма дна всегда вызывает ускорение или замедление роста торфяника в горизонтальном или вертикальном направлении. Чаще всего рост торфяного тела имеет характер пульсаций. Чередование выпуклых или вогнутых сегментов склона дна (рис. 5 б) влияет на соотношение вертикального и горизонтального прироста торфяника. Таким образом, для торфяников характерно равноускоренное или равнозамедленное криволинейное движение в виде трехлепестко-



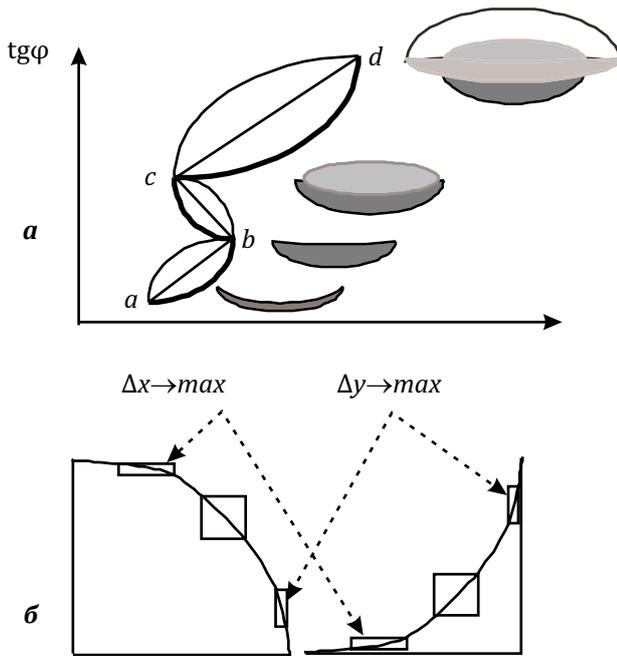
**Рис. 4.** Схема развития модуля: а) – торфяное тело: а – появление болота,  $bc$  – уменьшение длины поверхности,  $bd$  – увеличение длины поверхности, б) – древесный ярус: а – лесное болото, б – топяное, с – вторично облесенное

**Fig. 4.** Scheme of development of module: a) peat body: а – the emergence of mires,  $bc$  – reducing of the length of the surface,  $bd$  – increasing of the length of the surface, б) trees: а – forested mire, б – mire without trees, с – secondary afforestation

вой траектории (рис. 5 а). Последнее предположение объясняет связь смен группового состава торфов и появления границ плотности в залежи в соответствии с резким изменением формы дна болота.

Следует пояснить связь скорости увеличения торфяника с понятием топологического времени, что в итоге связывает геометрию торфяника с его плотностью. В целом с увеличением мощности торфяных отложений снижается их плотность за счет снижения степени разложения или влажности торфа (подробнее в [1]), или с уменьшением плотности увеличивается скорость роста торфяника<sup>2</sup>. При этом топологическое время – это изменение разницы длин профиля дна и поверхности торфяника.

2 В данном случае используется классическая схема развития болот, отражающая естественное изменение типов торфяных болот и торфа



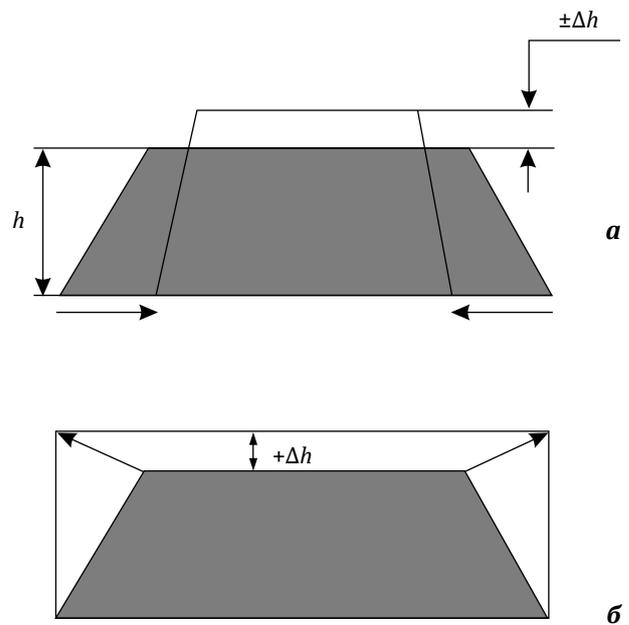
**Рис. 5.** Модель роста условно однородного гладкого торфяника: а) – затененные фигуры – это формы растущего торфяника; б) – слева выпуклый склон заторфованной котловины, справа – вогнутый;  $\Delta x$  – преобладающий рост торфяника в горизонтальном направлении;  $\Delta y$  – в вертикальном

**Fig. 5.** Growth model of conditionally homogeneous smooth peatland: а) the shaded figures mean the forms of growing peat deposit; б) on the left there is a convex slope of paludified hollow, on the right – concave slope;  $\Delta x$  – predominant growth of peat deposit in the horizontal direction;  $\Delta y$  – in the vertical direction

Между понятием скорости увеличения торфяного тела и точностью его описания как целого существует принципиальная связь. Поэтому определение скорости роста торфяника зависит от его представления в безразмерном масштабе ( $N(l)$ ) (рис. 6 а).

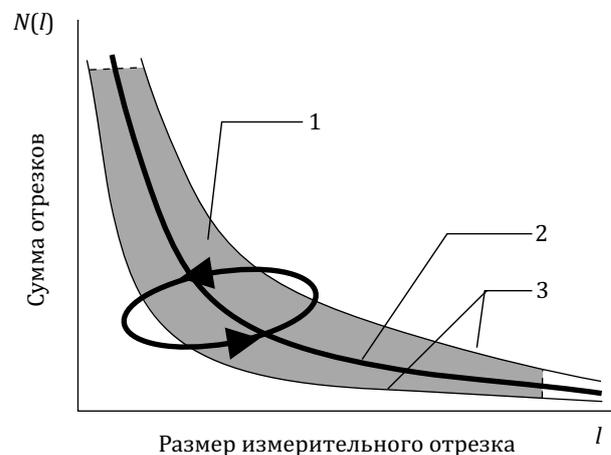
При увеличении  $N(l)$  или масштаба представления профиля торфяного тела длина одного подобного отрезка поверхности приближается к размеру подобного ему отрезка дна. В результате мощность торфяных отложений может быть представлена как увеличивающаяся или уменьшающаяся из-за увеличения точности представления. Кроме того, на скорость влияет процесс роста торфяника (рис. 6 б), при котором область построения графиков (рис. 7) является его фазовой областью.

К признакам эволюции фазовой области растущего торфяника следует отнести его форму и объем, меняющиеся под воздействием его роста. Рост торфяника следует понимать также как



**Рис. 6.** Зависимость модуля развития от масштаба (а) и роста торфяного тела (б);  $h$  – мощность торфяных отложений,  $\Delta h$  – изменение мощности

**Fig. 6.** Dependence of the module of development on the scale (а) and the growth of the body of peat (б);  $h$  – depth of peat deposit,  $\Delta h$  – change of depth



**Рис. 7.** Схема эволюции фазовой области торфяника: 1 – фазовая область, 2 – график длины дна торфяного болота (условно постоянная величина), 3 – границы изменения длин поверхности и высоты древостоя

**Fig. 7.** Scheme of evolution of the phase area of peat deposit: 1 – phase area, 2 – graph of the length of the bottom of peat mire (relatively constant value), 3 – the limits of variation of the length of the surface and the height of trees

нарушение механического равновесия торфяной залежи, влияющее на характер болото- и торфообразовательных процессов на ее поверхности. Поэтому рост торфяного болота как целого определяется совокупностью групп процессов: прирост биомассы, трансформация органического вещества, термодинамическое и как его следствие – механическое уравнивание сил в торфяной залежи.

При изменении объема торфяника графики его дна, поверхности и древостоя могут неоднократно менять свое положение при  $N(I) = \text{Const}$  (рис. 7; стрелки указывают на траекторию изменения положения). В этом случае поверхность болота периодически меняет топяной характер на лесной и наоборот.

Увеличение размеров торфяника не является равномерным во времени и пространстве, поэтому можно рассмотреть ускорение роста торфяника. Его можно найти как  $\varphi = 2\text{tg}\varphi / b - a = 4h / (b - a)^2$ . Фактически ускорение скорости роста отражает относительно резкие изменения свойств торфа, влияющие на его плотность (подробнее в [1]).

Представленные параметры скорости и ускорения роста торфяника отражают средние значения размеров модуля развития. Если учитывать влияние на оценку скорости роста масштаб описания торфяного тела, то скорость следует рассчитывать по выражению  $\text{tg}\varphi = 2h / (a \cdot \partial N(a) / \partial a - b \cdot \partial N(b) / \partial b)$ .

Процесс роста торфяника при бесконечном сохранении внешних условий будет замедляться, пройдя через максимум  $b = a$ . Экстремальные значения  $a = 0$  и  $b = 0$  могут быть условно интерпретированы соответственно для ситуаций как торфяник, покрытый минеральным наносом или погребенный, и наоборот – это плавающий остров из всплывшего торфа или даже сплавина.

Целесообразно рассмотреть понятие «гладкости» формы торфяного тела. «Гладким» телом, подобно понятию гладких функций, называется тело, границы которого представляют собой линии с топологической размерностью, равной единице. В естественных условиях «гладкие» тела маловероятны, но при грубых оценках форма торфяника получается «гладкой». Увеличение точности его съемки усложняет форму торфяного тела. Как правило, будет получаться нецелая топологическая размерность границ торфяника – среднее между линией и плоскостью, плоскостью и объемом. Еще более интересными примерами

являются самоподобие линии поверхности плоскости дна или плоскости поверхности объема высоты древостоя и другие варианты. Это важное заключение указывает на то, что модуль развития торфяника не является линейным или плоским телом.

Для растущего торфяника центр системы координат должен быть совмещен с его центром в каждый момент времени. Тогда в любой интервал времени координаты любой точки тела меняются, а по мере роста – меняются в определенном направлении.

Повышение гидростатического давления в торфяном теле реализуется в возвышении купола болота и поэтому уровень воды на болоте – это возвышение, равное давлению в залежи, способному поднять уровень воды (подробнее в [4]). Однако равновесие между массой и давлением не всегда присутствует в залежи [6, 7], поэтому «гладкость» формы торфяника часто является исключением.

Например, смена лесных сообществ на топяные в эволюции болота отражает несоответствие гидростатического давления в торфяном теле скорости его роста. Это своего рода разгрузка избыточного давления или его выравнивание в торфяном теле с подъемом уровня воды в деятельном слое, развитие которого является частью механизма, способствующего «смягчению» сукцессий в растительном покрове болот.

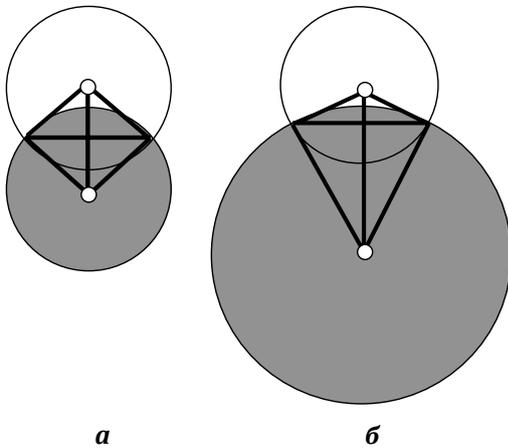
Для «гладкого» тела давление в залежи и ускорение массовых сил, возникающие и меняющиеся по мере роста торфяного тела, связаны как  $h\rho b \approx M \cdot \text{tg}\varphi / b - a$ , где левая часть выражения характеризует силу, равную произведению мощности отложений торфа ( $h$ ) и их плотности ( $\rho$ ) в торфяном теле и действующую на линию  $b$  в модуле (рис. 3), а  $M$  – это масса торфяного тела или его части, умноженная на ускорение растущего торфяника.

Правильно предположить, что масса сосредоточена в центре тяжести модуля. Гидростатическое давление ( $P$ ) на линии  $b$  равно давлению массы в модуле. Тогда плотность тела  $\rho = M \text{tg}\varphi / (b - a) h b = M 2 \text{tg}\varphi / (b^2 - ba) h$  или  $\rho = 4M / b(b - a)^2$ .

Масса торфяного тела в модуле  $M = \rho b(b - a)^2 0,25 = [\rho / 4] \cdot b(b^2 - 2ab + a^2)$ , а его объем  $V = 0,25(b^3 - 2ab^2 + a^2b)$ . Или при  $M = \rho [h(b^2 - ab) / 2 \text{tg}\varphi]$  и  $\rho = 2P / \text{tg}\varphi (b - a)$ ,  $M = Phb / (\text{tg}\varphi)^2$ , а давление в модуле на уровне основания (плоскости, линии) торфяной залежи  $P = M \cdot [4h / b(b - a)^2]$ . В результате гидростатическое

давление в модуле соответствует обычному выражению  $P \approx hr$ . Таким образом, формализованные геометрические характеристики торфяника принципиально связываются с силами, действующими внутри торфяника.

Однако реальное торфяное тело не является «гладким», поэтому следует принять, что в залежи есть границы плотности или скачки давления из-за неоднородности строения залежи и свойств торфа. Для оценки связи плотности торфяных отложений и формы торфяника предлагается описывать действие сил тяжести и давления в торфяном теле как взаимодействие сфер, как это показано в [8], или их проекций. На рис. 8 а представлена схема такого взаимодействия.



**Рис. 8.** Схемы взаимодействующих проекций сфер дна (верхняя) и поверхности (нижняя) торфяного тела: а – симметричное торфяное тело – зона пересечений сфер; б – асимметричное

**Fig. 8.** Schemes of interacting projections of spheres of bottom (above) and surface (below) of the peat body: а – symmetrical peat body – zone of intersection of the spheres; б – asymmetric peat body

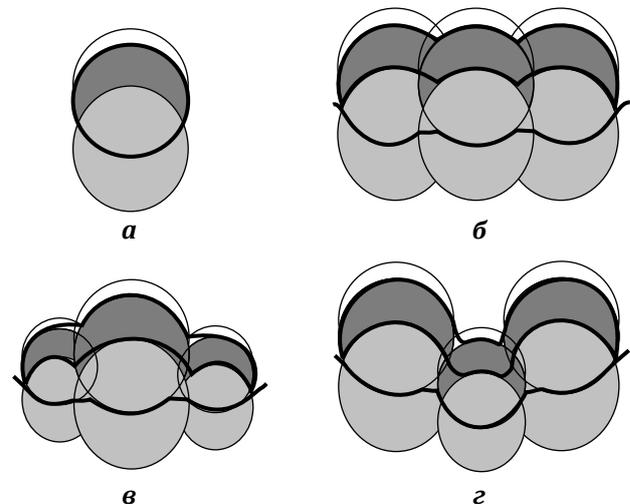
Следует придерживаться нескольких условий представления торфяного тела в виде взаимодействия сфер давления и силы тяжести. Условие *первое* – поверхность торфяного тела является результатом взаимодействия сил тяжести и давления. Соответственно, если контуры дна и поверхности равны и симметричны, то можно предполагать, что сферы, отражающие силы, равны (рис. 8 б). Схема может быть несимметричной, обратной и наклонной, что соответственным образом отражает изменение структуры торфяника. Прямая, соединяющая центры сфер, может быть наклонена, а их взаимодействие ориентировано параллельно

действию силы тяжести. Таким образом, кроме взаимодействия сфер по нормали следует рассматривать и касательные напряжения.

Важно отметить, что при увеличении вертикального и уменьшении горизонтального масштаба профиля торфяника сферы могут быть полностью вписаны в его профиль, что удобно для анализа его структуры.

Вписанные в профиль торфяника сферы могут дробиться при изменении масштаба исследования. Это связано с тем, что чем крупнее масштаб, тем сложнее форма профиля. При этом сохраняется внутренне геометрическое подобие сфер разного масштаба между собой.

*Второе* – учитывая, что форма дна часто имеет сложный характер, каждое понижение дна правильнее рассматривать через отдельную пару взаимодействующих сил (рис. 9). Следовательно, кроме вертикального взаимодействия сил существует боковое взаимодействие сфер, при котором прямые зоны взаимодействия представлены на поверхности болота границами изменения микрорельефа и растительности.

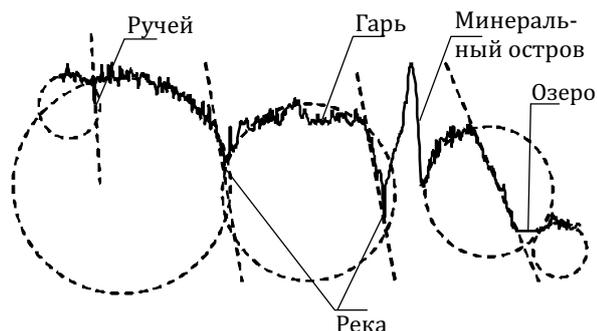


**Рис. 9.** Схемы представления симметричных торфяных тел: а – простая форма; б – равномерная выпуклая; в – неравномерная выпуклая; з – неравномерная вогнутая (светлая проекция сферы отражает форму дна, заштрихованная – высоту древостоя, краповая – поверхность, утолщенная линия – контур торфяного тела и древостоя)

**Fig. 9.** Scheme of representations of symmetric peat bodies: а – simple form; б – equal convexity form; в – irregular convex form; з – irregular concave form (light projection of the sphere reflects the shape of the bottom, shaded – the height of the trees, maroon – the surface, the black line – contour of peat body and trees)

Третье условие – болотные массивы, могут описываться усеченными сферами (проекциями). Правильные сферы как геометрические объекты условно однородны, а при усечении их внутреннее пространство дифференцируется, что выражается в неоднородности растительного покрова, торфообразовании, свойствах и составе торфяных отложений.

На рис. 10 представлен профиль поверхности болотного массива Дымное. Слева болото примыкает к долине реки Камы. Наклонные прямые показывают усечение проекций сфер.



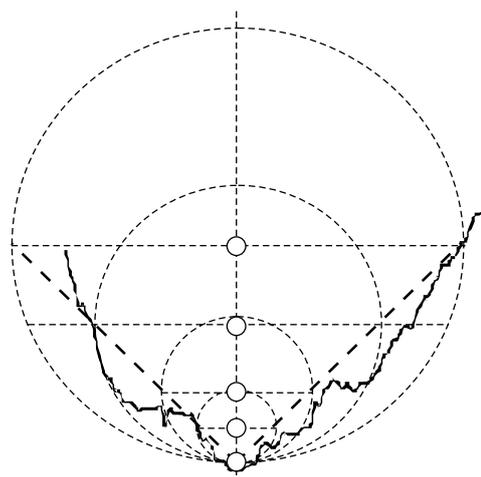
**Рис. 10.** Профиль поверхности торфяного болота Дымное, представленный усеченными сферами длиной 8 км

**Fig. 10.** The surface profile of Dymnoye peat mire submitted with truncated spheres 8 km in length

Поверхность болота, совпадающая с секущими плоскостями, представлена тростниковыми и осоковыми кочкарными сообществами вдоль рек и ручьев, а также олиготрофными грядово-мочажинными комплексами, примыкающими к озеру. Участки болота, вписанные в сферы, представлены лесными, пушицевыми, магелланикум- и фускум-сообществами.

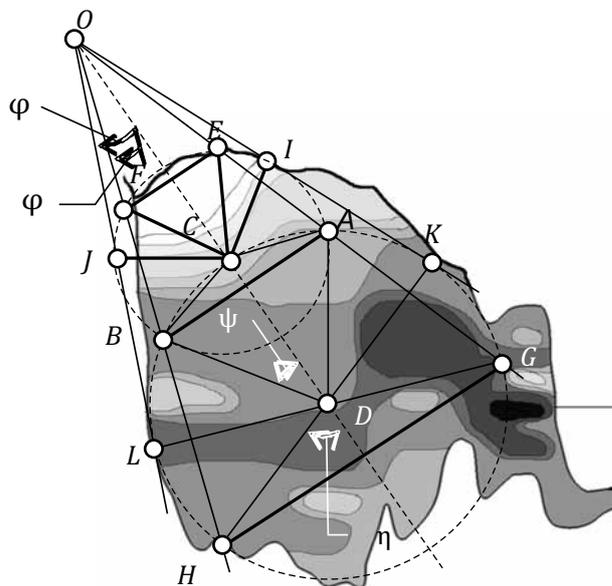
Усеченными могут быть сферы силы тяжести или дна, из-за его изменений, что отражается в деформации торфяного тела относительно неровностей подстилающей поверхности (рис. 11).

Связь взаимодействующих сфер давления и силы тяжести с плотностью торфяного тела является принципиальной при определении его развития. Плотность торфяного тела является наиболее точным и адекватным индикатором гидрогеомеханического состояния торфяного тела, находящегося в естественном состоянии. На рис. 12 представлена схема взаимодействия сфер поверхности и дна с учетом плотности торфяника.



**Рис. 11.** Усеченные сферы, вписанные в профиль дна Локотенского болота

**Fig. 11.** The truncated spheres entered in the bottom profile of Lokotenskoye mire



**Рис. 12.** Схема зоны контакта проекций сфер дна (с центром  $C$ ) и поверхности (с центром  $D$ ); Уломское болото длиной 1,1 км: распределение плотности: от светлого до темного – от 0,7 до 1,1 г/см<sup>3</sup> (интервал 0,05)

**Fig. 12.** Scheme of the contact zone of projections of spheres of the bottom (with the center  $C$ ) and the surface (with the center  $D$ ); Ulomskoye mire 1.1 km in length: density distribution from light to dark – from 0.7 to 1.1 g/cm<sup>3</sup> (0.05 interval)

Особенностью этой схемы является асимметрия дна болота, что определяет направление его развития. Схема поясняет, как может плотность растущего тела быть связана с его напряженно-деформированным состоянием, внутренней гармонией и самоподобием.

Построение схемы, как частный пример, основано на соединении центра  $O$ , полученного пересечением касательных, с центрами сфер дна и поверхности. Все дальнейшие элементарные соединения точек схемы дают следующие соотношения:  $AE=EG$ ,  $EF=AB$ ,  $OB=AD$  – диаметр малого круга,  $AC=CD$  – радиус малого круга,  $OD=CG$  – диаметр большого круга,  $DG=OC$ ,  $BE=CF=FG$  – радиус большого круга. В результате вся конструкция – это два диаметра большого круга, перекрывающихся в зоне взаимодействия сфер (отрезок  $CD$ ).

Полученная схема взаимодействия сфер силы тяжести торфяного тела и гидростатического давления в нем зависит от масштаба представления. При изменении вертикального или горизонтального масштаба схема будет меняться внешне, но геометрическая соразмерность сохраняется. В меньшей степени будет меняться вертикально ориентированная схема (линия, соединяющая центры проекций сфер), а в большей – наиболее наклонная.

По одному примеру нельзя сделать всеобщее заключение, но хорошо видно, что торфяное тело закономерно дифференцировано. Если сфера дна определяет собой влияние его формы на приведение механических свойств залежи в гармонию и равновесие, позволяющие координировать рост тела как целого, то сфера поверхности показывает тенденцию изменения или роста торфяной залежи или ее верхнего слоя, обеспечивающего условия роста и нагружения торфяного тела.

Важно отметить: маловероятно, что в торфяном теле, находящемся во взвешенном состоянии, происходят горизонтальные смещения, – этот процесс сложнее. Возникновение «деформаций» или неоднородности торфяного тела происходит в момент формирования торфяных отложений в торфогенном горизонте; в изменчивости и изменении этого процесса по площади на поверхности торфяника. А объемный эффект неоднородности торфяных отложений формируется постепенным суммированием послойных изменений при росте торфяника. Поэтому этот процесс является направленным.

В заключение отметим, что понятие роста торфяника, прежде всего, зависит от масштаба его исследования и формы его внешних границ. Торфяник как целостное тело определяется внутренним кинематическим подо-

бием, формой склонов минерального дна и соответствием границ дна и поверхности с его мощностью.

Внутренняя гармонизация и соразмерность торфяного тела позволяют предположить, что они являются фактором, определяющим развитие торфяного тела. Поэтому если торфяное тело обладает целостностью, то его состав и плотность имеют устойчивую связь в структуре всего тела. Следовательно, свойства торфа, формирующиеся в торфогенном горизонте, не определяют состояние залежи в целом, а отражают ее механическое состояние, продолжая сложившуюся тенденцию развития.

### Библиографический список

1. *Панов, В.В.* Связь степени разложения с относительной влажностью и плотностью торфяных отложений / В.В. Панов // Труды Инсторфа: научный журнал. № 9(62) (январь–июнь). – Тверь: ТвГТУ, 2014. – С. 11–15.
2. *Крупнов, Р.А.* Изменение структурно-механических свойств остаточного торфа при мелиорации выработанных торфяных месторождений / Р.А. Крупнов, М.А. Торопчин // Физические процессы торфяного производства. – Тверь: ТвеПИ, 1990. – С. 25–29.
3. *Наседкин, Н.А.* Основные предпосылки физико-механических исследований торфа / Н.А. Наседкин // За торфяную индустрию. – 1938. – № 3. – С. 31–32.
4. *Панов, В.В.* О роли гидростатики в развитии торфяного болота / В.В. Панов // Труды Инсторфа: научный журнал. – № 3 (56) (январь–июнь 2011). – Тверь: ТвГТУ, 2012. – С. 3–11.
5. *Синергетика и фракталы в материаловедении.* – М.: Наука, 1994. – 383 с.
6. *Гетманов, Я.Я.* Гидростатическое давление воды в торфе / Я.Я. Гетманов. – М.: Г.И.С.-Х.М., 1928. – 42 с.
7. *Дубах, А.Д.* Осушение болот открытыми канавами / А.Д. Дубах, Р.В. Спарро. – М.–Л.: ГИЗ, 1930. – 244 с.
8. *Мионов, В.А.* Дистортность в природных системах / В.А. Мионов, Б.Ф. Зюзин, А.А. Терентьев, В.Н. Лотов. – Мн.: Беларуская наука, 1997. – 415 с.

УДК 662.62:662.81:66.099.2(470.331)

## Шахматов К.Л.

Шахматов Кирилл Леонидович, к. т. н., доцент кафедры геологии, переработки торфа и сапропеля Тверского государственного технического университета, 170023, Тверь, Академическая, 12. krl81@list.ru

# ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ И ГРАНУЛ БИОМАССЫ ТРОСТНИКА (*PHRAGMITES AUSTRALIS*) ВЫРАБОТАННОГО ТОРФЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧУВИЦИНО КАЛИНИНСКОГО РАЙОНА ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

*Аннотация.* На территории Тверской области площадь обводненных вторично выработанных торфяников составляет около 10 тыс. га. Это значительные площади, которые на сегодняшний день не используются. В то же время при значительном увлажнении на этих территориях активно произрастает тростник, использование которого возможно в качестве экологически чистого и доступного топлива для нужд малой энергетики. Изучение вопросов получения качественного топлива из тростника будет способствовать появлению подобных предприятий в местах значительного сосредоточения данного ресурса, а использование такого топлива позволит существенно снизить затраты муниципальных образований и частных потребителей на производство тепла.

*Ключевые слова:* торфяные месторождения, тростник, топливные гранулы, технология производства, биоэнергия, альтернативное топливо.

## Skakhmatov K.L.

Shakhmatov Cyril L., Ph.D., assistant professor. Chair of Geology, Peat and Sapropel Processing of the Tver State Technical University. 170023, Tver, Academicheskay, 12. krl81@list.ru

# FEATURES OF RECEIVING FUEL BRIQUETTES AND GRANULES OF BIOMASS OF A REED (*PHRAGMITES AUSTRALIS*) OF A CUTAWAY PEAT DEPOSIT IN THE TVER REGION

*Abstract.* Flooded area of cutaway peatlands in the Tver region is about 10 000 hectares. This is a large area which currently is not used. At the same time at considerable moistening in these territories a reed actively grows which can be used as environmentally friendly fuel for needs of a small-scale power generation. Studying of questions of receiving high-qualitative fuel made of reed will promote of the similar enterprises in places of considerable concentration of this resource. Use of such fuel will allow lowering significantly costs of municipalities and private consumers for production of heat.

*Key words:* peatlands, reed, wood pellets, production technology, bio-energy, alternative fuel.

**В** последнее время уделяется все большее внимание вопросам получения альтернативного экологически чистого топлива из возобновляемого природного сырья – биомассы. Вклад биомассы в мировой энергобаланс оценивается в 10–15%, достигая в отдельных странах 23% (Финляндия). Ежегодный прирост биомассы на земле составляет 220 млрд. тонн, что позволяет запастись в виде энергии химических связей до  $4 \times 10^{21}$  Дж энергии [1].

Валовый потенциал биоэнергетики в России оценивается в 467 млн т у. т./год, что составляет 129 млн т у. т./год технического потенциала или 69 млн т у. т./год экономического потенциала. Среди основных источников российской энергетической биомассы являются органические отходы агропромышленного комплекса, органические отходы лесопромышленного комплекса, сточные воды, торф и т. д.

В экологическом отношении биомасса считается более безопасной, чем ископаемое топливо. При ее сжигании образуется меньшее количество  $SO_2$ ,  $HS$ ,  $NO_x$  и др. загрязнителей, чем при сжигании нефтепродуктов и угля. Выбросы диоксида углерода ( $CO_2$ ) при сжигании биомассы считаются нейтральными, поскольку он находится в замкнутом цикле, а его количество равно объему  $CO_2$ , выделяемому при естественном разложении биомассы.

Для энергетических целей биомасса используется, в основном, как топливо, замещающее традиционное ископаемое. Здесь речь идет, прежде всего, об отходах лесозаготовительной, деревоперерабатывающей промышленности и остатках, отходах растениеводства. В том числе биомасса тростника, который как влаголюбивое растение представляет особый интерес в тех местах, где он произрастает в значительных объемах и в естественных условиях, поскольку не требует затрат на подготовку площадей, агротехнику, удобрения и т.п. Поэтому биомасса тростника может рассматриваться как реальный теплоэнергетический источник, который может влиять на проблемы экономического, экологического и социального значения.

В данной работе изучалась возможность и технологические особенности получения биотоплива на основе тростника, полученного на выработанном торфяном месторождении Чувицино Калининского района Тверской области, которое находится в 35 км на юго-запад от

г. Твери. Параллельно северо-западной границы массива в 5 км проходит шоссе Тверь–Старица. Площадь торфяного месторождения в нулевых границах залежи составляет 424 га, в промышленных границах – 306 га. Детальная разведка месторождения была проведена в 1950-х годах для фрезерной добычи торфа, которая осуществлялась в течение последующих десятилетий. В настоящее время месторождение выработано полностью и зарастает. Преобладает процесс естественного нерегулируемого восстановления болота. Остаточный слой торфа составляет 0–0,7 м. Преобладающим видом в растительном покрове является тростник.

Сырье для производства топливных брикетов было отобрано в апреле 2014 г. В исходном состоянии масса сухого тростника представляла собой длиноволокнистый растительный материал урожая 2013 г. с достаточно жестким и прочным стеблем, что и определяло технологические приемы его измельчения в лабораторных условиях:

- резка стеблей тростника на фрагменты размером 20–30 мм;
- переработка таких фрагментов в шнековом перерабатывающем механизме (рис. 1) с 2-кратной повторностью. В головке шнека устанавливали два режущих ножа с решетками.



**Рис. 1.** Шнековый диспергатор

**Fig. 1.** Screw extruder

Установка двух режущих ножей позволяла избежать заклинивания механизма за счет намотки волокнистых составляющих тростника.

Полученную дробленку оценивали на влажность и зольность, которые составили 8% и 5% соответственно. Затем сырьевую массу подвергали фракционированию (сепарации) с помощью набора сит с диаметром отверстий 7, 5, 3, 2, 1 мм с целью изучения зависимости качества готовой продукции от характеристик исходного сырья.

Брикетирование – наиболее важная и энергоемкая операция во всем процессе производства гранулированного топлива. Механизм брикетирования и качество готовой продукции в основном зависят от структурно-механических и физико-химических свойств прессуемого материала, а также режима и условий прессования. Прессование осуществляли на лабораторном прессе при различных усилиях прессования от 5 до 40 т (рис. 2).



Рис. 2. Лабораторный пресс Nordberg

Fig. 2. Laboratory press Nordberg

Использован различный матричный инструмент, который позволял получать образцы топлива различной формы и размеров (рис. 3):

- брикет типа «салон» –  $l \times d \times h = 72 \times 30 \times 25$  мм (рис. 3а);
- гранулы цилиндрические –  $d$  – 22 мм,  $h$  – 16–20 мм (рис. 3б).

Фракционный состав и крупность частиц прессуемого материала существенно вли-



а



б

Рис. 3. Матрицы для формования брикета типа «салон» (а) и цилиндрической гранулы (б)

Fig. 3. Matrix for molding briquettes «salon» (а) and cylindrical granule (б)

яют на получение качественных брикетов. Согласно молекулярной теории брикетирования [2], удельная сила между частицами определяется по формуле:

$$N = \frac{A}{r} f(\psi),$$

где  $r$  – радиус контактирующих частиц;  $f(\psi)$  – удельная работа отрыва слипшихся частиц в пересчете на 1 см<sup>2</sup> контакта плоских поверхностей той же природы.

Отсюда следует, что чем меньше размер частиц прессуемого материала, тем сильнее должны проявляться силы молекулярного взаимодействия между ними. Однако эта зависимость четко проявляется только для упругих материалов, т. к. при прессовании крупных фракций значительная часть работы приходится на хрупкое разрушение частиц.

В рамках работы в качестве основного способа получения топлива из тростника использовался способ фракционного модифицирования, при котором в определенных соотношениях смешивались фракции разных размеров.

В результате при прессовании грубых фракций сушенки тростника (3–5 мм и более) в структуре образцов наблюдалась слабая связность частиц. В брикете после снятия нагрузки (в диапазоне удельных давлений от 570 до 2280 кг/см<sup>2</sup>) присутствовало упругое расширение, что приводило к образованию трещин, высокой крошимости и, как следствие, низкой прочности. Плотность образцов составила 0,65–1,045 г/см<sup>3</sup> (рис. 4).



**Рис. 4.** Образец брикета из тростника типа «салон» (размер гранул 3–5 мм и более)

**Fig. 4.** Sample of the reed briquette «salon» (grain size 3–5 mm or more)

Более качественный брикет получали при прессовании фракций с размером частиц 2–3 мм и менее в соотношении 1:1, у которых за счет увеличения числа контактов частиц возросла плотность и снизилась крошимость. При этом следует отметить, что образцы, имеющие плотность более 1 г/см<sup>3</sup>, имели качественный внешний вид и минимум дефектов (трещин) от упругого расширения (рис. 5).



**Рис. 5.** Топливная гранула из дробленого тростника

**Fig. 5.** Pellets of crushed reed

Для получения прочных брикетов влажность прессуемого материала должна соответствовать наличию в нем исключительно химически и адсорбционно связанной воды. Положительное влияние данного факта проявляется в наличии контрактации материала, т. е. в уплотнении без приложения внешней нагрузки.

Прессуемым органическим материалам присуща оптимальная влажность, при которой при прочих равных условиях получают брикеты наибольшей плотности и механической прочности. Для тростника этот показатель

находится в интервале 8–10% и соответствует влажности тростниковой дробленки в воздушно-сухом состоянии.

Увеличение влажности приводит к снижению теплоты сгорания, увеличению энергозатрат на сушку и резкому снижению физико-механических характеристик брикетов. Также оптимальная влажность топливных брикетов должна отвечать условиям хранения, т.е. быть равновесной. При влажности брикетов ниже равновесной будет иметь место поглощение влаги из окружающего воздуха до равновесного влагосодержания.

Предел зольности для брикетирования устанавливается с учетом того, что зола является балластным компонентом, понижающим теплоту сгорания топлива, способствует абразивному износу технологического оборудования и при низкой температуре плавления зашлаковывает колосниковые решетки топки. Поэтому данный показатель установлен на уровне ≤15% и соответствует фактическим данным исследуемого тростника (5%).

Давление прессования призвано обеспечить сближение частиц до контакта между собой и их удержание за счет действия водородных связей, межмолекулярных сил. При сравнительно низких давлениях прессования частицы не сближаются до расстояний, обеспечивающих проявление указанных сил, что в итоге приводит к растрескиванию и повышенной крошимости брикета. Многочисленными исследованиями [2–4] и практическим опытом установлено, что оптимальное давление прессования тростниковой дробленки составляет примерно 100–1500 кгс/см<sup>2</sup>.

Второй способ модифицирования, использованный в работе, заключался во введении в сушенку жидкого раствора добавки (связующего) в диапазоне 5–16 % по массе.

В качестве связующих добавок использовался жидкий раствор крахмала, а также жидкий раствор лигносульфоната, являющегося широкомасштабным отходом целлюлозно-бумажной промышленности. В состав тростниковой дробленки в значительном количестве (~50%) входят такие вещества, как лигнин и пентозаны, являющиеся высокомолекулярными соединениями, гидрофобные по своей природе. К тому же дополнительная технологическая операция по введению определенного количества и качества связующего будет способствовать усложнению процесса производства топливных брикетов и их удорожанию. При

проведении лабораторных опытов с введением жидкого связующего наблюдался его отжим при прессовании, что существенно снижает эффективность введения данных добавок.

Для тестирования была получена партия продукта, изготовленная из дробленого тростника с размерами фракций менее 3 мм, влажностью 7–8%, без использования связующих материалов при давлении прессы 1700–1900 кг/см<sup>2</sup> (рис. 5). Продукция была проанализирована в лабораторных условиях филиала международной организации SGS в г. Санкт-Петербург. По результатам испытаний был получен сертификат, подтверждающий основные характеристики топливных гранул, в том числе – высшая теплотворная способность продукта при влажности 7% составила от 4100 ккал/кг или 4427 ккал на килограмм сухого вещества.

Следует отметить некоторые особенности производства топливных гранул/брикетов из тростника. Влажность тростника, собираемого после периода вегетации (осенью, зимой), будет составлять около 37–45%. Сушка и измельчение тростника проходят достаточно легко. Основным преимуществом тростника по сравнению с соломой является низкое содержание калия, что обеспечивает относительно высокую температуру плавления золы. По этому показателю материал близок к древесине.

В России при использовании тростника в качестве топлива средняя себестоимость

составит 15–25€, включая стоимость сырья, в зависимости от масштаба производства и стоимости электроэнергии. При производительности оборудования 2 тонны гранул в час этот показатель будет ближе к 25 €.

Таким образом, в работе были исследованы основные технологические операции по производству экологически чистого топлива из сухого тростника и показана возможность получения доступного энергетического продукта на региональном уровне. Это обстоятельство должно способствовать вовлечению в хозяйственный оборот достаточно больших заброшенных площадей выработанных торфяных месторождений и повышению их пожаробезопасности.

#### Библиографический список

1. *Биоэнергетика в России в XXI веке /* ФГБУ РЭА Минэнерго РФ, Российское энергетическое агентство. – М., 2012 г. – 37 с.
2. *Наумович, В.М.* Теоретические основы брикетирования торфа. – Минск, АН БССР, 1960 г. – 196 с.
3. *Архангельский, К.Н.* Брикетирование древесных опилок. – М., Гослесбумиздат, 1957 г. – 165 с.
4. *Суворов В.И., Соловьев Н.Л.* Отчет о НИР «Исследование особенностей получения из биомассы тростника прессованного топлива». – Тверь, ТвГТУ, 2006 г. – 24 с.

УДК 622.331

**Миронов В.А.**

Миронов Вячеслав Александрович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Автомобильные дороги, основания и фундаменты» Тверского государственного технического университета (ТвГТУ). 170022, Тверь, наб. Аф. Никитина, 26.

**Горячев В.И.**

Горячев Валентин Иванович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Инженерная графика» ТвГТУ.

**Зюзин Б.Ф.**

Зюзин Борис Федорович, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Торфяные машины и оборудование» ТвГТУ, zbfu@yandex.ru

**ТОРФ В ПОВЫШЕНИИ  
ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ**

*Аннотация.* Сложные отношения России со странами Европейского Союза, в связи с событиями на Украине, создают угрозу снабжению населения продуктами питания. Кроме того, существует мнение, что привозные продукты менее полезны для здоровья человека, чем производимые на территории проживания. Поэтому важно развивать производство сельскохозяйственной продукции в собственной стране. Для этого в Российской Федерации имеются все необходимые условия.

*Ключевые слова:* торфоминеральные-аммиачные, торфогумусовые, бактериальные удобрения.

**Mironov V.A.**

Mironov Vyacheslav A., D.Sc., Professor, Head of the Chair of motor-roads, grounds and foundations of the Tver State Technical University. 170022. Tver, Emb. Af. Nikitin, 26.

**Gorjachev V.I.**

Gorjachev Valentin I., D.Sc., Professor, Head of the Chair of Engineering Graphics of the Tver State Technical University.

**Zyuzin B.F.**

Zyuzin Boris F., D.Sc., Professor, Head of the Chair of Peat Machinery and Equipment of the Tver State Technical University, zbfu@yandex.ru

**PEAT AS SOIL  
FERTILIZER**

*Abstract.* Difficult relations between Russia and the countries of the European Union because of the events in Ukraine create risk to supply of the population with food. In addition there is a perception that imported products are less useful to health, than domestic ones. That is why it is important to develop agricultural production in own country. Especially as for this purpose there are all conditions in the Russian Federation.

*Key words:* peat-mineral-ammonium fertilizers, peat and humus fertilizers, bacterial fertilizers.

Специалисты – аграрники убеждены, что одним из эффективных источников повышения плодородия почв является торф – уникальное и ценнейшее природное богатство, как бы специально созданное для применения в сельском хозяйстве. Использовать торф в чистом виде в качестве удобрений малоэффективно, а в некоторых случаях даже вредно [1].

Поэтому путем соответствующей переработки из торфа получают ряд ценных продуктов: удобрения, подстилку для животных и птиц, питательные грунты для парниковых и тепличных хозяйств, субстратные торфоблоки и брикеты для выращивания рассады, питательные субстраты для цветоводства [2–6]. Самым важным и ценным является производство удобрений на основе торфа.

При производстве органических удобрений большое внимание уделяется применению малоразложившегося торфа в качестве подстилки на животноводческих фермах. В этом случае торф используется наиболее рационально. Помимо получения ценнейшего органического удобрения – торфяного навоза, благодаря высокой водо- и газопогложительной способности мохового торфа, обеспечиваются благоприятные гигиенические условия для содержания и развития животных, создается мягкое, чистое и теплое ложе, способствующее повышению продуктивности скота [7].

Академик Д.Н. Прянишников, называя торф агрорудой, настойчиво рекомендовал готовить из него искусственный навоз и указывал, что «применение торфа в качестве подстилки есть путь постепенного перехода от азота торфа к азоту хлеба». Ввиду больших запасов торфа в России эта мера, по его мнению, должна иметь государственное значение.

Без сомнения, можно утверждать, что торф, пропущенный через животноводческие фермы и птицефабрики, становится одним из главных компонентов полноценных органических удобрений, позволяющих повышать продуктивность пашни. При этом торфоподстилочный навоз также улучшает экологию окружающей среды.

Важную роль в повышении урожайности сельскохозяйственных культур и защите окружающей среды от загрязнения играют торфонавозные компосты.

По данным Института удобрений (ВИУА), торфонавозные компосты не уступают по действию на урожай стойловому навозу.

Их приготовление в свое время прочно вошло в практику многих предприятий агропромышленного комплекса.

Торф, как правило, повышенной степени разложения, компостированный с навозом, за счет высокой поглотительной способности сохраняет от потерь жидкие экскременты и связывает аммиак, значительное количество которого в обычных условиях хранения теряется.

Под влиянием навоза снижается кислотность торфа, создаются благоприятные условия для активной жизнедеятельности микроорганизмов, которые переводят связанный азот торфа в легкодоступную для растений форму. Применение торфа для компостирования позволяет увеличить выход высококачественных органических удобрений.

Помимо торфяного навоза и компостов, широкое распространение имели удобрения, полученные промышленными торфопредприятиями на основе торфа. Торф в естественном состоянии обладает слабой биологической активностью. Для усиления ее и повышения удобрительной ценности торфа его обрабатывают аммиаком. В результате получают хорошо известные торфоаммиачные удобрения (ТАУ).

Наибольшее распространение находили торфоминерально-аммиачные удобрения (ТМАУ) полевого и заводского производства. ТМАУ – комплексные органоминеральные удобрения, в состав которых входят подвижные формы азота, фосфора и калия, а также органическое вещество торфа, часть которого после обработки аммиаком переходит в водорастворимое состояние. В ТМАУ протекают сложные химические и биохимические процессы, активно развивается микрофлора, способствующая разложению органического вещества торфа и повышению его удобрительной ценности.

В тех районах, где потребность в органических удобрениях велика, а запасы торфа ограничены, особенно важно решить проблему снижения доз торфа, вносимых в почву, за счет более глубокой его переработки.

Такие концентрированные удобрения пользуются большим спросом у населения. Это, прежде всего, различные высокоэффективные подкормки: «Экопочва» и «Фито» – для всех видов почв и грунтов, «Сад» – под плодовые, «Куст» – под ягодные травянистые и «Урожайная» – под овощные культуры. А также грунты

для выращивания рассады: «Микропарник торфяной», «Грунт для томатов», торфяной грунт «Садовая земля».

Находят свое место в сельском хозяйстве гранулированные органоминеральные комплексные удобрения на основе торфа, применение которых при посеве позволяет обеспечивать растения питательными веществами на весь вегетативный период.

Нельзя не отметить такое направление использования торфа, как приготовление на его основе различных биологически активных питательных смесей и удобрений. Речь идет о торфогумусовых удобрениях типа «Флора», «Эффектон», «Экогумус», «Супергумус», «Биаз».

«Супергумус» и «Биаз» – новинки, запатентованные в последние годы учеными ТвГТУ и ТГМА (патент RU № 2076087). Отличительной их особенностью является высокое содержание полезных микроорганизмов (бактерий), которые, как образно выражаются специалисты, исполняют роль «поваров и официантов» при приготовлении и переносе питательных веществ из почвы к растениям.

Технологический процесс (рис. 1) включает следующие основные операции: приготовление водно-торфяной суспензии, ее обработку щелочным реагентом, перемешивание смеси и добавление веществ сначала минеральных соединений, а затем чистой монокультуры БУТ (бактерии, утилизирующие торф) рода *aeromonus*.

Полученную водно-торфо-минеральную бактериальную массу в дальнейшем ферментируют при заданном температурном режиме.

Препаративные формы удобрения «Супергумус»: либо однородная торфяная паста СГ-П влажностью 77–82%, либо сыпучая смесь СГ-С влажностью 60–75% с содержанием гумуса 33–60% и важнейших элементов питания в подвижной форме (не менее): азота – 800 мг, фосфора – 900 мг, калия – 1000 мг на 100 г сухого вещества препарата.

Кроме того, в достаточных количествах для роста и развития растения в удобрении имеются кальций, магний, железо, а также необходимые микроэлементы.

Удобрение содержит селекционный штамм естественных микроорганизмов, утилизирующих недоступные растениям гуминовые вещества торфа, перерабатывая их в белки. При дальнейшей минерализации белков обеспечивается снабжение растений элементами питания в усвояемой форме и, кроме того, появляется возможность временной резервации азота и фосфора из минеральных удобрений. Селекционный бактериальный штамм идентифицирован, стандартизован по характеристикам, конкурентоспособен, имеет механизмы саморегуляции численности бактерий в почве, заряженной препаратом, что обеспечивает экологическое равновесие. Отработана технология выращивания штамма.

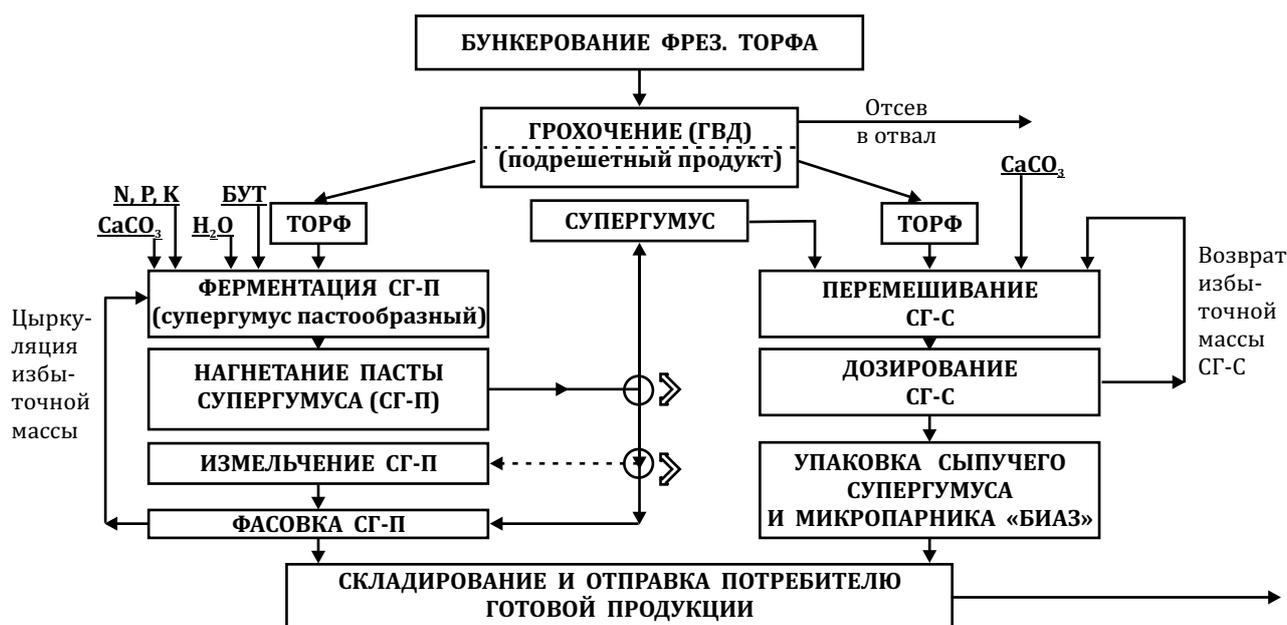


Рис 1. Схема процесса получения торфогумусового удобрения марки «Супергумус» и микропарника «Биаз»

Fig 1. Scheme of the process of obtaining of peat humic fertilizer «Supergumus» and soil «Biase»

Новое удобрение апробировано Всероссийским НИИ торфяной промышленности, Всероссийским НИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН, Центром агрохимической службы «Тверской».

Данные результатов испытания: высокое содержание органики в сухом веществе (до 80%); невысокая зольность (до 20%); почти нейтральная реакция среды; высокая физико-биологическая активность; большое содержание гумуса в сухом веществе (35–60%); высокая электропроводность, что свидетельствует о большой концентрации элементов питания в водном растворе. Препарат исключает загрязнение окружающей среды, не содержит семян сорняков и вредителей растений. Наличие солей тяжелых металлов соответствует техническим требованиям первого класса пригодности.

По всем показателям сертификата качества торфогумусовое удобрение марки «Супергумус» соответствует требованиям, предъявляемым к органическим удобрениям, и рекомендуется к реализации по своему прямому назначению в сельском хозяйстве. Особенно целесообразно использовать «Супергумус» в Нечерноземной зоне России для восполнения недостающего бактериального звена в почвенном биоценозе.

Испытания удобрения «Супергумус» при возделывании различных культур проводились в АОЗТ «Калининское» при выращивании зерновых (озимая рожь «Пуховчанка») и томатов в теплицах, а также на опытном поле учебного хозяйства Тверской государственной сельскохозяйственной академии при выращивании овощей (капуста, свекла, морковь) и картофеля.

При выращивании озимой ржи внесение «Супергумуса» в дозе 8 т/га дало прибавку урожая по зерну 33% (41,2 ц/га), контроль (хорошо удобренная почва без внесения удобрения) – 31,0 ц/га; по соломе – 37% (60,8 ц/га, контроль – 44,3 ц/га).

Наблюдения за ростом томатов и дрейфом агрохимического состава грунта при его модификации под действием внесенной микрофлоры с удобрением «Супергумус» велись с января по сентябрь 1995 года в теплице № 14. Для сравнения с традиционным способом выращивания томатов (еженедельные сбалансированные подкормки растений минеральными удобрениями) были выбраны теплицы № 12 и № 49.

Все теплицы имели по 1000 м<sup>2</sup> полезной площади, примерно одинаковый микроклимат и близкие исходные физико-химические свойства почвы. Раз в месяц контролировалось содержание в грунте питательных элементов по действующему веществу.

На основании этого рассчитывались и вносились в теплицы 12 и 49 различные минеральные удобрения. В теплице 14 при формировании исходного грунта в январе было внесено 100 кг аммиачной селитры и 58 кг кальциевой селитры. В последующем (февраль–июль) вносилось только удобрение «Супергумус» дозами 50–100 кг в месяц.

Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что в теплице № 14 урожай в 1,4–1,7 раза выше по сравнению с другими. При этом удельные затраты на удобрения меньше в 4–5 раз.

Таким образом, торфогумусовое бактериальное удобрение «Супергумус» выгодно отличается от минеральных удобрений.

**Табл. 1.** Урожайность томатов после внесения удобрений и затраты на удобрения

**Table 1.** Yields of tomatoes after fertilization and the cost of fertilizer

№№ теплицы	Всего внесено удобрений, содержащих N, P, K, Ca, Mg, кг	Стоимость удобрений, тыс. руб. (в ценах на июнь 1995 г.)	Общий урожай томатов, кг	Удельные затраты на удобрения, тыс. руб./т томатов
№ 14	568 (410 кг «Супергумуса»)	568	10926	53
№ 12	782	1686	6423	263
№ 49	963	2110	7608	277

В 1995–1997 годах кафедрой растениеводства ТГСХА проведены испытания торфогумусового бактериального удобрения «Супергумус» препаративных форм – пастообразного и сыпучего, полученных по технологии, разработанной сотрудниками ТвГТУ и ТГМА.

Пастообразный «Супергумус» содержит важнейших элементов питания в подвижной форме: азота – 1175 мг, фосфора – 1900 мг, калия – 3010 мг на 100 г сухого вещества, сыпучий – в 1,3–1,4 раза меньше.

Кроме этого в достаточных количествах для роста и развития растений в удобрении имеются: калий, магний, железо и другие необходимые микроэлементы. «Супергумус» обла-

дает нейтральной реакцией среды и высокой физико-биологической активностью. В сухом веществе содержится 37–60% гумуса.

Полевые опыты производились на хорошо окультуренной дерново-подзолистой остаточно-карбонатной почве на марене супесчаной по механическому составу в учхозе ТГСХА. Агрохимическая характеристика почвы под овощными культурами: рН – 6,6;  $P_2O_5$  – 590 и  $K_2O$  – 170 мг в 1 кг почвы.

Использовали семена моркови сорта Перфекшен, свеклы сорта Бордо. Капусту высаживали рассадой среднеспелого сорта Слава.

В почве перед закладкой опыта по выращиванию картофеля (сорт Луговской) содержалось:  $P_2O_5$  – 260 мг,  $K_2O$  – 201 мг, азота легкогидролизуемого – 56 мг в 1 кг почвы, рН – 6,5.

Исследования проводились с целью определения эффективности удобрения, доз и способов внесения «Супергумуса» по сравнению с навозом КРС. В соответствии со схемой опытов органические удобрения вносились и заделывались боронованием в слой почвы до 15 см в дозах: 50 т/га навоза КРС и по 3,0–6,0–6,0 (локально в лунку) – 9,0–12,0–15,0 т/га «Супергумуса». На контрольных делянках удобрение не вносилось.

На основании исследований органического торфогумусового бактериального удобрения «Супергумус» получены следующие важные выводы:

1. «Супергумус» в пастообразной и сыпучей препаративной форме является эффективным органическим удобрением для выращивания картофеля и овощей. При рациональных дозах и способах внесения может обеспечить увеличение урожаев в 1,4–2,0 раза по сравнению с контролем.
2. Внесение «Супергумуса» в количестве 6–9 т/га вразброс по эффективности равноценно и даже выше внесения в почву 50 т/га навоза.
3. При выращивании картофеля и капусты производству рекомендуется способ локального внесения «Супергумуса» в дозе 6 т/га. Такое внесение позволяет получать высокие урожаи и значительно экономить удобрения и другие материальные ценности.
4. Сыпучий «Супергумус» является более перспективным органическим удобрением в сельскохозяйственном производстве. Эффективность его не меньше, а тех-

нологичность лучше, чем пастообразного «Супергумуса».

5. «Супергумус» является хорошим заменителем навоза. Однако вносить его требуется в 5–8 раз меньше, чем навоза. Это дает возможность проводить весенне-полевые работы по подготовке почвы в сжатые сроки, не снижая урожайности выращиваемых культур, а также сократить расход горючего, потребности в технических средствах и в трудовых ресурсах.
6. Исследования носят универсальный характер, что позволяет рекомендации, выданные на их основе, использовать во всех регионах Нечерноземной зоны России.

Удобрения рекомендуется применять для основной заправки почвы, для подкормки растений в период плодоношения, для приготовления питательного грунта. Внесение других удобрений не требуется.

Можно привести еще ряд эффективных удобрений, получаемых путем переработки торфа.

Однако вполне очевидно, что основным источником пополнения в почве гумуса, наряду с навозом, может быть только торф – одно из крупнейших богатств России.

Это настоящий «клад солнца» [8]. Полезную роль торф играл в прошлом, еще большее значение он приобретает сейчас.

Дело за тем, чтобы имеющийся природный потенциал был использован в интересах экономического роста нашей Родины.

### Библиографический список

1. *Наумович, В.М.* Торф и минеральные удобрения / В.М. Наумович // Торфяная промышленность. – 1989. – № 10. – 26 с.
2. *Ефимов, В.Н., Донских, И.Н., Кузнецова, Л.М.* и др. Торф в сельском хозяйстве Нечерноземной зоны: Справочник. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.
3. *Тишкович, А.В.* Использование торфа в сельском хозяйстве / А.В. Тишкович. – Минск: Наука и техника, 1984. – 200 с.
4. *Крестин, И.В.* Проблемы земледелия и торф / И.В. Крестин, Н.В. Севелев, А.А. Немчинов // Торф. пром-ть. – 1989. – № 3. – С. 6–9.
5. *Севелев, Н.В.* Экономические аспекты использования торфа / Н.В. Севелев // Использование торфа в сельском хозяйстве: Сб. науч. докл. сов. – СПб: ВНИИТП, 1991. – С. 39–44.

- 
6. *Хохлов, В.И.* Ресурсы торфа и их использование для производства органических удобрений / В.И. Хохлов // Бюллетень ВНИИ удобрений и агропочвоведения. – 1991. – Вып. 107.
  7. *Наумович, В.М.* Торф – надежный источник подъема сельского хозяйства Нечерноземья / В.М. Наумович. – М.: Недра, 1982. – 47 с.
  8. *Оленин, А.С.* Клад солнца / А.С. Оленин, В.Д. Марков. – М.: Мысль, 1983. – 109 с.

УДК 622.331:624:551.49

**Гамаюнов С.Н.**

Гамаюнов Сергей Николаевич, профессор кафедры торфяных машин и оборудования (ТМО) ТвГТУ, д. т. н. sng61@mail.ru

**ФОРМИРОВАНИЕ  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
ИННОВАЦИОННОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ  
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ  
ТОРФЯНОЙ ОТРАСЛИ**

*Аннотация.* Современное торфяное производство испытывает на себе воздействие усиленной конкуренции, страдает от ограниченности ресурсов, и важным условием обеспечения его стабильности и устойчивого развития является инновационный характер процесса его воспроизводства.

*Ключевые слова:* торфяная отрасль, торфопредприятие, инновационная деятельность, инвестиции, инновации, конкурентоспособность

**Gamayunov S.N.**

Gamayunov Sergey N., Professor of the Chair of Peat Machinery and Equipment of the Tver State Technical University. sng61@mail.ru

**FORMATION  
OF INNOVATION  
GOVERNANCE  
FOR ENTERPRISES  
OF PEAT INDUSTRY**

*Abstract.* Modern peat production is affected by increased competition and possesses limited resources. Innovations are the important condition of ensuring the stability and sustainable development of peat industry.

*Key words:* peat industry, innovation, investment, competitiveness

**П**редприятиям, связанным с добычей или переработкой торфа, для того чтобы существовать, следует поддерживать высокий уровень конкурентоспособности. Одним из важнейших инструментов повышения конкурентоспособности бизнеса сегодня выступает инновационная деятельность [1].

Периодическое оживление торфяного бизнеса в ряде регионов страны вызвано в основном конъюнктурными факторами, имеющими преходящий характер. Торфяная отрасль относится к отраслям традиционного направления, для которых характерны высокая трудоемкость и активное использование сырья, которые страдают от проблемы избыточных производственных мощностей. Результатом становится высокий рост цен и низкая норма возврата инвестиций. Издержки и внутренние цены основных энергоносителей растут опережающими темпами. Степень физического износа основных фондов, в связи с низким уровнем обновления материально-технической базы, также возрастает. С помощью таких фондов трудно производить конкурентоспособную продукцию. Кроме того, опережающий рост заработной платы по сравнению с производительностью труда имеет свои пределы. В связи с этим на первый план выходит задача поиска и использования долгосрочных внутренних факторов экономического роста. Известно, что конкурентные преимущества высокого порядка определяются в первую очередь производительностью и инновациями [2].

Применительно к торфяной отрасли инновационный процесс представляет собой превращение конкретных технических и технологических разработок в новые технологии и доведение их до производства с целью получения качественно новой продукции или усовершенствованной организационно-производственной системы. В торфяной отрасли инновационное развитие – это, прежде всего, разработка и внедрение систем добычи и переработки торфа, основанных на принципиально новых способах природопользования и ресурсосбережения, физико-химических и биологических приемах повышения характеристик торфа [3].

Наиболее очевидными проблемами торфяной промышленности нашей страны являются:

- отсутствие четкого определяющего места торфа и торфяных месторождений в федеральном законодательстве страны;

- отсутствие внятной политики по отношению к торфяным предприятиям относительно платежей за пользование природными ресурсами и земельного налога;
- последствия сложной экономической ситуации в стране, сложившейся в условиях перехода к рыночным отношениям, которая начала формироваться в начале 1990-х годов, а также смена предпочтений и ориентиров (в том числе государственных) в пользу других секторов народного хозяйства путем отказа от продукции торфопредприятий;
- высокая степень износа оборудования и малозначительное обновление парка современными машинами вследствие отсутствия необходимых средств у предприятий для их закупки, ремонта и модернизации;
- постоянно растущие цены на топливо, горюче-смазочные материалы, запчасти для машин и оборудования;
- низкий спрос на продукцию, который также вызван недостатком стратегических исследований рынка для поиска новых возможностей реализации своей продукции, бизнес-планирования, серьезных инвестиций в производство;
- недостаток профессиональных кадров на торфопредприятиях вследствие нестабильности экономического состояния предприятий отрасли за последние десятилетия и сокращения подготовки кадров для предприятий торфяной отрасли, а также вследствие оттока трудоспособного населения в поисках более стабильной и высокооплачиваемой работы;
- отсутствие свободных финансовых ресурсов у предприятий не дает возможностей для стимулирования роста исследовательских изысканий и финансирования научных проектов.

Основная часть руководителей предприятий торфяной отрасли, находящихся близко к банкротству, искренне считают причиной своего слабого экономического состояния высокие налоги, разрыв старых связей, дороговизну кредитов, отсутствие дотаций государства и еще много других не зависящих от них обстоятельств. Редко кто пытается искать причину тяжелого состояния своих предприятий в собственных ошибках, просчетах и неумении вести дело, в низкой квалификации персонала и т. п. Примерно так же рассматривают ситуацию и добросовестные инвесторы,

купившие торфопредприятия и безуспешно пытающиеся исправить положение с помощью различной величины финансовых инъекций – инвестиций.

Многочисленные неудачи технологического менеджмента предприятий торфяной отрасли в реализации инвестиционных решений (а успех предпринимательства зависит, прежде всего, от умения управлять инвестициями) делают весьма актуальным поиск ответа на вопрос, почему планируемый и ожидаемый результат не был получен. Неэффективные капиталовложения – это не только истраченные впустую ограниченные ресурсы, что, при остром дефиците у предприятий оборотных средств, значительно увеличивает количество проблем. Кроме того, неэффективные капиталовложения – это еще и негативная информация для потенциальных инвесторов, сигнал о наличии чрезмерных рисков и опасности инвестирования в хозяйственную деятельность.

Особенность инвестирования в условиях России состоит в том, что это не просто способ финансирования очередного проекта по созданию нового продукта, увеличению объемов производства либо освоению инновационной технологии, где применима простая схема: посчитал, спланировал, «запустил» в реализацию и остается только контроль. Почти всегда это восстановление утраченных торфопредприятием способностей воспроизводить свой производственный потенциал, капитал. Риск неполучения планируемого результата увеличивается еще и необходимостью реорганизовывать систему управления предприятием, приводя ее в соответствие с условиями рыночного распределения ресурсов. То есть реализация инвестиционного проекта на большинстве предприятий торфяной отрасли – системный процесс реформирования фирмы, предполагающий, для того чтобы иметь положительный результат, выполнение ряда начальных условий и понимание принципов и правил ведения бизнеса. Этот процесс всегда имеет очень непростую структуру и несколько разнородных по содержанию этапов осуществления. Разнородность связана с необходимостью восстановления эффективного функционирования различных блоков организационной структуры фирмы, в частности, производственного блока и блока маркетинга и сбыта, блока опытно-конструкторских разработок и блока подготовки производства, блока матери-

ально-технического снабжения и блока управления персоналом и т. п.

Другая особенность – сегодня большинство руководителей торфопредприятий воспринимают инвестиции со стороны как бесплатные или дешевые деньги для насущных нужд и немного по целевому назначению. Практически все руководители пытаются решать проблему отсутствия оборотных средств известными им старыми способами – поиском денег где угодно и независимо от их цены и условий привлечения. Очень немногие из них рассматривают возможность радикального пересмотра способов ведения бизнеса, целенаправленного снижения затрат и увеличения продаж. Следовательно, инвестиции со стороны воспринимаются, как способ профинансировать то, что есть, а по существу, они нужны для покрытия постоянных издержек. Никто из руководителей серьезно не задумывается над проблемой возврата денег, а, следовательно, по поводу эффективности их использования или возможности получения дохода от капиталовложений. Риски инвестирования в этих условиях многократно возрастают, но почти непреодолимыми их делает специфическая структура распределения собственности на торфопредприятиях. Однако это не ставит под сомнение принципиальную возможность эффективно инвестировать в инновационное производство в предприятия торфяной отрасли.

Инвестор всегда хочет иметь гарантии возвратности вложений с минимальной доходностью, учитывающей величину риска. Для этого он, прежде всего, должен очень хорошо знать того, кому он дает деньги, и является ли это лицо или группа лиц реальным распорядителем имущества предприятия, то есть способен ли этот распорядитель нести ответственность перед инвестором за полученные средства.

Инвестиции – элемент ведения бизнеса на инновационных предприятиях торфяной отрасли. Хотя важный, в значительной мере определяющий, но элемент. Потому готовность к освоению инвестиций связана, прежде всего, с необходимостью восстановления способности предприятия наращивать капитал, то есть расширенно воспроизводить производительный потенциал, а также с некоторыми особенностями российской экономики: достаточно слабым развитием институтов финансового рынка, относительной обособленностью локальных товарных рынков и т. п.

Имеется достаточно много примеров неудач в попытках восстановить поток доходов с помощью инвестиций, в первую очередь, связанных с недооценкой необходимости реорганизации системы управления и осуществления контроля над использованием ресурсов торфопредприятия.

Управление бизнесом на предприятии торфяной отрасли как предприняемым делом – это управление маркетингом, инвестициями, затратами и финансированием. Успех в бизнесе обеспечивается, прежде всего, умением создавать ценность для потребителей. И если при разработке нового продукта это обстоятельство не учитывается или не имеет должного внимания, то такая разработка – излишняя суета и пустые хлопоты, даже если этот новый продукт и обеспечивает загрузку свободных производственных мощностей. Определенность с рынком, с тем, что для потребителей представляет ценность, дает цель и смысл инвестированию.

Инновационный процесс в торфяной отрасли, как совокупность создания и хозяйственного освоения новых средств производства и технологий, обладает рядом отличительных особенностей по сравнению с другими отраслями хозяйственной деятельности нашей страны. Эти особенности порождены природой торфяного производства, его зависимостью от природно-климатических и погодных условий, территориальной неоднородностью. Торфяная продукция отличается относительным однообразием и практически полным отсутствием возможности для создания новой продукции. Все это обуславливает зональные различия в масштабах и темпах освоения новых средств производства и технологий.

Вопросы технического развития на большинстве торфопредприятий не просто не решаются, но даже не ставятся. Невозможно без значительного обновления продукции и технологий производить продукцию, которая по совокупности параметров устраивала бы потребителей. Для их решения необходим стратегический анализ, то есть организованный процесс сбора значимой для деятельности предприятий информации, характеризующей как внешнюю среду (товарные, финансовые рынки, рынок рабочей силы и т. п.), так и их внутреннее состояние. Целью этого анализа должно быть изучение возможностей и угроз, сильных и слабых сторон. Такая работа на торфопредприятиях обычно не ведется. Кроме

того, отсутствуют какие-либо систематизированные и упорядоченные маркетинговые процедуры по выбору к выпуску новой продукции. Если где и вводятся новые продукты, то они ставятся на производство без должного изучения ситуации, исследования проблем потребителей и возможностей конкурентов. Отсутствие маркетинговых исследований, а следовательно, представление того, что на самом деле нужно рынку, нежелание и неумение, хотя бы в упрощенной форме, рассчитывать последствия инвестирования привели многие торфопредприятия к состоянию, близкому к банкротству.

Обычно идея производства новой продукции созревает у руководства торфопредприятия на основании изучения специальной литературы, участия в выставках, общения с коллегами, и иногда – изучения рынка. Объем работы по исследованию технической и маркетинговой информации может быть весьма значительным и часто непосильным для персонала предприятия. Поэтому консультации внешних специалистов по этим вопросам им жизненно необходимы.

Выпуск принципиально новой для торфопредприятия продукции ведет к необходимости приобретения и нового оборудования, то есть к значительным финансовым затратам. Но и такую новую продукцию необходимо разрабатывать. И на действующем оборудовании можно организовать разработку принципиально новой для организации продукции.

Экономическое обоснование разработки и производства новой продукции делается в основном в виде бизнес-планов, которые делаются там, где рассчитывают на получение внешних средств (кредитов, финансирования программ). Однако отношение к бизнес-планам у большинства руководителей торфопредприятий скептическое, так как часто, как они считают, усилия по их составлению ни к чему не приводят.

Сокращение издержек производства – достаточно широкая экономическая проблема. Все типы инноваций, проводимых на предприятиях торфяной отрасли, включая и организационные, тем или иным образом предполагают получение некоторого экономического эффекта от своего внедрения, направлены на снижение затрат торфопредприятий на производство продукции: экономию сырья и материалов, электро- и теплоэнергии, затрат на управление предприятием и продвижение

продукции на рынок. Конкретные пути снижения себестоимости новой продукции для торфопредприятий те же, что и для фирм других отраслей: использование более дешевого сырья, поиск сравнительно дешевых технологий производства продукции, экономия энергоресурсов, воды, тепла и т. п., экономия труда (увеличение функций на одном рабочем месте и норм выработки).

Распространено мнение, что основным направлением стимулирования инновационного развития является обновление основных фондов и, прежде всего, технического парка. Против этого, казалось бы, трудно что-либо возразить. Однако так усилив производственно-технологический потенциал торфопредприятия, и не затронув в той же мере другие его части, получают, как правило, омертвление финансовых средств. Поэтому инновационные процессы требуют инициативного, высококвалифицированного работника, глубоко вовлеченного в процесс принятия решений. Эта вовлеченность способствует мобилизации творческого потенциала рабочей силы и ведет к ускорению инноваций.

Торфопредприятия интегрируются в отечественное хозяйственное пространство, в котором существует острая как горизонтальная, внутриотраслевая, так и, в особенности, вертикальная и межотраслевая конкуренция. Занять достойное место в такой подвижной среде можно только при условии, когда торфопредприятие последовательно и неуклонно развивает инновационную деятельность. Как отмечалось, в настоящее время большинство предприятий торфяной отрасли инновационную деятельность осуществляют фрагментарно при решении частных вопросов технологического менеджмента. Однако следует внедрять и другие виды инновационной деятельности: организационные, кадровые, коммерческие, продуктовые и др., а для этого необходимо разрабатывать инновационную программу предприятия.

Инновационная программа представляет собой систему инновационных проектов, увязанных по ресурсам, исполнителям и срокам их осуществления, которая обеспечивает эффективное решение задач по освоению и распространению инноваций [4].

Понимание многогранности и многофункциональности характера инновационной деятельности является исходной теоретической посылкой научного подхода к выявлению

его сущности. Под инновационной деятельностью в торфяной отрасли следует понимать выполнение работ или оказание услуг, направленных:

- на применение структурных, финансово-экономических, кадровых информационных и иных инноваций (нововведений) при выпуске и сбыте продукции (товаров, работ, услуг), обеспечивающих экономию затрат или создающих условия для таковой экономии;
- создание и применение новых или модернизация существующих способов (технологий) ее производства, распространения и использования;
- создание и организация производства принципиально новой или с новыми потребительскими свойствами продукции.

Существуют различные подходы к формированию инновационной программы предприятия [5].

Формировать инновационную программу целесообразно, когда проекты можно объединить единой целью, а затраты на реализацию отдельных инновационных проектов больше затрат на реализацию тех же проектов, но объединенных в программу, и ее реализация способна обеспечить более высокий и устойчивый экономический эффект, чем реализация проектов по отдельности. Тогда реализация инновационной программы будет более эффективна для достижения поставленной общей цели, чем выполнение отдельных проектов, а также снижение доходности отдельных проектов будет компенсироваться ростом доходности других инновационных проектов. Кроме того, затраты на устранение сопротивления персонала для общей программы будут меньше, чем для всех проектов по отдельности. Только при соблюдении отмеченных наблюдений инновационные проекты целесообразно объединять в общую программу развития предприятия.

Таким образом, в современных условиях конкурентоспособность предприятий торфяной отрасли на рынке зависит от возможностей преобразования ключевых процессов организации в стратегические инициативы, нацеленные на как можно более полное удовлетворение требований потребителей, и вообще, на гибкое отслеживание и прогнозирование изменений в конъюнктуре рынка.

За последние десятилетия все острее проявляются проблемы в социальной сфере внегородской местности в различных регио-

нах страны, которые ставят под угрозу позитивные явления в развитии там малого бизнеса [6]. В ходе проведенного комплексного обследования населенных пунктов, которые ранее были связаны с предприятиями по добыче торфа, выявлен ряд особенностей, характерных для социальной сферы торфяной отрасли Тверской области:

- высокий уровень оттока населения, и прежде всего молодежи, в города;
- предельно низкий уровень естественного прироста населения;
- неуклонное приближение среднего возраста населения к пенсионному возрасту;
- отсутствие у молодежи мотивации для работы на торфопредприятиях.

Данная ситуация обусловлена низким уровнем доходов населения, неразвитостью системы рынка жилья, низким уровнем социально-бытового и медицинского обеспечения, слабо развитой дорожно-транспортной инфраструктурой.

Преодоление социально-экономического кризиса в торфяной отрасли напрямую зависит от эффективности развития малого бизнеса [7]. Активизация малого бизнеса оказывает существенное влияние на политическую, экономическую и социальную стабильность общества, поскольку он способствует насыщению потребительского рынка товарами, расширению конкуренции, росту занятости, социальному развитию в поселковой местности, а главное – преодолению разрушительных процессов и деградации внегородских территорий.

При обосновании направлений и путей реализации факторов повышения эффективности функционирования и развития торфопредприятий необходимо исходить из того, что решение указанной проблемы требует применения действенного экономического механизма, основанного на сочетании государственного регулирования и саморегулирования производителей продукции на основе торфа, в частности малых предприятий. Направления по повышению эффективности развития и функционирования предприятий малого бизнеса должны реализовываться на двух уровнях: макро- и микроэкономическом.

Существенным направлениями возможной государственной поддержки [8] становления и регулирования развития предприятий торфяной отрасли в области совершенствования нормативно-правовой базы, земельных отно-

шений, кооперации, финансово-кредитной системы, информационно-консультационного обслуживания и других сфер являются:

- всестороннее содействие развитию кооперации малых торфопредприятий, особенно в части совместного использования техники (например, по ремонту полей) и сбыта продукции, материально-технического обеспечения и инженерно-технического обслуживания;
- практическая реализация принципа равенства всех форм хозяйствования при оказании государственной поддержки торфяным товаропроизводителям в финансово-кредитной и инвестиционной сферах;
- обеспечение необходимых стартовых условий для вновь образуемых предприятий торфяной отрасли;
- расширение приобретения материальных ресурсов торфопредприятиями на условиях лизинга;
- оказание финансовой поддержки в создании производственной инфраструктуры торфопредприятий и их объединений;
- содействие в создании системы кредитной кооперации путем оказания помощи в формировании паевых фондов и предоставления кредитных ресурсов;
- осуществление льготного кредитования малых торфопредприятий, в особенности в части сезонных затрат;
- финансирование целевой подготовки и повышения квалификации кадров для предприятий торфяной отрасли в сельскохозяйственной местности;
- изменение налогового законодательства в части сокращения количества налогов и снижения налоговых ставок в целях стимулирования торфопредприятий по расширению товарного производства;
- развертывание информационно-консультационной службы с целью оказания помощи и услуг товаропроизводителям в освоении достижений научно-технического прогресса, ресурсосберегающих технологий, для осуществления мероприятий по охране окружающей среды, маркетинга, экономики, организации учета, социальной и юридической защиты;
- стимулирование научных исследований в области торфяного дела: организационно-экономических, учетно-финансовых, правовых, технических, технологических и социальных проблем развития и др.

Решение указанных задач на макроэкономическом уровне положительно скажется на всех сторонах ведения торфяного производства, в том числе и на развитии малых предприятий. Вместе с тем при любом состоянии указанных макроэкономических факторов для обеспечения высокой эффективности развития малых торфопредприятий необходимо задействовать всю систему внутривладельческих резервов результативности производства.

Важнейшими условиями повышения экономической эффективности функционирования малых торфопредприятий являются установление рациональных параметров их производственных структур, правильный выбор специализации переработки торфа в зависимости от добываемого сырья и направления развития в зависимости от природно-экономических факторов и складывающейся конъюнктуры рынка.

Ключевым конкурентным преимуществом предприятий торфяной отрасли в Тверском регионе является наличие в нем многопрофильного научно-образовательного комплекса, который способен обеспечить разработку и внедрение современных технологий мирового уровня на существующих и создаваемых предприятиях Тверской области. Высшие учебные заведения области готовят специалистов высокой квалификации по всем необходимым специальностям для ведения высокотехнологичного бизнеса.

В этих условиях эффективность региональной научно-технической политики в значительной степени зависит от того, насколько правильно выбраны ориентиры развития, каковы механизмы выбора технологических приоритетов и какие инструменты используются для их реализации [9].

Мировой опыт показывает, что инфраструктура поддержки инновационного бизнеса является реальным инструментом позитивного влияния власти на региональное экономическое развитие [10]. Инновационное развитие Тверской области в долгосрочной перспективе должно сопровождаться переходом региональной экономики к развитию наукоемких отраслей, основанных на новых передовых технологиях и знаниях. Выбор такой стратегии определяется высоким научным и инновационным потенциалом области, где расположены научно-исследовательские и опытно-конструкторские организации. В последнее время отмечается рост числа малых

предприятий, занятых в инновационной сфере. Большое значение имеет высокий уровень квалификации человеческих ресурсов и активность межсекторного взаимодействия промышленности, малого инновационного бизнеса и науки [11].

За счет технических и организационно-управленческих инноваций малые предприятия торфяной отрасли Тверской области [12] создают и удерживают ключевые компетенции (знания, навыки, связи и др.), которые определяют их конкурентные преимущества.

Следует также помнить, что одна из составляющих успешного развития торфяной отрасли в большей степени определяется эффективностью практического воплощения в жизнь личностных характеристик работников, специалистов и руководителей торфопредприятий: уровня образования и профессиональной компетенции, способности к предпринимательству и инициативы, состояния здоровья и возраста, интеллектуальных и социальных качеств человека.

Качество подготовки специалистов находится в прямой зависимости от условий, которые создаются в регионе для раскрытия и использования системы подготовки потенциальных возможностей и способностей работников торфопредприятий в процессе трудовой деятельности. Важнейшими качествами специалиста становятся профессиональная гибкость и мобильность, готовность учиться на протяжении всей жизни. Одной из главных задач является обеспечение качества образования на основе сохранения его фундаментальности и непрерывности, соответствия перспективным потребностям личности и общества. От уровня развития профессионально-квалификационного потенциала коллектива торфопредприятия зависит успешное решение важнейших производственно-экономических и социальных задач, стоящих перед ним.

Задачи развития системы современного образования специалистов торфяной отрасли необходимо решать путем консолидации интеллектуальных, финансовых и материальных ресурсов в рамках саморазвивающихся организационных структур, таких, например, как ассоциации, союзы, учебно-производственные комплексы, технопарки и др. Формирование профессиональной компетентности будущих специалистов требует внедрения в образовательные учреждения, связанные с подготовкой специалистов торфяной отрасли,

новых педагогических технологий, реализуемых в условиях интеграции образования, науки и производства.

Необходимы специально подготовленные партнеры по оказанию достаточно новой на промышленном рынке услуги – доведение до ума практически любого продукта, включающее в себя совершенствование технической части продукта, дальнейшее позиционирование, а также комплекс маркетинговых мер по выведению его на рынок.

На некоторых успешных торфопредприятиях, которые приняли на вооружение современные тренды менеджмента, уже трудятся менеджеры по продукту, которые совместно с подразделением маркетинга и занимаются усовершенствованием существующих товаров и готовят базу для выпуска новых продуктов. Хороший менеджер по продукту должен уметь работать с большим объемом различной информации, оперативно ее анализировать, делать выводы и принимать решения, а также обладать системным мышлением и аналитическим складом ума. Он должен уметь грамотно наладить обмен всей необходимой информацией по продукту между участвующими в процессе подразделениями: отделами маркетинга, разработки, производства, логистики, продаж, финансовым. Как показывает практика, обычно это большей частью технические специалисты смежных отраслей, развившие собственные маркетинговые навыки.

Таким образом, сложившаяся ситуация в торфяной отрасли обуславливает необходимость поиска как внешних, так и внутренних возможностей повышения эффективности деятельности предприятий по добыче торфяного сырья и производства разнообразной продукции на его основе. Одним из основных факторов, способствующих инновационному развитию, является присутствие надежно работающей инновационной инфраструктуры.

#### Библиографический список

1. *Гамаюнов, С.Н.* Пути эффективного управления бизнесом на предприятиях торфяной отрасли: монография / С.Н. Гамаюнов, Б.Ф. Зюзин. – Тверь: ТГТУ, 2011. – 128 с.
2. *Борисова, И.С.* Основы инновационного развития предприятий / И.С. Борисова //

Известия ПГПУ им. В.Г. Белинского. – 2011. – № 24. – С. 225–229.

3. *Гамаюнов, С.Н.* Латеральный маркетинг как альтернативная инновационная стратегия развития предприятий торфяной отрасли / С.Н. Гамаюнов // Труды Инсторфа: научный журнал. – 2012. – № 3 (56). – С. 53–59.
4. *Мингалева, Ж.А.* Формирование инновационной конкурентоспособности хозяйствующих субъектов / Ж.А. Мингалева, О.С. Гайфутдинова. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2007. – 317 с.
5. *Касс, М.Е.* Формирование стратегии инновационного развития предприятия на основе управления нематериальными активами: монография / М.Е. Касс. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2011. – 159 с.
6. *Полетаев, В.Э.* Государство и бизнес в России: инновации и перспективы: монография / В.Э. Полетаев. – М.: ИНФРА-М, 2012. – 282 с.
7. *Гамаюнов, С.Н.* Совершенствование средств механизации малотоннажной добычи торфа / С.Н. Гамаюнов, А.Н. Гамаюнова // Известия вузов. Горный журнал. – 2014. – № 1. – С. 4–12.
8. *Ильчиков, М.З.* Проблемы инновационного развития экономики России. Теоретические аспекты: монография / М.З. Ильчиков. – М.: КНОРУС, 2014. – 122 с.
9. *Инновационное развитие: экономика, интеллектуальные ресурсы, управление знаниями* / Под ред. Б.З. Мильнера. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 624 с.
10. *Медведев, В.П.* Инновации как средство обеспечения конкурентоспособности организации / В.П. Медведев. – М.: Магистр: ИНФРА-М, 2011. – 160 с.
11. *Мисников, О.С.* Перспективные направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в Восточно-Европейском институте торфяного дела / О.С. Мисников // Всероссийский торфяной форум 27-28.04.2011: сб. материалов форума. – М.: Ассоциация менеджеров, 2011. – С. 73.
12. *Женихов, Ю.Н.* Торфяные ресурсы Тверской области: сохранение, использование и возобновление: монография / Ю.Н. Женихов, В.И. Суворов, В.В. Панов. 2-е изд., перераб. и доп. – Тверь: ТГТУ, 2011. – 116 с.

УДК 622.73.002.5

**Горфин О.С.**

Горфин Олег Семенович, к. т. н., профессор кафедры торфяных машин и оборудования Тверского государственного технического университета. 170023, Тверь, ул. Академическая, 12.  
gorfin.oleg@yandex.ru

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ  
ГЛУБОКОЙ УТИЛИЗАЦИИ  
ТЕПЛА ДЫМОВЫХ  
ГАЗОВ ПОВЕРХНОСТНОГО  
ТИПА НА ПРИМЕРЕ  
СЖИГАНИЯ ФРЕЗЕРНОГО  
ТОРФА**

*Аннотация.* Преимуществом предлагаемого устройства для утилизации тепла дымовых газов является регулирование временем передачи теплоты от среды горячих дымовых газов охлаждающей жидкости изменением скорости ее перемещения с помощью шибера. Расход охлаждающей жидкости зависит от ее температуры. Утилизированная теплота парообразования влаги топлива передается охлаждающей воде, которая без дополнительной обработки используется в паротурбинном цикле.

*Ключевые слова:* утилизация тепла, торф, дымовые газы

**Gorfin O.S.**

Gorfin Oleg S., Ph.D., Professor of the Chair of Peat Machines and Equipment of the Tver State Technical University. 170023, Tver, Academicheskaya st., 12.  
gorfin.oleg@yandex.ru

**DEVICE OF THE  
SURFACE TYPE FOR  
DEEP UTILISATION  
OF HEAT FROM  
COMBUSTION ON THE  
EXAMPLE OF BURNING  
OF MILLED PEAT**

*Abstract.* Advantage of the offered device for utilization of heat of combustion gases is regulation of time of transfer of heat from the hot combustion gases to the cooling liquid by means of the change of speed of flowing the liquid with a shiber. The discharge of the cooling liquid depends on its temperature. The utilized heat of evaporation of water containing in fuel is transferred to the cooling water which is used without additional processing in a steam-turbine cycle.

*Key words:* heat recovery, peat, combustion gases

Утилизация тепла дымовых газов является одной из важнейших задач энергосбережения, рационального расходования тепла и топлива. Главным недостатком тепловых электростанций, в связи с которым стоит вопрос о возможности их использования, являются тепловые выбросы в атмосферу. Наиболее перспективным решением этой проблемы является применение различных теплоутилизаторов, особенно таких конструкций, в которых осуществляется глубокое охлаждение дымовых газов.

На газифицированных котельных потери теплоты с уходящими газами при расчете по высшей теплоте сгорания топлива достигают 25%. При работе на твердом топливе повышенной влажности – угле, сланцах, торфе – потери теплоты еще более значительны.

Использование конденсационных теплоутилизаторов, в которых происходит охлаждение дымовых газов ниже точки росы, позволяет утилизировать скрытую теплоту конденсации водяных паров влаги применяемого топлива.

Наибольшее распространение получили контактные и поверхностные теплоутилизаторы. Контактные теплообменники широко распространяются в промышленности и энергетике (скрубберы, градирни) в связи с простотой конструкции, малой металлоемкостью, высокой интенсивностью теплообмена. Но они имеют существенный недостаток: загрязнение нагреваемой воды в связи с ее контактом с продуктами сгорания – дымовыми газами.

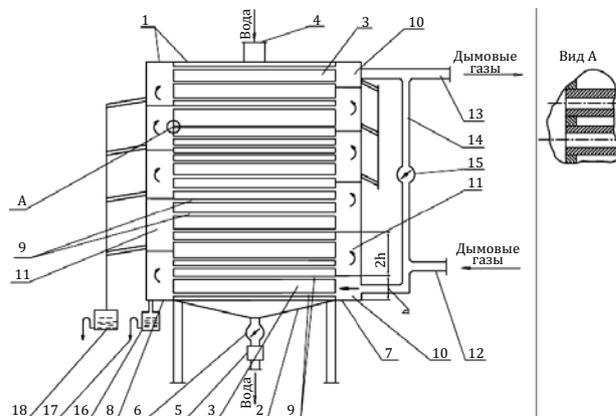
В этом отношении более привлекательны поверхностные теплоутилизаторы, в которых нет непосредственного контакта продуктов сгорания и нагреваемой жидкости, недостатком которых является сравнительно низкая температура нагрева жидкости, равная температуре мокрого термометра (50...60 °С).

Достоинства и недостатки существующих теплоутилизаторов широко освещены в специальной литературе [1, 2].

Эффективность поверхностных теплоутилизаторов можно существенно повысить, изменив способ теплообмена между средой, отдающей теплоту и ее воспринимающей, как это сделано в предлагаемой конструкции теплоутилизатора.

Схема теплоутилизатора для глубокой утилизации тепла дымовых газов показана на рисунке. Корпус (1) теплоутилизатора опирается на основание (2). В средней части корпуса

установлен изолированный резервуар (3) в виде прямоугольного параллелепипеда, заполненный предварительно очищенной проточной водой. Вода поступает сверху через патрубок (4) и удаляется в нижней части корпуса (1) насосом (5) через шибер (6).



**Рис.** Схема теплоутилизатора  
(вид А – соединение труб с рубашками)

**Fig.** Scheme of heat exchanger  
(type A – pipe connection with shirts)

С двух торцевых сторон резервуара (3) расположены изолированные от средней части корпуса (1) рубашки (7 и 8), полости которых через объем резервуара 3 соединены между собой рядами горизонтальных параллельных труб, образующих пучки труб (9), в которых газы перемещаются в одну сторону. Рубашка (7) разделена на секции нижнюю и верхнюю одинарные (10) (высотой  $h$ ) и остальные (11) – двойные (по высоте  $2h$ ); рубашка (8) имеет секции только двойные (11). Нижняя одинарная секция (10) рубашки (7), пучком труб (9) соединена с нижней частью двойной секции (11) рубашки (8). Далее верхняя часть двойной секции (11) рубашки (8) пучком труб (9) соединена с нижней частью следующей двойной секции (11) рубашки (7) и так далее. Последовательно верхняя часть секции одной рубашки соединена с нижней частью секции второй рубашки, а верхняя часть этой секции соединена пучком труб (9) с нижней частью следующей секции первой рубашки, образуя, таким образом, змеевик переменного сечения: пучки труб (9) периодически чередуются объемами секций рубашек. В нижней части змеевика расположен патрубок (12) – для подвода дымовых газов, в верхней части – патрубок (13) для выхода газов. Патрубки (12 и 13) соеди-

нены между собой байпасным газоходом (14), в котором установлен шибер (15), предназначенный для перераспределения части горячих дымовых газов в обход теплоутилизатора в дымовую трубу (на рисунке не показана) для повышения температуры остывших дымовых газов с целью предотвращения возможной конденсации остатков паров влаги топлива в хвостовых участках системы. При необходимости возможна установка более мощного дымососа или дополнительного дымососа, обеспечивающих необходимую тягу. При этом следует иметь в виду, что дополнительное сопротивление, создаваемое в теплоутилизаторе, частично преодолевается за счет уменьшения объема продуктов сгорания.

Трубы змеевика, расположенные в шахматном порядке, изготовлены из антикоррозионного материала для предотвращения коррозии, все поверхности теплоутилизатора и соединительных трубопроводов гуммированы.

Дымовые газы подводятся к теплоутилизатору снизу через патрубок (12), а удаляются в верхней части установки – патрубок (13). Предварительно подготовленная холодная вода заполняет резервуар сверху через патрубок (4), а удаляется насосом (5), расположенным в нижней части корпуса (1) через шибер (6). Противоток потоков воды и дымовых газов повышает эффективность теплообмена. Использование насоса 5 с помощью шибера 6 позволяет регулировать время нахождения охлаждающей жидкости в установке и соответственно «глубину» утилизации теплоты парообразования влаги топлива. Охлаждающая вода нигде не контактирует с дымовыми газами и поэтому может полностью использоваться в качестве питательной в паротурбинном цикле.

Теплоутилизатор теплоты влаги дымовых газов предназначен для топок, работающих на малосернистом топливе. Начало конденсации паров серной и сернистой кислот происходит при температуре 130–140 °С, водяных паров – при 60–70 °С, охлаждение дымовых газов осуществляется до температуры 40–45 °С. Объем секций рубашек (7 и 8) больше объема труб, соединяющих их, поэтому скорость газов в них снижается. Сконденсированные кислоты имеют большую плотность по сравнению с водой, поэтому выпадают в осадок и вымываются из дымовых газов большим объемом сконденсированных паров воды в конденсатосборник кислот (16) и далее – в

промышленную канализацию, что соответственно снижает риск коррозии хвостовых участков газового тракта. Основная масса конденсата водяных паров через конденсатосборник (18) без дополнительной обработки используется в качестве горячей воды.

При функционировании теплоутилизатора влажные дымовые газы поступают внутрь и разделяются на две части: в нижнюю одинарную секцию (10) (высотой  $h$ ) рубашки (7) поступает основная часть (около 80%) продуктов сгорания и по трубам пучка (9) змеевика перемещается в двойную секцию (11) (высотой  $2h$ ) рубашки (8). Остальная часть (около 20%) направляется в байпасный газоход (14).

Температура газов снижается в связи с тем, что трубы змеевика находятся в среде охлаждающей жидкости.

Точка росы серной и сернистой кислот составляет 120–130 °С, поэтому в трубах нижних секций происходит конденсация паров кислот. Объем секций рубашек больше объема пучков труб (9), в связи с чем скорость газов в секциях уменьшается, конденсат кислот выпадает из потока газов и конденсатом водяных паров смывается в конденсатосборник кислот (16) и далее при срабатывании затвора (17) – в промышленную канализацию.

Дымовые газы из верхней части секции (11) рубашки (8) по пучку труб (9) возвращаются в нижнюю часть секции (11) рубашки (7) и так далее через змеевик к выходному патрубку (13). Температура дымовых газов при движении по трубам змеевика уменьшается и, следовательно, конденсация водяных паров происходит позднее, чем конденсация кислот, – в верхней части теплоутилизатора и через конденсатосборник (18) поступает потребителям горячей воды. Расход охлаждающей воды регулируется шибером 6, за счет чего обеспечивается необходимая скорость перемещения охлаждающей жидкости в резервуаре и соответственно, время теплообмена, при котором температура дымовых газов понижается до 40–45 °С. Охлаждающая жидкость перекачивается насосом (5) через шибер (6) из теплоутилизатора и может полностью без дополнительной обработки использоваться в паротурбинном цикле.

Для исключения возможности конденсации остатков водяных паров в дымовой трубе к охлажденным газам добавляются исходные горячие дымовые газы по байпасному газоходу (14), обеспечивающие увеличение тем-

пературы до 60–65 °С, регулирование температуры осуществляется шибером (15).

В теплоутилизаторе дымовые газы, содержащие влагу топлива, с температурой 150–160 °С перемещаются по трубам змеевика. Коэффициент теплоотдачи при этом за счет вынужденной конвекции газов с конденсацией водяного пара – металлическая стенка – составляет более 500 Вт/(м<sup>2</sup> · °С). В предлагаемом устройстве трубы змеевика находятся непосредственно в объеме охлаждающей жидкости, поэтому теплообмен происходит постоянно контактным способом. Это позволяет осуществить более глубокое охлаждение топочных газов до температуры 40–45 °С, причем вся утилизированная теплота парообразования влаги топлива передается охлаждающей воде, которая без дополнительной обработки используется в паротурбинном цикле.

Серная и сернистая кислоты конденсируются при температуре 130–140 °С, поэтому конденсация кислот в предлагаемом теплоутилизаторе происходит в начальной части змеевика. Плотность конденсата кислот больше плотности водяных паров и при снижении скорости газового потока в расширяющихся частях змеевика – секциях рубашки конденсат кислот выпадает в осадок и вымывается из газов частью конденсата водяных паров в конденсатосборник кислот, откуда удаляется в промышленную канализацию. Большая часть конденсата – конденсат водяных паров – выделяется при дальнейшем понижении температуры газов до 60–70 °С – в верхней части змеевика и поступает в конденсатосборник влаги, откуда без дополнительной обработки может использоваться в качестве горячей воды.

Преимуществом предлагаемого устройства от известных является также то, что в теплоутилизаторе регулируется время передачи теплоты от среды горячих дымовых газов охлаждающей жидкости изменением скорости ее перемещения с помощью шибера. Причем расход охлаждающей жидкости зависит от ее температуры.

Для проверки результатов использования теплоутилизатора произведены теплотехнические расчеты котельной установки паропроизводительностью котла 30 т пара/ч (температура 425 °С, давление 3,8 МПа). В топке сжигается 17,2 т/ч фрезерного торфа влажностью 50% [3].

В торфяном фрезерном топливе влажностью 50% при сжигании образуется 8,6 т/ч влаги, которая переходит в дымовые газы.

Расход сухого воздуха (дымовых газов) в кг<sub>д.г.</sub>/ч составляет

$$G_{д.г.} = L \cdot G_{топл} = 3,35 \cdot 17200 = 55900,$$

где  $L = 3,25$  кг<sub>сух.г.</sub>/кг<sub>торфа</sub> – теоретически необходимое количество воздуха для горения топлива.

Для повышения температуры дымовых газов перед дымовой трубой, исключая конденсацию остатков паров влаги в трубе, 20% газов с исходной температурой 150 °С добавляются через байпасный газопровод.

В этом случае температура дымовых газов перед выбросом в дымовую трубу равна 64 °С.

Согласно проведенным теплотехническим расчетам к теплоутилизатору подводится  $Q_{сум} = 31,9 \cdot 10^3$  МДж/ч теплоты парообразования влаги топлива; при температуре дымовых газов на входе  $t_1 = 150$  °С и выходе –  $t_2 = 40$  °С в теплоутилизаторе утилизируется теплота  $Q_{ут} = 18,01 \cdot 10^3$  МДж/ч.

Эта теплота затрачивается на нагрев охлаждающей воды. Расход охлаждающей воды  $W_{охл. вод.}$  в зависимости от необходимой температуры  $\Theta_2$  ее нагрева равен (кг/с)

$$W_{охл. вод.} = Q_{ут} / (\Theta_2 - \Theta_1),$$

где  $\Theta_1$  – нормативная температура водопроводной воды.

Выход конденсата составляет 4642,0 т/ч. Коэффициент полезного действия теплоутилизатора при утилизации теплоты парообразования влаги топлива составляет 56,6%, а при утилизации влаги топлива – 54%.

Таким образом, предлагаемый теплоутилизатор имеет ряд преимуществ по сравнению с существующими конструкциями.

### Список литературы

1. Аронов, И.З. Контактный нагрев воды продуктами сгорания природного газа. – Л.: Недра, 1990. – 280 с.
2. Кудинов, А.А. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях. – М.: Машиностроение, 2011. – 373 с.
3. Горфин, О.С., Михайлов, А.В. Машины и оборудование по переработке торфа. – Ч. 1. Производство торфяных брикетов. – Тверь: ТвГТУ, 2013. – 250 с.

УДК 622.331.002.5

### **Яблонев А.Л.**

Яблонев Александр Львович, д. т. н., профессор кафедры торфяных машин и оборудования Тверского государственного технического университета. 170026, г. Тверь, наб. Аф. Никитина, 22. alvovich@mail.ru

### **Дорогов О.В.**

Дорогов Олег Викторович, старший преподаватель кафедры ТМО ТвГТУ. ovdorzhev@mail.ru

### **Крутов Ю.В.**

Крутов Юрий Викторович, магистрант кафедры ТМО ТвГТУ. wanderflanium@gmail.com

### **Войнов А.Н.**

Войнов Алексей Николаевич, магистрант кафедры ТМО ТвГТУ. alexej.vojnov@yandex.ru

## **ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ХОДОВОМУ ОБОРУДОВАНИЮ УБОРОЧНО- ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ФРЕЗЕРНОГО ТОРФА**

*Аннотация.* В статье описаны общие положения по выбору параметров пневматического колесного хода для машин, занятых на уборочных и транспортных операциях при добыче фрезерного торфа.

*Ключевые слова:* торфяная машина, пневматический колесный ход, фрезерный торф, уборочно-транспортные операции.

### **Yablonev A.L.**

Yablonev Alexander L., D.Sc., Professor of the Chair of Peat Machines and Equipment of the Tver State Technical University. 170026, Tver, Af. Nikytin emb., 22. alvovich@mail.ru

### **Dorogov O.V.**

Dorogov Oleg V., a senior lecturer of the Chair of Peat Machines and Equipment of the Tver State Technical University. ovdorzhev@mail.ru

### **Krutov Y.V.**

Krutov Yuri V., undergraduate Chair of TMO TvGTU. wanderflanium@gmail.com

### **Voinov A.N.**

Voinov Alexey N., undergraduate of the Chair of Peat Machines and Equipment of the Tver State Technical University. alexej.vojnov@yandex.ru

## **MAIN REQUIREMENTS TO THE RUNNING EQUIPMENT OF HARVESTING MACHINES FOR TRANSPORTATION OF MILLED PEAT**

*Abstract.* In article the general concepts of the choice of parameters of the pneumatic wheels of the milled peat harvesters are described.

*Key words:* peat machine, pneumatic wheel running, milled peat, harvesting and transport operations.

Стратегия развития торфяной отрасли предполагает достижение к 2020 году уровня добычи торфа в 50 млн тонн в год, в то время как в 2010 году добыто всего 1,41 млн тонн. Эта задача может быть решена лишь при значительной модернизации торфодобывающего оборудования и использовании инновационных решений для повышения эффективности торфяных компаний. Одним из направлений модернизации отрасли является внедрение машин на пневмоколесном ходу, особенно на уборочных операциях, так как на один добывающий фрезер или валкователь в комплекте приходится 3–4 уборочные машины [1].

Россия отстает от передовых стран мира (Канада, Финляндия, Белоруссия) по использованию техники на пневмоколесном ходу при освоении торфяных месторождений. Однако, несмотря на общий спад торфяного производства, в последние годы наметился позитивный сдвиг. Внедрение в отрасль тракторов на пневмоколесном ходу потребовало срочного создания прицепных агрегатов с меньшей крюковой нагрузкой.

Исторически (50–80-е годы XX столетия) сложилось так, что самым распространенным видом транспорта по доставке добытого торфа к потребителю был железнодорожный узкой колеи. И это понятно, так как имеющийся парк гусеничных тракторов, законсервированных на межсезонное хранение (7–8 месяцев в году!) не мог обеспечивать транспортирование добытого торфа. Но в современных условиях значительного спада объемов производства и транспортирования торфа содержание многокилометровой сети железных дорог и подвижных составов узкой колеи на большинстве предприятий становится настолько дорогим, что съедает всю прибыль производственных участков, полученную на добыче торфа [2]. Поэтому большая часть торфа (а иногда и весь добытый торф) вывозится автотранспортом, для чего применяются технологии строительства быстровозводимых щитовых дорог, намораживание, строительство из местных материалов: сучья, песок, пни, гравий и т. д. Часто сооружение таких автомобильных дорог производится на месте и вместо узкоколейных железных дорог, что полностью отсекает путь назад, к железнодорожному транспорту. В качестве транспорта используются специальные торфовозы (на базе а/м КАМАЗ и МАЗ) и прицепы для грузов с низкой насыпной плотностью, с объемом кузова до 80 м<sup>3</sup>. Доставка торфа автотранспортом хоть и привлекатель-

нее внешне, но тоже не лишена недостатков. Так, вывозить торф с производственных участков предприятия возможно либо в зимний период, когда замерзают дороги, либо нужно вкладывать деньги в строительство дорог. Кроме того, привлечение к транспортным работам сторонних компаний не решает вопрос круглогодичной занятости населения рабочих поселков, созданных на базе предприятий.

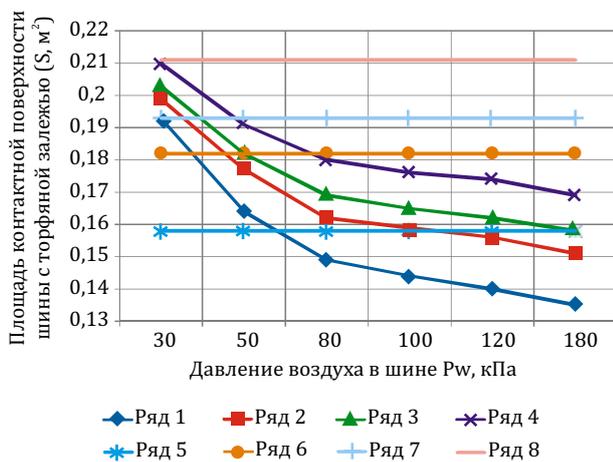
Учитывая сезонность характера работ по добыче торфа и низкую занятость населения поселков при торфопредприятиях в межсезонное время, целесообразно именно торфопредприятиям заниматься транспортом торфа во внесезонное время без привлечения посреднических услуг, максимально используя свои возможности и задействовав свою технику. Стимулом к этому могут послужить внедряющиеся в производство колесные тракторы, способные не только работать на полях добычи, но и быть тягачами прицепов при транспортировании торфа по дорогам общего пользования.

Обобщение опыта и условий эксплуатации торфяных машин на пневмоколесном ходу позволило сделать следующие выводы. Уборочные и транспортные операции по нагрузке на пневмоколесный ход могут быть отнесены к одной группе (полный вес машин составляет 100–130 кН). Условия эксплуатации уборочных и транспортных машин, обслуживающих внутрихозяйственный транзит, являются одинаковыми с позиции повышенной проходимости, устойчивости и тяговой нагрузки (20–30 кН). Для транспортных машин, которые могут быть задействованы на перевозках добытого торфа к потребителям, не требуется повышенная проходимость, они должны быть адаптированы к движению по дорогам общего пользования с соблюдением необходимых габаритов.

Данные выводы позволили как нельзя лучше обозначить требования к торфяным транспортным машинам: это должны быть универсальные прицепные машины, обладающие повышенной опорной проходимостью при эксплуатации внутри предприятия в сезон добычи торфа и габаритами, допустимыми для работы на дорогах общего пользования при операциях вывозки торфа в межсезонное время. Удовлетворение подобного требования возможно при использовании на универсальных прицепных машинах во время внутрихозяйственных перевозок сдвоенного колесного хода, благодаря которому понижается удельное давление на грунт и повышается опорная проходимость. Это

же относится и к уборочным машинам. Что же касается внешнего транзита, то это те же универсальные прицепы к колесным тракторам, но на одинарном колесном ходу.

Адекватный расчет пневмоколесных уборочно-транспортных машин на проходимость долгое время сдерживало отсутствие учета влияния деформации пневмоколес под воздействием нормальной нагрузки, в то время как деформация колес увеличивает пятно контакта с торфяной залежью, понижая тем самым давление на грунт. Исследования, проведенные в ТвГТУ [3; 4] для четырех типов шин, позволили выявить, что деформация пневматического колеса оказывает существенное влияние на площадь его контакта с торфяной залежью при площади диаметрального сечения колеса больше  $0,71 \text{ м}^2$ , увеличивая ее до 20% (рисунок).



**Рис.** Зависимость площади контактной поверхности пневмоколеса с торфяной залежью от давления воздуха в шине:

- с учетом деформации колеса:
  - ряд 1 (1000 × 400 мм), ряд 2 (1420 × 500 мм),
  - ряд 3 (1500 × 600 мм), ряд 4 (1500 × 840 мм);
- без учета деформации колеса:
  - ряд 5 (1000 × 400 мм), ряд 6 (1420 × 500 мм),
  - ряд 7 (1500 × 600 мм), ряд 8 (1500 × 840 мм)

**Fig.** Dependence between area of the surface of contact of pneumatic wheel with peat deposit and tire air pressure:

- with taking into account the deformation of wheel:
  - curve number 1 (1000 × 400 mm), number 2 (1420 × 500 mm), number 3 (1500 × 600 mm), number 4 (1500 × 840 mm);
- without taking into account the deformation of wheel:
  - number 5 (1000 × 400 mm), number 6 (1420 × 500 mm), number 7 (1500 × 600 mm), number 8 (1500 × 840 mm)

Требования к пневматическим колесам для торфяных машин сводятся к следующим. Это должны быть колеса с шинами низкого давления, имеющими высокую грузоподъемность и способность легко деформироваться. Таким условиям соответствуют радиальные шины. Специально для условий движения нагруженных машин по слабым и влажным грунтам разработаны радиальные флотационные шины с протектором, имеющим сниженные способности «подфрезеровывания» торфяной залежи при движении. Конструкция флотационной шины состоит из металлокордного каркаса и новейшего состава резиновой смеси в сочетании с самоочищаемой способностью протектора центрального типа, позволяет снижать уровень уплотнения грунта под колесами и предохраняет машину от раскачивания.

Полагая допустимым среднее давление колес на грунт  $[P] = 38 \text{ кПа}$  и приведенный модуль деформации залежи  $E_{np} = 200 \text{ кПа}$  (условия добычи фрезерного торфа), нагрузку на колесо  $Q = 10,5 \text{ кН}$ , диаметральный площадь сечения колеса найдем из зависимости, полученной М.М. Танклевским [5]:

$$Q = \frac{S[P]^2}{0,4E_{np}}, \quad (1)$$

где  $S$  – площадь диаметрального сечения колеса.

Подстановка вышеперечисленных данных в формулу (1) и ее решение относительно  $S$  позволяет определить искомую площадь:  $S = 0,58 \text{ м}^2$ . А имея в виду, что

$$S = BD, \quad (2)$$

где  $B$  – ширина колеса, м;  $D$  – наружный диаметр колеса, м, легко подобрать оптимальные геометрические размеры пневматических колес. Так, с учетом небольших отличий от гусеничных прототипов и флотационного типа радиальных шин можно рекомендовать для уборочно-транспортных машин шины Starco BKT Flotation 648 550/45-22,5, имеющие следующие характеристики:  $D = 1070 \text{ мм}$ ;  $B = 550 \text{ мм}$ ; посадочный диаметр на диск – 22,5 дюйма; максимальная нагрузка на колесо – 35,5 кН.

Учитывая известную насыпную плотность фрезерного торфа (300–400 кг/м<sup>3</sup>) для транспортирующих прицепов при известном максимальном полном весе (130 кН), можно определить максимальный объем кузова – 25 м<sup>3</sup>.

Таким образом, перечисленные требования и расчеты обуславливают компоновочное решение для неприводного (пассивного) колес-

ного шасси уборочно-транспортных машин: трехосное, шести/двенадцатиколесное шасси с флотационными шинами 550/45-22,5.

Габариты транспортирующего прицепа, как отмечалось выше, не должны превышать допустимые значения, установленные для дорог общего пользования: длина – до 12,0 м; ширина – до 2,5 м; высота – до 4 м.

В качестве тягача можно рекомендовать колесные тракторы МТЗ-1221 и МТЗ-1523 с мощностью двигателей 96 и 114 кВт соответственно. Разумеется, что, как и прицепы, при использовании на внутрихозяйственном транзите и уборке торфа тракторы должны быть оборудованы сдвоенными колесами.

Эксплуатация уборочно-транспортных машин на пневмоколесном ходу, который менее энерго- и металлоемок по сравнению с гусеничным, позволит торфодобывающим компаниям увеличить производительность машин за счет развития больших поступательных скоростей и заняться вывозом добытого торфа с производственных площадок к потребителям, что ликвидирует ярко выраженную сезонность работ. А круглогодичное использование тракторов и прицепов повысит коэффициент использования техники и увеличит рентабельность производства.

### Библиографический список

1. Яблонев, А.Л. Некоторые экономические аспекты, касающиеся проблемы транспорта торфа // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – М.: Литера, 2011. – № 3. – С. 48–51.
2. Яблонев, А.Л., Пухова, О.В. Особенности транспорта торфа к конечному потребителю в г. Твери // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Горная книга, 2010. – № 1. – С. 34–35.
3. Яблонев, А.Л. Расчет длины дуги контакта деформированного пневматического колеса с торфяной залежью и площади их контакта // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Горная книга, 2010. – № 9. – С. 45–47.
4. Яблонев, А.Л. Расчет ширины площади контакта деформированного пневматического колеса с торфяной залежью // Горный информационно-аналитический бюллетень. – М.: Горная книга, 2010. – № 7. – С. 21–23.
5. Ларгин, И.Ф., Корчунов С.С., Малков, Л.М. и др. Справочник по торфу // Под ред. А.В. Лазарева и С.С. Корчунова. – М.: Недра, 1982. – 760 с.

УДК 662.331(09)

**Копенкина Л.В.**

Копенкина Любовь Владимировна, к. т. н., доцент кафедры торфяных машин и оборудования ГОУ ВПО «Тверской государственный технический университет». Тверь, Академическая, 12. lvkopenkina@mail.ru

**Kopenkina L.V.**

Kopenkina Lubov V., Dr., Associate Professor of the Chair of Peat Machinery and Equipment of the Tver State Technical University. Tver, Akademicheskaya, 12  
lvkopenkina@mail.ru

**В.Г. ГОРЯЧКИН  
(1894–1962) –  
ОСНОВАТЕЛЬ НАУЧНОЙ  
ШКОЛЫ ТЕХНОЛОГИИ  
ТОРФЯНОГО  
ПРОИЗВОДСТВА  
(к 120-летию  
со дня рождения)**

*Аннотация.* Статья посвящена одному из основателей научной школы технологии торфяного производства профессору МТИ, члену-корреспонденту АН БССР Виктору Георгиевичу Горячкину.

*Ключевые слова:* Горячкин В.Г., технология торфяного производства, история торфяного дела.

**V.G. GORYACHKIN  
(1894–1962) –  
IS THE FOUNDER  
OF SCIENCE SCHOOL  
OF PEAT PRODUCTION  
TECHNOLOGY  
(to the 120 anniversary  
since birth)**

*Abstract.* The article is devoted to one of the founders of technology of peat production science professor of the Moscow Peat Institute, corresponding member of the Academy of Sciences of Belarus Victor Goryachkin.

*Key words:* Goryachkin V.G., technology of peat production, history of peat industry.

**В** 2014 году исполняется 120 лет со дня рождения Виктора Георгиевича Горячкина, профессора Московского торфяного института, члена-корреспондента АН БССР, одного из основателя отечественной научной школы технологии торфяного производства.



Виктор Георгиевич Горячкин родился в 1894 г. в г. Ярославле.

В 1918 г. он окончил инженерное отделение сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева в г. Москве.

С 1918-го по 1920 гг. Горячкин работал заведующим гидротехническим отделением Смоленского Губземотдела.

В 1920–1930 гг. он работал научным сотрудником, заведующим гидротехническим и технологическим кабинетом Центрального научно-исследовательского института торфяной промышленности (Инсторфа) в Москве.

Одновременно с 1922 г. Горячкин преподавал на торфяном отделении инженерного факультета Тимирязевской сельскохозяйственной академии, в организации которого принимал большое участие.

С 1922 г. он публиковал статьи в «Известиях Инсторфа», трудах Инсторфа, Торфяной опытной станции.

В 1922 г. была опубликована работа Горячкина, посвященная принципам осушения болот для торфодобыывания [1], в 1923 г. – регу-

лированию водного режима на болотах для добычи торфа [2].

С 1924 г. он начал публиковать статьи в журнале «Торфяное дело», трудах научно-исследовательского торфяного института, посвященные осадке торфа в торфяной залежи, промерзанию торфяной залежи и его значению для выработки торфа на топливо, осушению, подготовке болот и проектированию торфяных хозяйств, работам, проведенным гидротехническим и торфмейстерским кабинетом Инсторфа.

С 1927 г. Горячкин работал доцентом, заведующим кафедрой на торфяном факультете Московской горной академии, читал курс «Исследование и подготовка болот», с 1930 г. – заведующим кафедрой эксплуатации торфяных залежей (позднее – технологии добычи и сушки торфа) в Московском торфяном институте, преподавал во Всесоюзной промышленной академии имени И.В. Сталина и заведовал кафедрой эксплуатации торфяных залежей.

С 1932 г. – профессор, с 1938 г. – кандидат технических наук, с 1940 г. – член-корреспондент АН БССР.

В 1928 г. находился в заграничной командировке в Германии, где ознакомился с методами подготовки болот, добычи и транспорта торфа [3].

В 1934 г. вышел первый выпуск трудов Московского торфяного института под редакцией профессора В.Г. Горячкина.

По представлению Главного управления учебными заведениями Наркомтяжпрома СССР в 1938 г. Горячкин был утвержден в должности заведующего кафедрой технологии производства торфяного топлива (позднее – технологии добычи и сушки торфа) Московского торфяного института.

С момента организации кафедры проводилась работа по созданию и теоретическому обоснованию технологии торфяного производства. В 1929 г. группой студентов под руководством В.Г. Горячкина на торфяном месторождении Пальцо Брянской области были определены основные показатели фрезерного способа добычи торфа на дренированных полях, предложены методы учета готовой продукции [4].

На основании этих материалов в сезоне 1930 г. выпускники кафедры внедряли новый способ на торфопредприятиях. Результаты работы были опубликованы в книгах В.С. Варенцова «Проектирование торфяных

хозяйств по фрезерному способу добычи» (1933), «Сушка и уборка фрезерного торфа» (1935).

В середине 1930-х гг. в связи с интенсивным развитием торфяного производства Белоруссии профессор Горячкин В.Г. был приглашен в Институт торфа АН БССР для проведения исследований в области технологии и механизации торфяного производства. Им были организованы работы по разработке технологии добычи и сушки кускового торфа, добываемого экскаваторным способом.

Горячкин предложил метод расчета рабочих параметров карьеров [5, 6], исследовал обтекаемую форму кирпичей из торфа минимальных размеров [7], продолжительность сушки кускового торфа [8].

Во время Великой Отечественной войны профессор Горячкин работал в Свердловском филиале Московского торфяного института.

С 1944 г. Горячкин – председатель Правительственной комиссии по восстановлению разрушенной в годы Великой Отечественной войны 1941–1945 гг. торфяной промышленности БССР.

С 1944 г. – и.о. заведующего лабораторией, в 1952–1956 гг. – старший научный сотрудник Института торфа АН БССР.

При Министерстве электростанций СССР Горячкин был членом Технического совета.

С 1949 г. кафедра технологии добычи и сушки торфа МТИ под руководством профессора Горячкина выполняла исследования по добыче кускового торфа пониженной влажности новым послойно-поверхностным способом с применением машины МПДК. Наблюдения проводили совместно с сотрудниками Института торфа АН БССР в производственных условиях на торфопредприятиях БССР «Большевик» (Гомельская область), «Туголица» (Могилевская область) [9].

Под руководством Горячкина в 1947–1949 гг. сотрудником Института торфа К.П. Куницким были проведены исследования по сушке кускового торфа различных форм и размеров для выявления рациональных размеров куска.

С конца 1940-х гг. Горячкин исследовал водопоглощаемость мелкокускового торфа и сапропелей совместно с Сидякиным С.А., предложив эмпирическое уравнение, описывающее процесс водопоглощения [10–12].

Для определения переработки торфа Горячкин использовал прибор системы Нефтяного

института – пенетрометр, измененный им для торфа [13]. Принцип работы пенетрометра Горячкина основан на погружении иглы в торфяную массу на определенную глубину под действием непрерывного добавления малыми порциями груза.

Для проведения испытаний на расплющивание образцов торфа совместно с Беловидовым И.Д. в 1953 г. был создан прибор – пластиметр [13]. Пластичность торфяной массы и готовность ее к формованию он предлагал определять с помощью модели шпалы формующей гусеницы, погруженной на полную глубину слоя торфяной массы [14].

По предложению Горячкина, в Институте торфа был изготовлен прибор для определения крошимости торфа по методу пересыпания образцов [13].

Докторскую диссертацию на тему «Основы технологии торфяного производства» Горячкин защитил в 1954 г.

Горячкин В.Г. – автор учебников и учебных пособий по технологии добычи и сушки торфа «Эксплуатация торфяных залежей на топливо» (М.–Грозный–Л.: горно-геологич. и нефт. изд., 1934. 404 с.), «Технология производства торфяного топлива» (М.: изд. сектор Всесоюз. пром. акад. им. И.В. Сталина, 1939. 512 с.), «Производство торфяного топлива» (М.–Л.: Госэнергоиздат, 1940. 216 с.), «Технология добычи и сушки торфа» (М.–Л.: Госэнергоиздат, 1948. 488 с.), «Основы технологии торфяного производства» (М.–Л.: Госэнергоиздат, 1953. 199 с.).

В соавторстве с учениками и коллегами (авторы – Антонов В.Я., Беловидов И.Д., Белокопытов И.Е., Горячкин В.Г., Зюзин В.А., Семенский Е.П., Чулюков М.А.) издано учебное пособие «Общий курс технологии торфодобычи» (М.–Л.: Госэнергоиздат, 1959. 340 с.).

Под руководством профессора В.Г. Горячкина были выполнены кандидатские диссертации многих исследователей в области торфяного дела (Малышев Ф.А. (1950), Беловидов И.Д. (1954), Чулюков М.А. (1957), Кронштофик С.П. (1959), Евсеев В.Н. (1961), Копенкин В.Д. (1963) и др.). Он был консультантом по технологической части работ Кривошеина М.С., Галенчика И.З., проводимых в Институте торфа АН БССР в 1954–1955 гг.

Горячкин занимался вопросами снижения намокания фрезерного торфа при хранении совместно с Раковским В.Е., Лукиным А.В. [13].

В 1950 г. Горячкин В.Г. и Раковский В.Е. получили авторское свидетельство № 73645 на

способ гидроизоляции штабелей торфа методом битуминозного покрытия, что позволяло делать поверхность несмачиваемой.

За вклад в восстановление и развитие торфяной промышленности после Великой Отечественной войны в 1943 г. В.Г. Горячкин награжден орденом «Знак Почета», медалью «За доблестный труд в годы Великой Отечественной войны», за заслуги в развитие науки о торфе и подготовки инженерных кадров – орденом Ленина.

Виктор Георгиевич Горячкин умер 9 апреля 1962 года.

Горячкин был одним из основоположников научного направления, которое охватывает различные аспекты добычи, сушки, хранения торфа и в торфяном деле получило название «Основы технологии торфяного производства».

### Библиографический список

1. *Горячкин, В.Г.* Принципы осушения болот при торфодобычании // Известия Инсторфа. – 1922. – № 2. – С. 193–203.
2. *Горячкин, В.Г.* Регулировка водного режима на болотах для добычи торфа // Труды Опытной торфяной станции. – 1923. – Вып. 1. – С. 74–96.
3. *Горячкин, В.Г.* Основные методы подготовки болот, добычи и транспорта торфа в Германии // Торфяное дело. – 1928. – С. 362–373.
4. *Горячкин, В.Г.* Добыча фрезерованного торфа // Торфяное дело. – 1929. – № 7–8. – С. 279–290.
5. *Горячкин, В.Г.* Метод расчета по определению срока схождения полей стилки торфа // Труды МТИ. – 1934. – Вып. 1. – С. 3–12.
6. *Горячкин, В.Г.* Метод расчета для расположения системы карьеров на заданный срок выработки торфа // За торфяную индустрию. – 1935. – № 8. – С. 21–23.
7. *Горячкин, В.Г.* Сушка торфа в кирпичах обтекаемой формы минимальных размеров // Труды Инсторфа. – 1939. – Вып. 18. – С. 57–89.
8. *Горячкин, В.Г.* Основные элементы технических расчетов полевой сушки кускового торфа // Торфяная промышленность. – 1943. – № 3. – С. 13–16.
9. *Горячкин, В.Г.* Основы технологии добычи торфа пониженной влажности послойно-поверхностным способом / Труды Института торфа АН БССР. – 1955. – Т. 4. – С. 20–29.
10. *Горячкин, В.Г., Сидякин, С.А.* Водопоглощающая способность торфа // Торфяная промышленность. – 1948. – № 8. – С. 17–22.
11. *Горячкин, В.Г., Сидякин, С.А.* Зависимость интенсивности испарения фрезторфа от изменения его влагосодержания // Торфяная промышленность. – 1950. – С. 54–59.
12. *Горячкин, В.Г., Сидякин, С.А.* Водопоглощаемость торфа в зависимости от его пористости // Торфяная промышленность. – 1953. – № 5. – С. 28–29.
13. *Горячкин, В.Г.* Основы технологии торфяного производства. – М.: Госэнергоиздат, 1953. – 200 с.
14. *Горячкин, В.Г.* Метод определения готовности торфомассы к формовке при дифференцированном разливе гидромассы // Сборник научных трудов Института торфа АН БССР. – 1951. – С. 41–45.