



# ВЕСТНИК НИЖНЕВАРТОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА



Bulletin Of Nizhnevartovsk State University

Журнал издается с 2008 года

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55479 от 25 сентября 2013 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

### БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

*О.Н.Скоробогатова, Ю.В.Науменко,*

*В.М.Федорова, М.А.Семочкина*

Результаты исследований зеленых водорослей рода *Scenedesmus* Meуen в планктоне реки Вах ..... 3

*Л.Е.Корчагина*

Функциональные особенности растений верховых болот

в условиях нефтяного загрязнения на территории Среднего Приобья ..... 14

### ГЕОГРАФИЯ, ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

*А.Ф.Тетерин, Ю.И.Маркелов, В.С.Ворожнин*

Климатический потенциал рассеивания атмосферы на территории Урала..... 22

*В.В.Хромых, Э.А.Кузнецова*

Геоинформационные системы экологического сопровождения

инвестиционно-строительных проектов нефтегазовых месторождений ..... 30

*Е.А.Коркина*

Природные условия и основные факторы почвообразования долины реки Аган ..... 38

### ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

*А.Р.Бирман, А.С.Кривоногова*

Использование методов пропитки длинномерных сортиментов..... 45

*С.Ю.Солдатова*

Разработка технологии получения хитозана из панцирьсодержащего сырья ..... 48

*М.В.Бондакова, С.Н.Бутова, С.Ю.Солдатова*

Получение и использование экстракта красящих веществ винограда в косметических продуктах..... 56

### ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

*Т.В.Сторчак, А.В.Рябуха, Е.А.Рябуха*

Поверхностный сток с селитебных территорий

Красноселькупского района как фактор загрязнения реки Таз ..... 63

*А.Ф.Тетерин, Ю.И.Маркелов, И.П.Александрьев*

Потенциал загрязнения атмосферы в зоне Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения ..... 68

*И.Ю.Усманов, Е.С.Овечкина, Э.Р.Юмагулова,*

*В.Б.Иванов, А.В.Щербаков, Р.И.Шаяхметова*

Проблемы самовосстановления экосистем Среднего Приобья

при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса ..... 79

### БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

*И.А.Погоньшева, Д.А.Погоньшев, А.А.Крылова*

Влияние шума на психофизиологические параметры и работоспособность организма человека ..... 87

### Главный редактор

**Горлов С.И.**, доктор физико-математических наук, профессор  
(г.Нижневартовск)

### Заместители главного редактора

**Карпов А.К.**, кандидат филологических наук, профессор  
(г.Нижневартовск)

**Коричко А.В.**, кандидат педагогических наук, доцент  
(г.Нижневартовск)

### Ответственный редактор

**Соколов С.Н.**, доктор географических наук, доцент  
(г.Нижневартовск)

### Секретарь

**Скоробогатова О.Н.**, кандидат биологических наук  
(г.Нижневартовск)

### Члены редакционной коллегии

**Абрамов А.В.**, доктор педагогических наук, профессор  
(г.Нижневартовск)

**Бурханов Р.А.**, доктор философских наук, профессор,  
(г.Нижневартовск)

**Ваграменко Я.А.**, доктор технических наук, профессор (г.Москва)

**Ерохин В.Н.**, доктор исторических наук, доцент  
(г.Нижневартовск)

**Ибрагимова Л.А.**, доктор педагогических наук, профессор  
(г.Нижневартовск)

**Игнатьев М.Б.**, доктор технических наук, профессор  
(г.Санкт-Петербург)

**Grabowska Magdalena**, доктор экономики (Ph.D)  
(г.Плоцк, Польша)

**Kludacz Magdalena**, доктор экономики (Ph.D) (г.Плоцк, Польша)

**Krzetowska Agnieszka**, доктор экономики (Ph.D) (г.Плоцк, Польша)

**Кулагин А.Ю.**, доктор биологических наук, профессор (г.Уфа)

**Культышева О.М.**, доктор филологических наук, доцент  
(г.Нижневартовск)

**Нурбеков Б.Ж.**, доктор педагогических наук, профессор  
(г.Астана, Республика Казахстан)

**Михайлова О.Ю.**, доктор психологических наук, профессор  
(г.Нижневартовск)

**Медведев С.С.**, доктор биологических наук, профессор  
(г.Санкт-Петербург)

**Рянская Э.М.**, доктор филологических наук, доцент  
(г.Нижневартовск)

**Солодкин Я.Г.**, доктор исторических наук, профессор  
(г.Нижневартовск)

**Усманов И.Ю.**, доктор биологических наук, профессор (г.Уфа)

**Цысь В.В.**, доктор исторических наук, доцент  
(г.Нижневартовск)

### Editor-in-Chief

**Gorlov S.I.**, Doctor of Physics and Mathematics, Professor  
(Nizhnevartovsk)

### Deputy Editors

**Karpov A.K.**, Candidate of Philological Sciences, Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Korichko A.V.**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor  
(Nizhnevartovsk)

### Executive Editor

**Sokolov S.N.**, Doctor of Geographical Sciences, Associate Professor  
(Nizhnevartovsk)

### Secretary

**Skorobogatova O.N.**, Candidate of Biological Sciences,  
(Nizhnevartovsk)

### Editorial Board

**Abramov A.V.**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Burkhanov R.A.**, Doctor of Philosophical Sciences, Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Vagramenko Ya.A.**, Doctor of Technical Sciences, Professor (Moscow)

**Erokhin V.N.**, Doctor of Historical Sciences, Associate Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Ibragimova L.A.**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Ignatyev M.B.**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
(Saint Petersburg)

**Grabowska Magdalena**, Ph.D. in Economics  
(Plock, Poland)

**Kludacz Magdalena**, Ph.D. in Economics (Plock, Poland)

**Krzetowska Agnieszka**, Ph.D. in Economics (Plock, Poland)

**Kulagin, A. Yu.**, Doctor of Biological Sciences, Professor (Ufa)

**Kultyshева O.M.**, Doctor of Philological Sciences, Associate  
Professor (Nizhnevartovsk)

**Nurbekov B.Zh.**, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor  
(Astana, Republic of Kazakhstan)

**Mikhailova O.Yu.**, Doctor of Psychological Sciences, Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Medvedev S.S.**, Doctor of Biological Sciences, Professor  
(Saint Petersburg)

**Ryanskaya E.M.**, Doctor of Philological Sciences, Associate Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Solodkin Ya.G.**, Doctor of Historical Sciences, Professor  
(Nizhnevartovsk)

**Usmanov I.Yu.**, Doctor of Biological Sciences, Professor (Ufa)

**Tsyy V.V.**, Doctor of Historical Sciences, Associate Professor  
(Nizhnevartovsk)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55479 от 25 сентября 2013 г.

Журнал индексируется в следующих научных базах:

- Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
- Научная электронная библиотека открытого доступа КиберЛенинка (CyberLeninka)
- Scientific Indexing Services (SIS)
- Open Academic Journals Index (ОАИ)

Учредитель: ФГБОУ ВПО «Нижневартовский государственный университет»

Адрес редакции: 628605, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, г. Нижневартовск, ул. Ленина, 56

Изд. лиц. ЛР № 020742. Подписано в печать 01.03.2014

Формат 60×84 1/8. Бумага для множительных аппаратов

Гарнитура Times. Усл. печ. листов 12. Тираж 1000 экз. Заказ 1667

Отпечатано в Издательстве Нижневартовского государственного университета

628615, Ханты-Мансийский автономный округ — Югра, г.Нижневартовск, ул.Дзержинского, 11

Тел./факс: (3466) 43-75-73, E-mail: izdatelstvo@nggu.ru

## БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ

УДК 582.263(282.251)

**О.Н.Скоробогатова**  
Нижевартовск, Россия**Ю.В.Науменко**  
Новосибирск, Россия**В.М.Федорова**  
Нижевартовск, Россия**М.А.Семочкина**  
Нижевартовск, РоссияРЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ  
РОДА *SCENEDESMUS* MEYEN В ПЛАНКТОНЕ РЕКИ ВАХ

**Аннотация.** Предметом исследований в данной статье являются водоросли рода *Scenedesmus* Meyen, семейства *Scenedesmaceae*, класса *Chlorophyceae*, отдела *Chlorophyta*. Дается оценка и динамика видового богатства, развития численности в перерасчете на 1 литр воды, рассматриваются экологические условия развития водорослей, распространение по длине реки, в том числе по горизонтальному и вертикальному створам реки Вах. Представлен материал по эколого-географическим характеристикам видов рода. Приняты во внимание материалы исследований августовского отбора 1989 г. проб в устье реки, приведены результаты изучения летне-осеннего фитопланктона 2005—2006 гг. устьевого участка в 600 м от места впадения Ваха в Обь. За основу обсуждений взяты круглогодичные исследования 2005—2007 гг. по всей длине реки. Определенный научный интерес представляют сведения, полученные 10 июля 2011 г. в результате наблюдений устьевого вертикального створа.

При исследованиях использованы классические методы, применяемые в альгологии [5; 12].

Согласно современной таксономии [20] в реке установлено 14 видовых и внутривидовых таксонов рода *Scenedesmus*.

Впервые для р.Вах приводятся 12 видов рода *Scenedesmus*.

К водорослям, встреченным более чем в 50% проб, относятся *Scenedesmus acuminatus*, *S. apiculatus*, *S. ellipticus* и *S. quadricauda*.

Редкими водорослями для реки являются 6 видов: *Scenedesmus armatus*, *S. sempervirens*, *S. circumfusus* var. *bicaudatus*, *S. magnus*, *S. obtusus*, *S. parvus* и *S. semipulcher*. Из них к единично встреченным относятся *Scenedesmus circumfusus* var. *bicaudatus*, *S. obtusus*, *S. parvus* и *S. semipulcher*.

Отмечена прямая зависимость увеличения видового богатства рода *Scenedesmus* от повышения прозрачности и прогревания воды. Наибольшее видовое разнообразие приходится на конец июля — первую половину августа.

К водорослям, развивающим наиболее высокую численность в водах Ваха, относятся *Scenedesmus apiculatus*, *S. ellipticus* и *S. quadricauda*.

*Scenedesmus quadricauda* занимает заметное место в формировании общей численности и биомассы, развивается с начала мая, достигает максимумов к середине июля — началу августа (19,8—23,3°) и заканчивает вегетацию в первой декаде декабря. Вид регулярно доминирует в летне-осенний период, занимая по численности третье место в доминантном комплексе планктона р.Вах.

В горизонтальном распределении выявлено, что в условиях левого пойменного течения устья реки численность водорослей оказалась наибольшей и соответствует самым высоким значениям численности водорослей на 1 литр, превосходя численность клеток, выявленную в зоне правого берега, в фарватере численность исследуемых водорослей оказалась самой низкой.

**Ключевые слова:** водоросли; планктон; *Scenedesmus*; река Вах; разнообразие; численность, частота встречаемости в пробах.

**Сведения об авторах:** Скоробогатова Ольга Николаевна<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Науменко Юрий Витальевич<sup>2</sup>, доктор биологических наук, заместитель директора по науке; Федорова Виктория Михайловна<sup>3</sup>, Семочкина Мария Александровна<sup>4</sup>.

**Место работы:** <sup>1</sup> Нижевартовский государственный университет; <sup>2</sup> Центральный Сибирский ботанический сад СО РАН; <sup>3</sup> ОАО НИЦ «Нефтегаз»; <sup>4</sup> ОАО «Варьеганнефтегаз».

**Контактная информация:** <sup>1</sup> 628611, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, д. 11, e-mail: Olnics@yandex.ru; <sup>2</sup> 630090, г. Новосибирск, ул. Золотогоринская, д. 101, e-mail: Naumenko55@ngs.ru; <sup>3</sup> 628464, г. Радужный, 2-й микрорайон, д. 21, e-mail: VMSitnikova@rosneft.ru; <sup>4</sup> 628616, г. Нижневартовск, ул. Авиаторов, д. 11, e-mail: manyashka-nv@mail.ru

Река Вах — правый приток Оби, ее длина в зависимости от водности колеблется от 964 до 1024 км, ширина достигает 600 м в устье, максимальная глубина — 19 м — наблюдается в районе 330 км, скорость течения 0,3—1,1 м/сек. Водосборная площадь 76 700 км<sup>2</sup>, средний годовой сток 21 км<sup>3</sup>. Бассейн реки расположен в лесной зоне Западно-Сибирской равнины, характеризуется континентальным климатом. Река равнинная с весенне-летним половодьем (2,5 месяца), основным является снеговое питание (65% годового стока). Для летне-осенней межени характерны высокие уровни [4]. По морфометрическим, гидрологическим, гидрохимическим показателям Вах делится на 3 участка: верхний, средний и нижний.

Целью работы является анализ видового разнообразия рода *Scenedesmus* Меуен в реке Вах, определению степени зависимости развития численности и распространения этих водорослей от условий окружающей среды.

Материалом исследования послужили более 800 проб фитопланктона. Одни из них проводились круглогодично в 2005—2007 гг. В этот период было выбрано 4 гидробиологических створа: пос. Ларьяк и Корлики — в верхнем, пос. Ваховск — в среднем и переправа через р. Вах в направлении г. Нижневартовск — Стрежевой (координаты: 60°55'41" с.ш., 76°53'36" в.д.) — в нижнем течении. Также пробы отбирали маршрутным методом по всему течению реки объемом 1 литр в летне-осенние месяцы в основном русле с поверхностного слоя воды в трех точках (правый, левый берег и середина) [15]. В работе проанализированы также материалы, полученные в 2005—2006 гг. в ходе летних альгологических наблюдений в створе, находящемся в 600 м от места впадения Ваха в реку Обь [18], и пробы, отобранные 10 июля 2011 г. в районе уже названной переправы, расположенной в 22 км от устья р. Вах [13].

В основном пробы отбирали простым зачерпыванием воды с глубины 0,2 м, 3 раза в месяц, одновременно определяя цветность, температуру, прозрачность воды по диску Секке и активную реакцию воды с помощью портативного рН-тестера марки рНs can WP2. Однако в период

исследований 2011 г. пробы отбирались батометром Молчанова, наряду с оценкой основных гидрологических измерений, кроме того в водах этого периода определено содержание кислорода кислородомером (оксиметром) Mettler Toledo; кислотность среды — рН-метром SEVEN EASY S20-K лабораторным Mettler Toledo, дополнительно проведено определение токсичности согласно аттестованным методикам Нижневартовского отдела ФБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Уральскому федеральному округу» по ХМАО—Югре на тест-объектах *Chlorella vulgaris* Beijer [16] и *Ceriodaphnia affinis* [3].

Концентрация альгологического материала проводилась методом отстаивания, для изучения качественного состава пробы отбирали конической сетью из газа № 76. Определение водорослей производили на фиксированном формалином и живом материале. Для идентификации водорослей использовали отечественные и зарубежные определители согласно принятой в настоящее время таксономии *Scenedesmus* [19; 20].

Подсчет клеток проводили в камере Нажотта и Горяева в трехкратной повторности на микроскопах Микмед-5, «Ампливал» и Primo Star (Zeiss). При сапробиологической оценке водорослей руководствовались работами [2; 7; 8; 17; 18].

В ходе всех исследований максимальная температура воды в реке не превышала 26°C. Продолжительность ледостава в 2005—2007 гг. изменялась от 194 до 200 дней, с толщиной льда до 71 см, высотой снега до 40 см. Воды р. Вах гидрокарбонатные [1], слабоминерализованные, минерализация в период открытой воды 12,6—87,7 мг/л. Общая сумма ионов не выше 93,4 мг/л [11]. Концентрация общего железа в 2005—2007 гг. варьировала в пределах от 0,3 до 8,6 мг/л, вода в реке очень мягкая с общей жесткостью осенью 2007 г. 1,54—1,15 мг-экв/л, прозрачность воды не превышает 33 см, цветность высокая (35—196 градусов), рН изменяется в диапазоне от 5,3 до 8,1. Содержание кислорода 5,45 мг/л, острая и хроническая токсичность проб по результатам биотестирования на *Chlorella vulgaris* и *Ceriodaphnia affinis* не выявлена [16].

Таксономическое разнообразие, выраженное во флористическом богатстве и соотношении таксонов разного ранга, является одной из важнейших характеристик биологических сообществ. Оно отражает происхождение, эволюционный статус и обеспечивает их стабильность [6].

Самые первые сведения по водорослям планктона р. Вах приводит Ю.В.Науменко [9]. По его материалам с учетом современной таксономической градации рода *Scenedesmus* в реке было отмечено 2 вида (табл. 2). По наблюдениям в устьевой зоне реки (600 м от впадения в Обь) за летне-осенний сезон 2005—2006 гг. выявлено 8 водорослей рода *Scenedesmus* (табл. 1). В этот период в группу особо активных водорослей рода *Scenedesmus*, т.е. встречаемых в пробах более чем в 75%, не выявлено, в группу высокоактивных вошли два вида *Scenedesmus quadricauda* 56—59% и *Scenedesmus acuminatus* 23—55%, соответственно по годам. Остальные, т.е. очень редко встречаемые в пробах, относятся к неактивным, из них наименьшая активность отмечена у *Scenedesmus semipulcher* 0,6—0,4%.

Пик наибольшего разнообразия в устьевой зоне 2005 г. наблюдался с 25 июля по 20 августа, при высокой прозрачности (80 см), температуре воды, колеблющейся от 18 до 20°C. Пик разнообразия 2006 г. держался с 24 июля по 19 сентября при прозрачности 70—65 см, температуре воды 19—17°C, что соответствует литературным данным [12] о прямой зависимости видового разнообразия рода *Scenedesmus* от прозрачности и температуры воды.

Данные о численности водорослей являются также очень важным показателем их вегетации и экологического состояния водоема, они отражены в таблице 1.

При анализе средних значений численности водорослей рода *Scenedesmus* по створам реки по месяцам наблюдается типичная тенденция нарастания их численности с июня, достигая наибольших значений в августе после прогревания вод реки до 20°C или в сентябре при прозрачности 60—70 см, затем ее стремительного падения до минимальных величин в августе, когда температура снижалась до 9—5°C.

В горизонтальном распределении обнаружено, что в условиях левого пойменного течения (рис. 1) численность водорослей оказалась наибольшей и соответствует самым высоким значениям численности водорослей на 1 литр, превосходя численность клеток, выявленную в зоне правого берега с низкой террасой (рис. 2).

В фарватере численность исследуемых водорослей оказалась самой низкой, видимо, в связи с высокой скоростью течения на этом участке реки, к которому водоросли-планктеры слабо адаптированы.

В результате проведенных исследований во все сезоны года периода 2005—2008 гг. в планктоне обнаружено 13 видовых и внутривидовых таксонов водорослей, относящихся к роду *Scenedesmus* [15].

За период исследования лишь 1 вид из обсуждаемого рода встречался на всем протяжении реки все годы и сезоны исследования, в том числе и в подледном планктоне — *Scenedesmus quadricauda* [14].

Наибольшее число видов, разновидностей и форм (10) выявлено в маловодный 2006 г., наименьшее — в средний по водности 2005 г. (8), в многоводном 2007 г. отмечено 10 таксонов (табл. 1).

Таблица 1

Среднемесячная численность (тыс. кл/л) водорослей рода *Scenedesmus*, выявленная в устьевой зоне р. Вах в летне-осенний период 2005—2006 гг.

Створ/Месяц	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
2005 год					
Левое течение	370	620	900	820	100
Правое течение	50	500	530	440	50
Фарватер	90	420	360	240	0
Среднее значение	170	513	596	500	50
2006 год					
Левое течение	60	270	700	1560	40
Правое течение	100	420	410	1470	20
Фарватер	30	500	250	1200	0
Среднее значение	63	396	453	1410	20

Таблица 2

**Видовой состав рода *Scenedesmus* Мейен в планктоне реки Вах  
и эколого-географическая приуроченность выявленных водорослей**

№ п/п	Вид	1989 г. Ю.В.Нау- менко	2005 г. 2006 г. (600 м) В.М.Фе- дорова	2005 г. О.Н.Ско- робога- това			2006 г. О.Н.Ско- робога- това			2007 г. О.Н.Ско- робога- това			2011 г. (22 км) М.А.Се- мочкина	Эколого- географическая приуроченность водорослей				
				ВТ	СТ	НТ	ВТ	СТ	НТ	ВТ	СТ	НТ		М	Г	А	Гео	С
1	<i>Scenedesmus acuminatus</i> (Lagerh.) Chodat = <i>S. falcatus</i> Chod.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	?	?	?	k	о-β
2	<i>S. apiculatus</i> (W. et G. S. West) Chod.	—	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	П	i	?	k	?
3	<i>S. arcuatus</i> (Lemm.) Lemm.	—	—	+	—	+	+	+	—	+	+	—	—	П	i	?	k	β
4	<i>S. armatus</i> (Chod.) Chod.	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+	П	i	?	k	β
5	<i>S. circumfusus</i> var. <i>bicaudatus</i> Hortob.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	?	?	?	?	?
6	<i>S. ellipticus</i> Corda	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	П	i	?	k	о-β
7	<i>S. sempervirens</i> Chod.	—	—	—	—	+	+	—	+	+	+	+	—	П	i	i	k	?
8	<i>S. magnus</i> Meyen = <i>S. magnus</i> var. <i>naegelii</i> (Breb.) Tzar.	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	+	?	?	?	?	?
9	<i>S. obliquus</i> (Turp.) = <i>S. acutus</i> Meyen	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	—	+	П	i	?	k	β
10	<i>S. obtusus</i> Meyen	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	П	i	i	k	β
11	<i>S. parvus</i> (G.M.Smith) Bourelly et Mangun	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	?	?	?	?	?
12	<i>S. quadricauda</i> (Turp.) Breb.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	П	i	i	k	β
13	<i>S. semipulcher</i> Hortob.	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	П	i	?	k	β
14	<i>S. subspicatus</i> Chod. = <i>S. gutwinskii</i> Chod.	—	—	+	—	—	+	+	—	+	+	+	+	П	i	?	k	о-β
		2	8	7	3	6	11	8	9	6	9	8	10					

Примечание: *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chodat = *S. falcatus* Chod. Вид до знака «⇐» — это таксон, принятый на 2014 г., после знака «⇒» — это таксон по П.М.Царенко (1990 г.); ВТ — верхнее течение реки, СТ — среднее течение, НТ — нижнее течение; «+» — обнаруженные водоросли; «—» — водоросли на этом участке не выявлены; М — местообитание: П — планктонные; ? — мало изученные в эколого-географической приуроченности; Г — галобность; i — индифференты; Гео — географическое распространение; k — космополиты; С — сапробность; β — бета-мезосапробы, о-β — олиго-бета-мезосапробы.

Общими для всех лет изучения оказалось 8 видов: *Scenedesmus acuminatus*, *S. apiculatus*, *S. arcuatus*, *S. ellipticus*, *S. sempervirens*, *S. obliquus*, *S. quadricauda* и *S. subspicatus*.

Виды рода *Scenedesmus* по течению реки распространены неравномерно. За весь период исследования наибольшее число видовых и внутривидовых таксонов выявлено в нижнем течении реки (13), наименьшее — в среднем (9), в верховьях обнаружено 10.

При изучении состава и структуры водорослей в вертикальном створе (переправа) 10 июля 2011 г. выявлено 11 видовых и внутривидовых таксонов рода *Scenedesmus*. Четыре из них: *S. apiculatus*, *S. obliquus*, *S. gutwinskii* и *S. quadricauda* обнаружены по всей толщине створа, т.е. в диапазоне 0,2—6 м; *Scenedesmus acuminatus*, *S. armatus*, *S. ellipticus* встречались до глубины 3 м. Водоросли *S. acutus*, *S. magnus* и *S. parvus* выявлены единично в 0,2—2 м.



Рис. 1. Левая часть створа (левое течение устья р.Вах), снимок сделан 30 июня 2006 г.

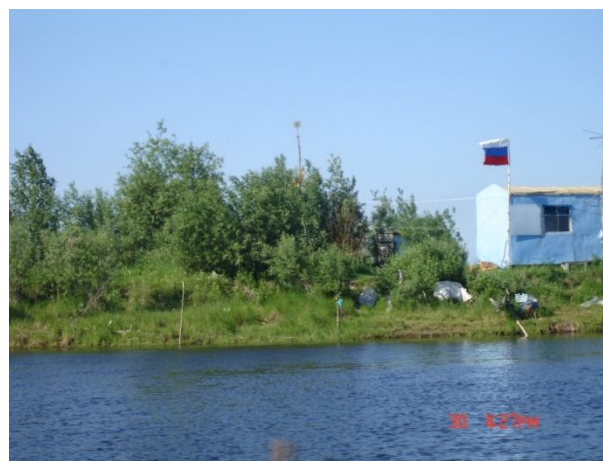


Рис. 2. Правая часть створа (правое течение устья р.Вах), снимок сделан 30 июня 2006 г.

В ходе анализа всех результатов исследований фитопланктона р.Вах в составе рода *Scenedesmus* установлено 13 видов, представленных 14 видовыми и внутривидовыми таксонами (табл. 2).

1. *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod. = *S. falcatus* Chod. Пресноводный космополит. Олиго-бета-мезосапробионт. Регулярно находили по течению реки. Является типичным представителем планктона. Его появление в Вахе отмечено на всех участках реки в июне: у пос. Ларьяк (Верхний Вах) во второй декаде июня в период 2005—2006 гг. с численностью 3,9 тыс. кл/л при прозрачности 40 см,  $t$  20,8 и 19°C соответственно. В многоводном 2007 г. вид первый раз встречен там же, в июле  $t$  воды 17—23°C, рН 6,3, прозрачность 48 см.

Верхний Вах: у пос. Корлики VII 2006 г. 51,9 тыс. кл/л; VIII 2006 г. 20,0 тыс. кл/л.

Верхний Вах: у пос. Ларьяк VII 2005 г. 17,7 тыс. кл/л,  $t$  воды 20,8—20,2°C, прозрачность 40—30 см; VIII 2005 г. 22,0 тыс. кл/л,  $t$  воды 20°C, прозрачность 55 см; VII 2006 г. 83,8 тыс. кл/л,  $t$  воды 24—22°C; VIII 2006 г. 27,9 тыс. кл/л,  $t$  воды 25—11°C; IX 2006 г. 6,1 тыс. кл/л,  $t$  воды 12—7°C.

Средний Вах: у пос. Ваховск VII 2005 г. 2,7 тыс. кл/л,  $t$  воды 12—13°C, рН 7,6, прозрачность 65 см; VIII 2005 г. 19,8 тыс. кл/л,  $t$  воды 12°C, прозрачность 70 см; IX 2005 г. 3,5 тыс. кл/л,  $t$  воды 12°C, прозрачность 70 см; X 2005 г. 1,6 тыс. кл/л,  $t$  воды 3°C, прозрачность 70 см; VI 2006 г. 4,4 тыс. кл/л,  $t$  воды 12—15°C, прозрачность 45—50 см; VIII 2006 г. 1,4 тыс. кл/л,  $t$  воды 17—10°C, прозрачность 60 см; IX 2006 г. 4,0 тыс. кл/л,  $t$  воды 12—6°C, прозрачность 60—70 см; VII 2007 г. 3,6 тыс. кл/л,  $t$  воды 17—

23°C; VIII 2007 г. 1,4 тыс. кл/л; 10.09.2007 г. 10,7 тыс. кл/л.

Нижний Вах: у переправы VII 2005 г. 6,4 тыс. кл/л; VIII 2005 г. 55,4 тыс. кл/л,  $t$  воды 13—19°C, рН 7,6, прозрачность 50 см; IX 2005 г. 8,5 тыс. кл/л,  $t$  воды 10°C, прозрачность 35 см; 8.06.2006 г. 13,3 тыс. кл/л,  $t$  воды 11°C, рН 7,0, прозрачность 60 см; 16.08.2006 г. 18,0 тыс. кл/л,  $t$  воды 22°C, прозрачность 80 см; 10.10.2006 г. 10,7 тыс. кл/л,  $t$  воды 4°C, рН 7,0, прозрачность 72 см; 30.07.2007 г. 16,0 тыс. кл/л,  $t$  воды 19°C, рН 7,3, прозрачность 48 см; VIII 2007 г. 17,0 тыс. кл/л,  $t$  воды 19—16°C, рН 7,2—7,5; 6.09.2007 г. 13,3 тыс. кл/л,  $t$  воды 9°C; 10.07.2011 г. клетки вида обнаружены на глубине 0,2—3 м, в поверхностном слое  $t$  воды 19°C, рН 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

2. *Scenedesmus apiculatus* (W. et G.S. West) Chod. Пресноводный космополит. Индифферент (соли). Является типичным для реки, встречается часто по всей ее длине, наиболее раннее начало вегетации с численностью 2,3 тыс. кл/л воды выявлено в 20 км от устья реки Вах (переправа) в мае многоводного 2007 г. при температуре воды 6°C, прозрачности 70—72 см, рН 7,2. Окончание вегетации вида совпадает с первой декадой сентября, наиболее позднее развитие этого вида наблюдали 1 октября маловодного 2006 г. с численностью 93,6 тыс. кл/л при температуре воды 2°C.

Верхний Вах: на 770 км от устья реки 8.06.2006 г. 5,7 тыс. кл/л,  $t$  воды 11°C, рН 7,9, прозрачность 79 см; на 510 км 18.09.2007 г. 80,0 тыс. кл/л.

Верхний Вах: у пос.Ларьяк VI 2005 г. 1,9 тыс. кл/л,  $t$  воды 20,8°C, прозрачность 40 см; 1.08.2005 г. 62,0 тыс. кл/л,  $t$  воды 20°C,

прозрачность 55 см; 20.06.2006 г. 35,9 тыс. кл/л, t воды 19°C; VII 2006 г. 75,3 тыс. кл/л, t воды 24—22°C; VIII 2006 г. 471,3 тыс. кл/л, t воды 25—11°C; IX 2006 г. 132,6 тыс. кл/л, t воды 12—7°C; 1.10.2006 г. 93,6 тыс. кл/л, t воды 2°C.

Средний Вах: у пос. Белорусский (350 км) 10.09. и 19.09.2007 г. 80,0 и 66,6 тыс. кл/л соответственно.

Средний Вах: у пос. Ваховск (300 км) VIII 2005 г. 3,1 тыс. кл/л, t воды 12°C, прозрачность 70 см; VII 2006 г. 13,3 тыс. кл/л, t воды 18°C, прозрачность 45 см; VIII 2006 г. 10,0 тыс. кл/л, t воды 17—10°C, прозрачность 60 см; 1.09.2006 г. 13,3 тыс. кл/л, t воды 12°C; 1.07.2007 г. 7,3 тыс. кл/л, t воды 17°C, 9.09. и 20.09.2007 г. 12,0 и 120,0 тыс. кл/л. соответственно.

Нижний Вах: на 230 км 9.09.2007 г. 37,3 тыс. кл/л.

Нижний Вах: у переправы Нижневартовск — Стрежевой (22 км), VI 2005 г. 14,6 тыс. кл/л, t воды 10—17°C, прозрачность 18—40 см; VIII 2005 г. 25,4 тыс. кл/л, t воды 13—19°C, pH 7,6, прозрачность 50 см; VIII 2006 г. 49,0 тыс. кл/л, t воды 22°C, прозрачность 80 см; 11.09.2006 г. 26,7 тыс. кл/л, t воды 11°C, прозрачность 61 см; V 2007 г. 2,3 тыс. кл/л, t воды 6°C, прозрачность 70—72 см, 6.09.2007 г. 50,0 тыс. кл/л; VII 2007 г. 0,9 тыс. кл/л, t воды 19°C, pH 6,3, прозрачность 48 см; VIII 2007 г. 7,4 тыс. кл/л, t воды 19—16°C, pH 7,2, прозрачность 72 см. 10.07.2011 г. клетки вида обнаружены на глубине 0,2—6 м, в поверхностном слое t воды 19°C, pH 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

3. *Scenedesmus arcuatus* (Lemm.) Lemm. Пресноводный космополит. Индифферент (соли). Бета-мезосапроб. В планктоне р. Вах наблюдали повсеместно с июля по сентябрь.

Верхний Вах: у пос. Ларьяк (470 км) во второй декаде VI 2005 г. обнаружена самая ранняя вегетация вида — 3,9 тыс. кл/л, t воды 20,8°C, прозрачность 40 см. В июле — сентябре численность вида находилась в диапазоне 1,5—29,8 тыс. кл/л.

Средний Вах: на 433 км 40 тыс. кл/л.

Средний Вах: у пос. Белорусский (350 км) 10.09.2007 г. 13,3 тыс. кл/л.

Средний Вах: у пос. Ваховск (300 км) обнаружена максимальная численность вида за весь период наблюдений в VII 2006 г. 29,8 тыс. кл/л, t воды 18°C, прозрачность 45 см; VIII 2006 г. 4,4 тыс. кл/л, t воды 17—10°C, прозрачность 60 см, заканчивает развитие вид в сезоне 2006 г.

1 сентября 5,3 тыс. кл/л, t воды 12°C; VII 2007 г. 5,3 тыс. кл/л, t воды 17—23°C; VIII 2007 г. 1,0 тыс. кл/л; 20.09.2007 г. 13,3 тыс. кл/л.

Нижний Вах: у переправы VII 2005 г. 2,5 тыс. кл/л; VIII 2005 г. 15,4 тыс. кл/л, t воды 13—19°C, pH 7,6, прозрачность 50 см; VII 2006 г. 13,5 тыс. кл/л, t воды 23°C, прозрачность 75 см; 11.09.2006 г. 4,4 тыс. кл/л, t воды 11°C, прозрачность 61 см; X 2006 г. 1,5 тыс. кл/л, t воды 4°C, pH 6,3—7,0, прозрачность 65—72 см; VII 2007 г. 1,8 тыс. кл/л, t воды 19°C, pH 6,3, прозрачность 48 см; VIII 2007 г. 5,0 тыс. кл/л, t воды 19—16°C, pH 7,2, прозрачность 65—72 см; IX 2007 г. 7,6 тыс. кл/л, t воды 16—12°C, pH 7,4, прозрачность 62—70 см; XI 2007 г. 7,1 тыс. кл/л, t воды 2°C, лед.

4. *Scenedesmus armatus* (Chod.) Chod. = *S. helveticus* Chod. Пресноводный космополит. Индифферент (соли). Бета-мезосапроб. Вид в планктоне реки Вах встречался редко, единично — мало.

Верхний Вах: у пос. Корлики VII 2006 г. 31,9 тыс. кл/л; VIII 2006 г. 20 тыс. кл/л.

Верхний Вах: у пос. Ларьяк 1.08.2006 г. 6,6 тыс. кл/л, t воды 25°C.

Нижний Вах: у переправы обнаружен только в 2007 г., VIII — 8,9 тыс. кл/л, t воды 19—16°C, прозрачность 65—72 см, pH 7,2—7,3; IX — 3,1 тыс. кл/л, t воды 16—12°C, прозрачность 62—74 см, pH 7,4. 10.07.2011 г. клетки вида обнаружены на глубине 0,2—3 м, в поверхностном слое t воды 19°C, pH 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

5. *Scenedesmus ellipticus* Corda. Пресноводный космополит. Индифферент (соли). Олигобета-мезосапробионт. В планктоне реки Вах наблюдался редко, но повсеместно в летне-осенний период.

Верхний Вах: 770 км 8.06.2006 г. 11,5 тыс. кл/л, t воды 11°C, pH 7,9, прозрачность 99 см.

Верхний Вах: у пос. Корлики VII 2006 г. 12,0 тыс. кл/л; VIII 2006 г. 4,0 тыс. кл/л.

Верхний Вах: 517 км 12.09.2007 г. 13,3 тыс. кл/л.

Верхний Вах: у пос. Ларьяк VI 2005 г. 1,9 тыс. кл/л, t воды 20,8°C, прозрачность 40 см; VII 2005 г. 18,5 тыс. кл/л, t воды 20,8—20,2°C, прозрачность 40—30 см; 7.08.2005 г. 20,0 тыс. кл/л, t воды 20°C, прозрачность 55 см; X 2005 г. 17,6 тыс. кл/л, t воды 2°C, прозрачность 61 см; 19.09.2007 г. 6,6 тыс. кл/л.

Средний Вах: у пос. Белорусский (350 км) 6,7 тыс. кл/л; 19.09.2007 г. 13,3 тыс. кл/л.

Средний Вах: у пос. Ваховск VII 2006 г. 5,8 тыс. кл/л, t воды 17—10°C, прозрачность 60 см; V 2007 г. 0,3 тыс. кл/л, pH 7,2, t воды 6°C, прозрачность 70—72 см; VI 2007 г. 4,5 тыс. кл/л, t воды 12—17°C, прозрачность 47 см; VII 2007 г. 3,6 тыс. кл/л, t воды 17—23°C; VIII 2007 г. 0,6 тыс. кл/л; 9.09.2007 г. 4,0 тыс. кл/л.

Нижний Вах: 230 км 9.09.2007 г. 9,3 тыс. кл/л.

Нижний Вах: у переправы VI 2005 г. 8,9 тыс. кл/л, t воды 10—17°C, прозрачность 18—40 см; самая ранняя вегетация вида за время исследований отмечена в конце мая 2006 г. — 6,7 тыс. кл/л, t воды 11°C, pH 7,8; VI 2006 г. 6,4 тыс. кл/л, t 10—15°C, pH 7,8; прозрачность 60 см; VIII 2006 г. 4,3 тыс. кл/л, t воды 22°C, прозрачность 80; IX 2006 г. 2,2 тыс. кл/л, t воды 11—8°C, прозрачность 72 см; VI 2007 г. 13,3 тыс. кл/л, t 12—17°C, pH 7,0, прозрачность 47 см; IX 2007 г. 1,5 тыс. кл/л, t воды 12°C, pH 7,4; прозрачность 62—70 см; 10.07.2011 г. клетки вида обнаружены на глубине 0,2—3 м, в поверхностном слое t воды 19°C, pH 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

6. *Scenedesmus sempervirens* Chod. Пресноводный космополит. Индифферент (соли, pH). Отношение к сапробности не определено.

Верхний Вах: у пос. Корлики вид отмечен в VIII 2006 г. (27,0 тыс. кл/л), в VIII и IX 2007 г. соответственно 2,2 и 4,9 тыс. кл/л.

Верхний Вах: у пос. Ларьяк вид наблюдается с июня по сентябрь — 13,3—60,9 тыс. кл/л, при t воды 7—19°C.

Нижний Вах: у переправы Нижневартовск — Стрежевой выявлен 9.09.2005 г. с численностью 8,6 тыс. кл/л, t воды 10°C, прозрачность 35 см; в маловодном 2006 г. отмечена самая ранняя вегетация вида за весь исследуемый период: VI в этом же створе 17,5 тыс. кл/л, t воды 11°C, прозрачность 60 см. 9.09.2007 г. 4,9 тыс. кл/л, t воды 16°C, pH 7,4, прозрачность 70 см. Здесь же 3.10.2007 г. является самым поздним периодом развития этой водоросли — 0,9 тыс. кл/л, t воды 8°C, прозрачность 62 см.

7. *Scenedesmus circumfusus*. var. *bicaudatus* Hortob. Вид в эколого-географическом отношении изучен слабо. Встречался в Вахе единично.

Верхний Вах: у поселка Ларьяк 1.10.2006 г. 16 тыс. кл/л, t воды 4°C.

8. *Scenedesmus parvus* (G.M.Smith) Bourelly et Mangun. Мало изученный в эколого-географическом отношении вид. Отмечен единично.

Нижний Вах: у переправы 10.07.2011 г. единичные ценобии вида обнаружены на глубине 2 м, pH 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

9. *Scenedesmus magnus* Meyen = *Scenedesmus magnus* var. *naegelii* (Breb.) Tzar. Мало изученный в эколого-географическом отношении вид. В планктоне реки Вах встречался редко с небольшой численностью. Отмечен единично в двух створах по всей длине реки.

Верхний Вах: на 517 км реки вид выявлен 12.09.2007 г. с численностью 4,0 тыс. кл/л.

Средний Вах: у пос. Ваховск вид развивался с VII по IX 2006 г. с численностью 3,5—0,4 тыс. кл/л, t воды 18—10°C, прозрачность 45—60 соответственно и в VIII 2007 г. найдено 3,6 тыс. кл/л, t воды 12°C, прозрачность 75 см. 10.07.2011 г. единичные ценобии вида обнаружены на глубине 2 м, pH 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

10. *Scenedesmus obliquus* (Turp.) Kütz. = *S. acutus* Meyen. Пресноводный космополит. Индифферент (соли). Бета-мезосапробионт. В планктоне Ваха регистрируется повсеместно в летне-осенний период, являясь типичным видом для реки.

Верхний Вах: у пос. Корлики VI 2006 г. 6,0 тыс. кл/л, t воды 11°C, прозрачность 78 см; VII 2006 г. 39,9 тыс. кл/л; VIII 2006 г. 28 тыс. кл/л.

Верхний Вах: на 600-м км по левому течению 6.06.2006 г. 9,0 тыс. кл/л, t воды 11°C, pH 7,8, прозрачность 80 см.

Верхний Вах: у пос. Ларьяк VI 2005 г. 9,9 тыс. кл/л, t воды 20,8°C, прозрачность 40 см; VII 2005 г. 12,5 тыс. кл/л, t воды 20,8—20,2°C, прозрачность 40—30 см; 7.08.2005 г. 11,1 тыс. кл/л, t воды 20°C, прозрачность 55 см; 20.06.2006 г. 15,9 тыс. кл/л, t воды 19°C; VII 2006 г. 28,9 тыс. кл/л, t воды 24—22°C; VIII 2006 г. 12,5 тыс. кл/л, t воды 25—11°C; 1.09.2006 г. 19,5 тыс. кл/л, t воды 12°C; X 2006 г. 28,0 тыс. кл/л, t воды 2°C; прозрачность 78 см.

Средний Вах: у пос. Ваховск VII 2006 г. 3,6 тыс. кл/л, t воды 18°C, прозрачность 45 см; VIII 2006 г. 9,5 тыс. кл/л, t воды 17—10°C, прозрачность 60 см; IX 2006 г. 2,6 тыс. кл/л, t воды 12—6°C, прозрачность 60—70 см; 1.07.2007 г. 2,9 тыс. кл/л, t воды 17°C; 10.08.2007 г. 13,3 тыс. кл/л.

Нижний Вах: у переправы 8.06.2006 г. 10,3 тыс. кл/л, t воды 11°C, pH 7,0, прозрачность 60 см; 10.07.2011 г. клетки вида обнаружены

в вертикальном створе на глубине 0,2—6 м, в поверхностном слое  $t$  воды  $19^{\circ}\text{C}$ , рН 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45; VIII 2007 г. 1,5 тыс. кл/л,  $t$  воды  $19—16^{\circ}\text{C}$ , рН 7,2, прозрачность 65—72 см.

11. *Scenedesmus obtusus* Meyen. Пресноводный космополит. Индифферент (соли, рН). Бета-мезосапробионт. В планктоне Ваха обнаружен только в устьевой зоне реки.

Нижний Вах: у переправы VI 2006 г. 2,9 тыс. кл/л,  $t$  воды  $12—17^{\circ}\text{C}$ , рН 7,0, прозрачность 47 см; 7.07.2006 г. 2006 г. 2,7 тыс. кл/л,  $t$  воды  $19^{\circ}\text{C}$ , рН 6,3, прозрачность 48 см, цветность болотно-зеленая. 10.07.2011 г. единичные ценобии вида обнаружены на глубине 2 м, рН 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

12. *Scenedesmus semipulcher* Hortob. Планктонный космополит. Индифферент (соли). Бета-мезосапробионт.

Верхний Вах: у пос. Корлики выявлен единично в верхнем течении, в VII 2006 г. 2,0 тыс. кл/л.

13. *Scenedesmus quadricauda* — повсеместно распространенный, планктонный и часто встречающийся вид, обычен в толще воды, у дна, на погруженных предметах различных типов водоемов. В Оби *S. quadricauda* занимает заметное место в формировании общей биомассы, развивается с начала мая, достигает максимумов к середине июля — началу августа ( $19,8—$

$23,3^{\circ}$ ) и заканчивает вегетацию в первой декаде декабря, доминирует редко [10].

В планктоне р. Вах активное развитие *S. quadricauda* наблюдается по мере прогревания его вод. В отличие от всех представителей водорослей рассматриваемого рода, а также отдела *S. quadricauda* имеет наибольшее значение в формировании общей биомассы планктона р.Вах. Вид в р.Вах, как правило, появляется в начале мая ( $0,2—3,0^{\circ}\text{C}$ ) и в течение всего месяца численность его не превышает 23 тыс. кл/л (табл. 3). Наиболее раннее увеличение численности этого вида повсеместно наблюдается в многоводном 2007 г., оно приурочено ко второй декаде апреля.

В маловодном 2006 г. нарастание *S. quadricauda* в среднем течении происходит с первой декады ( $3,6^{\circ}\text{C}$ ), в нижнем — с третьей декады мая ( $6,0^{\circ}\text{C}$ ). При прогревании воды в начале июня до  $9—12^{\circ}\text{C}$  происходит увеличение численности вида в 2 раза, максимум обилия вида приурочен к концу июля — началу августа при температуре воды  $19,0—23,0^{\circ}\text{C}$ . Максимальных величин — 360,1 тыс. кл/л ( $0,105\text{ мг/л}$ ) — *S. quadricauda* достигает в середине августа маловодного 2006 г. по правому берегу в районе нижнего течения (устьевой участок). Вегетацию в р.Вах *S. quadricauda* заканчивает обычно подо льдом в середине ноября, но в 2005 г. единичные ценобии встречены в феврале. В марте вид не отмечен.

Таблица 3

Среднемесячная численность *Scenedesmus quadricauda* (тыс. кл/л) в р.Вах

С/Месяц	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2005 год											
п. Ларьяк	—	—	0	0	9,8	28,0	32,0	—	3,0	1,0	0
п. Ваховск	4,4	0	2,9	—	12,7	24,6	50,7	119,0	13,8	0	0
устье (переправа)	0	0	0	—	55,3	72,4	82,5	15,7	2,6	—	13,7
в среднем по реке	2,2	0	1,0	0	25,9	41,7	55,0	67,4	6,5	0,5	4,6
2006 год											
п. Корлики	—	—	—	—	8,0	96,0	100,0	—	—	—	—
п. Ларьяк	0	0	—	—	33,9	120,0	41,0	34,0	5,6	—	—
п. Ваховск	0	0	0	7,2	21,7	104,0	74,0	3,2	0	0	0
устье (переправа)	0	0	0	22,8	26,7	144,4	269,0	105,5	14,2	3,5	0
в среднем по реке	0	0	0	15,0	22,6	116,1	121,0	47,6	6,6	17,5	0
2007 год											
п. Ларьяк	—	—	—	—	—	—	—	10,0	—	—	—
п. Ваховск	0	0	3,3	6,5	—	41,3	50,0	23,0	13,6	4,3	0
устье (переправа)	0	0	1,8	13,1	22,4	36,9	112,4	60,2	20,4	10,2	6,6
в среднем по реке	0	0	2,6	9,8	22,4	39,1	81,2	31,1	17,0	7,3	3,3
2008 год											
устье (переправа)	0	0	0	3,3	14,2	—	—	—	—	—	—

Примечание: С — створ, п. — поселок, «←» — пробы не брали, «0» — водоросли в пробах не обнаружили.

Наивысшие среднемесячные значения численности вида обнаружены в районе переправы во второй декаде августа 2006 г. (269 тыс. кл/л; 15,0°C). Следует заметить, что максимальная численность *S. quadricauda* в этом районе всегда наблюдается в первой — второй декадах августа. В районе Среднего Ваха наибольшая численность зафиксирована в середине сентября 2005 г., колеблется в пределах 86,6—126,0 тыс. кл/л, в другие годы исследования — во второй декаде июля. Заметное снижение численности вида приурочено к концу августа — началу сентября. Зимой *S. quadricauda* встречается редко и с низкой численностью.

Вид регулярно доминирует в летне-осенний период, занимая по численности третье место в доминантном комплексе планктона р. Вах, чаще доминирует в верховьях, преимущественно в маловодном 2006 г., в Среднем и Нижнем Вахе регулярным доминантом является в многоводном 2007 г. [21]

10.07.2011 г. вид наблюдается на глубине 0,2—6 м, в поверхностном слое температура воды 19°C, рН 7,1, прозрачность 35 см, насыщенность воды кислородом 5,45.

14. *Scenedesmus subspicatus* Chod. = *S. gutwinski* Chod. Планктонный космополит. Ин-

дифферент (соли). Олиго-бета-мезосапроб. Вид отмечался повсеместно, нерегулярно.

Верхний Вах: на 517 км от устья реки 12.09.2007 г. 13,3 тыс. кл/л.

Верхний Вах: у пос. Ларьяк VI 2005 г. 3,9 тыс. кл/л, t воды 20,8°C, прозрачность 40 см; VII 2006 г. 14,8 тыс. кл/л, t воды 24—22°C, VIII 2006 г. по правому течению 26,5 тыс. кл/л, t воды 25—11°C, 1.09.2006 г. 20,0 тыс. кл/л, t воды 12°C.

Средний Вах: 433 км 10.09.2007 г. 20,0 тыс. кл/л.

Средний Вах: у пос. Белорусский (350 км) 10.09.2007 г. 20 тыс. кл/л.

Средний Вах: у пос. Ваховск VIII 2006 г. 0,7 тыс. кл/л, t воды 17—10°C, прозрачность 60 см, IX 2006 г. 2,7 тыс. кл/л, t воды 12—6°C, прозрачность 60—70 см.

Средний Вах: 230 км 20.09.2007 г. 10,7 тыс. кл/л.

Нижний Вах: у переправы VIII 2007 г. 1,5 тыс. кл/л, t воды 19—16°C, рН 7,2, прозрачность 65—72 см; IX 2007 г. 1,6 тыс. кл/л, t воды 16—12°C, рН 7,4, прозрачность 62—70 см; 3.10.2007 г. 2,7 тыс. кл/л, t воды 8°C, прозрачность 62 см.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л., 1953.
2. Барина С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей — индикаторов сапробности (российский Дальний Восток). Владивосток, 1996.
3. Биологические методы контроля. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости цериодафний. М., 2007.
4. Западная Сибирь. Природные условия и естественные ресурсы СССР / Под общ. ред. Г.Д.Рихтера. М., 1963.
5. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Л., 1969.
6. Комулайнен С.Ф. Водоросли в озерно-речных системах восточной Феноскандии // Тр. Карел. науч. центра РАН. Биогеография Карелии. Петрозаводск, 2005. Вып. 7.
7. Макрушин А.В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов — индикаторов загрязнения. Л., 1974.
8. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Л., 1974.
9. Науменко Ю.В. Водоросли планктона реки Вах (Западная Сибирь) // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2001. Вып. 7.
10. Науменко Ю.В. Доминанты фитопланктона реки Оби // Ботанический журнал. 1998. Т. 83. № 10.
11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики (1963—1970 гг.). Л., 1975. Т. 15. Вып. 1. Верхняя и Средняя Обь.
12. Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М., 2003.
13. Семочкина М.А. Видовой состав и динамика водорослей в вертикальном разрезе устья р.Вах // XIV студенческая и IX школьная науч.-практ. конф.: Сборник конф. (Нижевартовск, 16—17 апреля 2012 г.). Нижевартовск, 2012.
14. Скоробогатова О.Н., Науменко Ю.В. Об изучении фитопланктона р.Вах в зимний период // Тр. VII Междунар. науч.-практ. конф. Барнаул, 2008.
15. Скоробогатова О.Н. Фитопланктон реки Вах: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2010.

16. Токсикологические методы анализа. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по измерению оптической плотности тест-культуры водоросли хлорелла. М., 2007.
17. Унифицированные методы исследования качества вод. М., 1977. Ч. 3. Методы биологического анализа вод.
18. Федорова В.М. Результаты исследованных зеленых водорослей рода *Scenedesmus* и *Pediastrum* фитопланктона устья реки Вах за летне-осенний сезон 2005—2006 годов // Тез. докл. IX студенческой науч. конф. Нижневарт. гуманит. ун-та. Нижневартовск, 2007.
19. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев, 1990.
20. Public Algaebase. URL: <http://www.algaebase.org>
21. Skorobogatova O.N., Naumenko Yu.V. Phytoplankton in the Vakh river in seasonal and interannual aspect (Численность фитопланктона реки Вах в межгодовом аспекте) // International Conference on European Science and Technology. Wiesbaden, 2012.

## REFERENCES

1. Alekin O.A. *Osnovy gidrokhimii* [Basics of hydrochemistry]. Leningrad, 1953 (in Russian).
2. Barinova S.S., Medvedeva L.A. *Atlas vodorosley — indikatorov saprobnosti (Rossiyskiy Dal'niy Vostok)* [The atlas of saprobity-indicating algae (Russian Far East)]. Vladivostok, 1996 (in Russian).
3. *Biologicheskie metody kontrolya. Metodika opredeleniya toksichnosti vody i vodnykh vytyazhek iz pochv, osadkov stochnykh vod, othodov po smertnosti i izmeneniyu plodovitosti tseriodafnii* [Biological control methods. Using the indicators of daphnia mortality and fertility changes as a method of determining the toxicity of water and aqueous of soil extracts, sewage sludge, and waste]. Moscow, 2007 (in Russian).
4. *Zapadnaya Sibir. Prirodnye usloviya i estestvennye resursy SSSR* [Western Siberia. Natural conditions and natural resources of the USSR] / Ed. by G.D.Rihter. Moscow, 1963 (in Russian).
5. Kiselev I.A. *Plankton morey i kontinentalnykh vodoemov* [Sea and inland water body plankton]. Leningrad, 1969 (in Russian).
6. Komulaynen S.F. *Vodorosli v ozerno-rechnykh sistemakh vostochnoy Fenoskandii* [Algae in the lake and river systems of Eastern Fennoscandia] // Karelsky Research Institution of the RAS. Biogeografiya Karelii. Petrozavodsk, 2005. Issue 7 (in Russian).
7. Makrushin A.V. *Bibliograficheskiy ukazatel po teme: «Biologicheskiy analiz kachestva vod» s prilozheniem spiska organizmov — indikatorov zagryazneniya* [Bibliographic directory on the Biological Analysis of Water Quality with a list of pollution-indicating organisms]. Leningrad, 1974 (in Russian).
8. Makrushin A.V. *Biologicheskiy analiz kachestva vod* [Biological analysis of water quality]. Leningrad, 1974 (in Russian).
9. Naumenko Yu.V. *Vodorosli planktona reki Vah (Zapadnaya Sibir)* [Planktonic algae of the Vakh River (Western Siberia)] // *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazahstana*. 2001. Issue 7 (in Russian).
10. Naumenko Yu.V. *Dominanty fitoplanktona reki Obi* [Phytoplankton dominants of the Ob River] // *Botanicheskiy zhurnal*. 1998. Vol. 83. № 10 (in Russian).
11. *Resursy poverhnostnykh vod SSSR. Osnovnye gidrologicheskie kharakteristiki (1963—1970 gg.)* [Surface water resources of the USSR. Major hydrological characteristics (1963—1970)]. Leningrad, 1975. Vol. 15. Issue 1 (in Russian).
12. Sadchikov A.P. *Metody izucheniya presnovodnogo fitoplanktona: Metodicheskoe rukovodstvo* [A guidebook on methods of studying freshwater phytoplankton]. Moscow, 2003 (in Russian).
13. Semochkina M.A. *Vidovoy sostav i dinamika vodorosley v vertikalnom razreze ustiya r. Vakh* [Species composition and algae dynamics in the vertical section of the Vakh River estuary] // XIV Studencheskaya i IX Shkol'naya nauchno-prakticheskaya konferentsiya: Sbornik konferentsii [Proceedings of the student research conference]. Nizhnevartovsk, 2012 (in Russian).
14. Skorobogatova O.N., Naumenko Yu.V. *Ob izuchenii fitoplanktona r. Vah v zimniy period* [On the study of phytoplankton in the Vakh River in winter period] // Tr. VII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Proceedings of the international research conference]. Barnaul, 2008 (in Russian).
15. Skorobogatova O.N. *Fitoplankton reki Vakh* [Phytoplankton of the Vakh River]: abstract of the thesis for the degree of Candidate of Biology. Novosibirsk, 2010 (in Russian).
16. *Toksikologicheskie metody analiza. Metodika opredeleniya toksichnosti pitevykh, prirodnnykh i stochnykh vod, vodnykh vytyazhek iz pochv, osadkov stochnykh vod, othodov po izmereniyu opticheskoy plotnosti test-kultury vodorosli khlorella* [Toxicological analysis methods. Method of determining the toxicity of drinking water, natural water and sewage, water extracts from soils, sewage sludge, waste by measuring the optical density of the tested *Chlorella* algae]. Moscow, 2007 (in Russian).

17. Unifitsirovannye metody issledovaniya kachestva vod [Standardized methods for studying water quality]. Moscow, 1977. Ch. 3. Metody biologicheskogo analiza vod [Part 3. Methods of biological water analysis] (in Russian).

18. Fedorova V.M. Rezultaty issledovannykh zelenykh vodorosley roda *Scenedesmus* i *Pediastrum* fitoplanktona ustya reki Vakh za letne-osenniy sezon 2005—2006 godov [The results of studying green algae *Scenedesmus* of genus *Pediastrum* and phytoplankton of the Vakh River in the summer-autumn season of 2005—2006] // Tezisy dokladov Devyatoy studncheskoy nauchnoy konferentsii Nizhnevartovskogo gumanitarnogo universiteta [Proceedings of the research conference in Nizhnevartosk University of Humanities]. Nizhnevartovsk, 2008 (in Russian).

19. Tsarenko P.M. Kratkiy opredelitel khlorokokkovykh vodorosley Ukrainskoy SSR [Short identifying guide for Chlorococcales algae in the Ukrainian SSR]. Kiev, 1990 (in Russian).

20. Public Algaebase. URL: <http://www.algaebase.org>

21. Skorobogatova O.N., Naumenko Yu.V. Phytoplankton in the Vakh river in seasonal and interannual aspect // International Conference on European Science and Technology. Wiesbaden, 2012.

**O.N.Skorobogatova**  
Nizhnevartovsk, Russia

**Yu.V.Naumenko**  
Novosibirsk, Russia

**V.M.Fedorova**  
Nizhnevartovsk, Russia

**M.A.Semochkina**  
Nizhnevartovsk, Russia

## RESULTS OF STUDYING GREEN ALGAE *SCENEDESMUS* MEYEN IN THE PLANKTON OF THE VAKH RIVER

**Abstract.** This paper is devoted to the study of algae belonging to the genus of *Scenedesmus* Meyen, family of *Scenedesmaceae*, class of *Chlorophyceae*, phylum of *Chlorophyta*, and assesses the dynamics of species richness and its development in equivalent to 1 liter of water. The researchers consider the environmental conditions for the development of algae and its spread along the Vakh River, including horizontal and vertical river stations. The paper contains the materials on the ecological and geographical characteristics of the species. The authors have taken into account the materials of the sampling conducted in the river in August 1989 and present the results of phytoplankton study conducted at the river estuary 600 m from the river's fall into the Ob River during summer and autumn season of 2005—2006. The discussion is based on the year-round research of 2005—2007 conducted along the entire body of the river. The data obtained as a result of observations of the estuarine vertical river station conducted July 10, 2011, are of particular scientific interest.

The researchers have used classical algology methods for the study [5, 12].

According to the modern taxonomic data [20], there are 14 intraspecific taxons belonging to the genus of *Scenedesmus* in the Vakh River.

12 species belonging to the genus of *Scenedesmus* were identified in the Vakh River for the first time.

The algae in more than 50% of the samples belong to the species of *Scenedesmus acuminatus*, *S. apiculatus*, *S. ellipticus* and *S. quadricauda*.

The following species are considered rare algae for the river: *Scenedesmus armatus*, *S. sempervirens*, *S. circumfusus* var. *bicaudatus*, *S. magnus*, *S. obtusus*, *S. parvus* and *S. semipulcher*. Some of them were individual samples, such as *Scenedesmus circumfusus* var. *bicaudatus*, *S. obtusus*, *S. parvus* and *S. semipulcher*.

The study has revealed a positive relationship between the increasing transparency and warmth of the river waters and the increasing species diversity of *Scenedesmus* genus. The greatest diversity is during the period between the end of July and the first half of August.

The most growing algae are *Scenedesmus apiculatus*, *S. ellipticus* and *S. quadricauda*.

*Scenedesmus quadricauda* plays an important role in shaping the overall abundance and biomass in early May, reaching its growing peak in mid-July — early August (with temperature range of 19.8—23.3°C) and ending its growing season in the first week of December. This species usually dominates the summer-autumn period, ranking third in size in the dominant complex of the plankton in the Vakh River.

The horizontal distribution has revealed that the amount of algae was the highest in the conditions of the left bottomland flow of the river estuary and complied with the highest values of algae amount per 1 liter, surpassing the number of algae cells identified at the right bank of the river, whereas the amount of algae in the wake was the lowest.

**Key words:** algae; plankton; *Scenedesmus*; Vakh River; diversity; amount; frequency of occurrence in the samples.

**About the authors:** Olga Nickolaevna Skorobogatova<sup>1</sup>, Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Ecology; Yuri Vitalievich Naumenko<sup>2</sup>, Doctor of Biology, Deputy Director for Science; Victoria Mikhailovna Fedorova<sup>3</sup>, Maria Alexandrovna Semochkina<sup>4</sup>.

**Place of employment:** <sup>1</sup> Nizhnevartovsk State University; <sup>2</sup> Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences; <sup>3</sup> OAO NIC Neftegaz; <sup>4</sup> OAO Varyeganneftegaz.

---

УДК 581.5

Л.Е.Корчагина  
Нижневартовск, Россия

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ВЕРХОВЫХ БОЛОТ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ

**Аннотация:** Ханты-Мансийский автономный округ — Югра — один из крупнейших нефтедобывающих регионов мира. Производственная деятельность нефтегазовой отрасли оказывает значительное техногенное воздействие на природную среду. Разработка, добыча, транспортировка нефти неизбежно сопровождается углеводородным загрязнением окружающей среды, вследствие чего возникла острая проблема — загрязнение природных объектов нефтью и нефтепродуктами. Нефтяное загрязнение оказывает стрессовое воздействие на все виды биоты, включая и растения. Выявление связей между функциональными характеристиками растений и экологической обстановкой в местах их обитания широко используется в связи с возможностью прогнозирования реакции видов при различных антропогенных воздействиях, с последующим их использованием при оценке состояния нефтезагрязненных земель. На основе полученных данных возможно определение устойчивых к нефти видов местной флоры с целью рекомендации их при разработке методов фитомелиорации.

В настоящей статье приведены результаты исследований функциональных особенностей растений верховых болот в условиях нефтяного загрязнения на территории Среднего Приобья. Были изучены пигментная система, фотосинтетическая активность и продуктивность трех видов растений местной флоры (*Eriophorum vaginatum* L., *Carex acuta* L., *Typha latifolia* L.).

Выявлено, что нефтяное загрязнение почв снижает общее количество пигментов в ассимилирующих органах растений, в связи с этим наблюдается снижение процессов фотосинтеза и, как следствие, минимизация прироста органического вещества. Для более устойчивых к действию нефти видов растений (*Eriophorum vaginatum* L. и *Carex acuta* L.) характерно уменьшение соотношения хлорофиллов «а» и «b» и отношения суммы хлорофиллов к каротиноидам. Пигментная система растений и их фотосинтетическая активность является одним из критериев оценки влияния среды на растения; они могут также использоваться как индикаторы состояния почв при нефтяном загрязнении. Растения *Eriophorum vaginatum* L. и *Carex acuta* L. можно рекомендовать для использования при проведении фитомелиорации загрязненных нефтью почв.

**Ключевые слова:** листья растений; нефтяное загрязнение; биоиндикация; хлорофилл «а»; хлорофилл «b»; каротиноиды; фотосинтетическая активность; биологическая продуктивность.

**Сведения об авторе:** Корчагина Людмила Евгеньевна, аспирант кафедры экологии Нижневартовского государственного университета.

**Место работы:** ЗАО «СибНИПИРП».

**Контактная информация:** 628617, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, 11, тел.: 922556885, e-mail: lemazunina@rambler.ru

---

В настоящее время значительная часть земель Среднего Приобья загрязнены нефтью, что связано с производственной деятельностью неф-

тегазовой отрасли. Нефтяное загрязнение оказывает стрессовое воздействие на все виды биоты, в том числе на растения [6; 11]. Выявление

связей между функциональными характеристиками растений и экологической обстановкой в местах их обитания широко используется в связи с возможностью прогнозирования реакции видов при различных антропогенных воздействиях [2; 5; 9].

Пигментная система растений, фотосинтетическая активность и продуктивность [1; 4] являются одним из критериев оценки влияния среды на растения. Изучение данной проблемы позволит выявить механизмы адаптации, которые можно использовать для оценки состояния нефтезагрязненных земель, и устойчивые к нефти виды местной флоры с целью их рекомендации к использованию при разработке методов фитомелиорации.

В настоящей работе представлены результаты исследований особенностей пигментного аппарата, фотосинтетической активности листьев и продуктивности растений в условиях нефтяного загрязнения. В качестве объектов исследования были выбраны растения пушицы влагалищной (*Eriophorum vaginatum*), осоки острой (*Carex acuta*) и рогоза широколистного (*Typha latifolia*). Основным фактором при выборе растений для изучения явилась их устойчивость к действию нефти [7], определяющая их доминирование на нефтезагрязненных участках.

Исследования проводили в природной среде на территории Самотлорского месторождения нефти (Ханты-Мансийский автономный округ, Нижневартовский район, на расстоянии 10 км от г. Нижневартовска). В пределах Самотлорского месторождения были выбраны типичные участки верхового болота — контрольные и с различной степенью нефтяного загрязнения: рекультивированные и нереккультивированные.

Сообщества верхового болота представлены в основном пушицево-осоковыми ассоциациями с участием рогоза широколистного. Содержание нефти в почвах на изученных участках варьировало от 0,06% (контроль) до 19,3%. Почвы контрольного варианта имели более кислое значение pH, при рекультивации pH сдвигалось в щелочную сторону.

При исследовании с участков отбирали по 10 экземпляров растений каждого вида. Для извлечения фотосинтетических пигментов использовали среднюю пробу из измельченных листьев среднего яруса.

Содержание пигментов определяли спектрофотометрическим методом [3; 8] на приборе — SPECORD 30 (Analytik Jena — Германия).

Оптическую плотность раствора экстракта изучали при  $\lambda = 662$  нм (хлорофилл «а»),  $\lambda = 645$  нм (хлорофилл «b»),  $\lambda = 470$  нм (сумма каротиноидов). Концентрацию хлорофиллов и каротиноидов рассчитывали по формуле Лихтеналера [13; 14].

Содержание фотосинтетических пигментов в исследуемом объекте с учетом объема вытяжки и массы навески растительного материала рассчитывали по формуле Фаттаховой [10].

Фотосинтез определяли газометрическим методом на инфракрасном газоанализаторе Infralit III (Германия) [3].

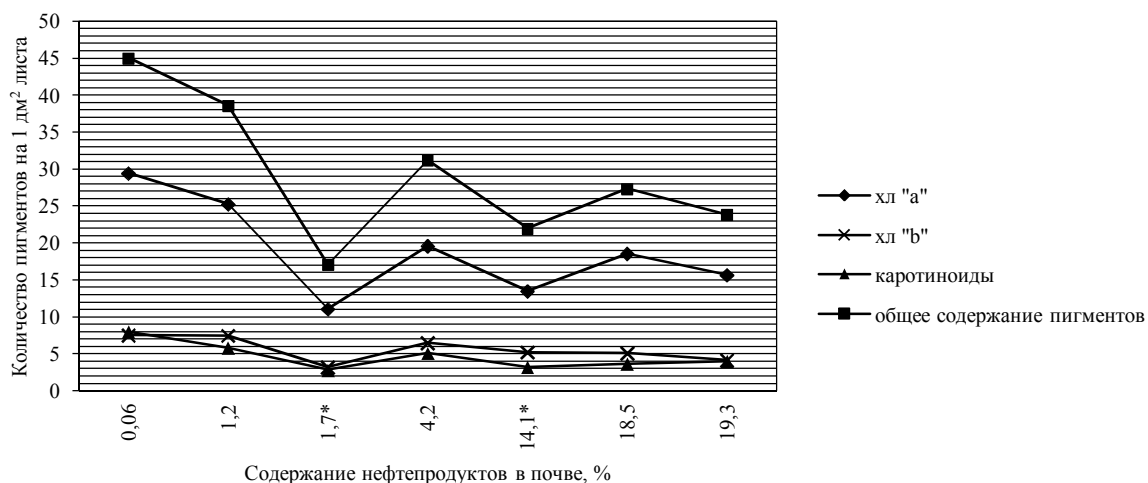
Для анализа структуры биомассы растений отбирали по 15 экземпляров каждого вида. Растения очищали от почвы и нефтепродуктов, расчленили на отдельные органы, высушивали и взвешивали.

По результатам исследований был проведен сравнительный анализ содержания пигментов, фотосинтетической активности листьев и продуктивности изученных видов растений.

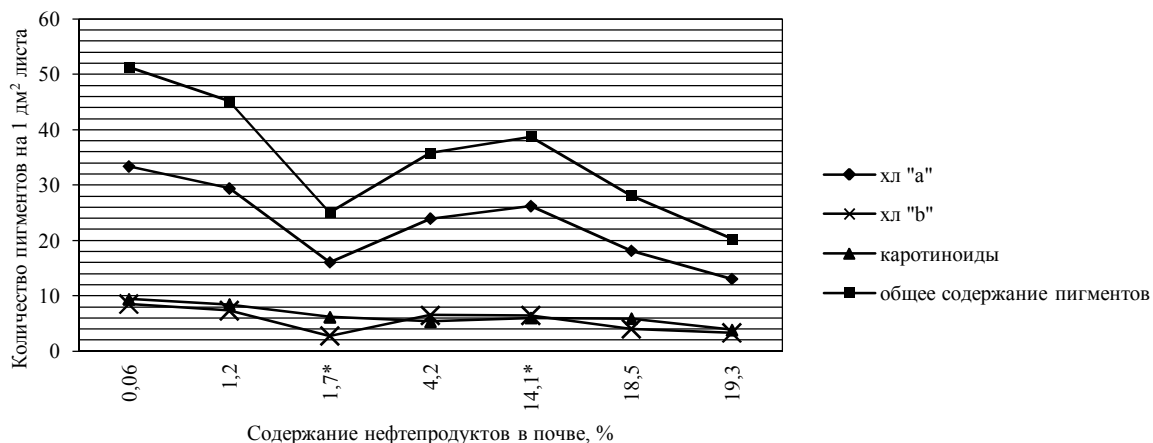
Выявлено, что все изученные нами параметры зависят от концентрации нефтепродуктов в почве.

Данная закономерность проявляется в большей степени у *Eriophorum vaginatum* и *Typha latifolia* (рис. 1—2). Общее содержание пигментов у данных видов снижается с увеличением концентрации нефтепродуктов в почве, исключение составляли рекультивированные участки. У растений *Eriophorum vaginatum* и *Typha latifolia*, произрастающих на рекультивированных участках, содержание пигментов в растительном материале в расчете 1 дм<sup>2</sup> ассимиляционной поверхности значительно ниже, чем на тех участках, где процесс восстановления растительности идет естественным путем. Это свидетельствует о низкой эффективности рекультивационных мероприятий, проведенных на данных участках.

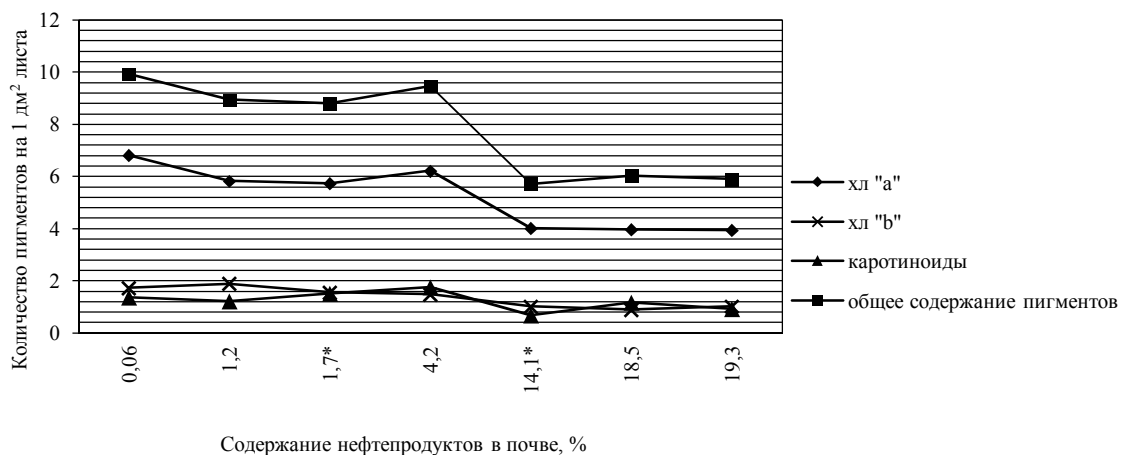
У растений *Carex acuta* (рис. 3) содержание пигментов в растительном материале в расчете на 1 дм<sup>2</sup> ассимиляционной поверхности листьев на участках со слабой степенью нефтяного загрязнения (концентрация нефтепродуктов 1,2%; 1,7%; 4,2%) сохраняется практически на одном уровне и слабо снижается по сравнению с контрольным вариантом. На участках со средней степенью загрязнения (концентрация нефтепродуктов 14,1%; 18,5%; 19,3%) их количество почти в 1,5 раза ниже показателей контрольного участка.



**Рис. 1. Особенности количественного содержания пигментов в листьях растений *Eriophorum vaginatum* L. в условиях нефтяного загрязнения.**  
Примечание: \* — рекультивированные участки



**Рис. 2. Особенности количественного содержания пигментов в листьях растений *Typha latifolia* L. в условиях нефтяного загрязнения.**  
Примечание: \* — рекультивированные участки



**Рис. 3. Особенности количественного содержания пигментов в листьях растений *Carex acuta* L. в условиях нефтяного загрязнения.**  
Примечание: \* — рекультивированные участки



А.



Б.



В.

**Рис. 4. Особенности соотношений хлорофиллов («a»/«b») и суммы хлорофиллов к каротиноидам («a»+«b»/каротиноиды) в листьях растений в условиях нефтяного загрязнения: А. *Eriophorum vaginatum* L.; Б. *Typha latifolia* L.; В. *Carex acuta* L.**

Примечание: \* — рекультивированные участки

Таблица 1

**Особенности фотосинтетической активности растений  
в условиях нефтяного загрязнения, мг CO<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>ч**

Вид	Вариант					
	0,06	1,7*	4,2	14,1*	18,5	19,3
<i>Typha latifolia</i> L.	8,9±0,51	7,3±0,41	5,2±0,25	6,8±0,35	4,1±0,23	4,0±0,20
<i>Eriophorum vaginatum</i> L.	4,3±0,25	3,7±0,23	3,3±0,19	3,5±0,19	2,5±0,17	2,7±0,14
<i>Carex acuta</i> L.	5,2±0,27	4,9±0,27	4,0±0,21	4,7±0,31	2,7±1,5	2,4±0,11

Таблица 2

**Накопление органической биомассы, г/1 растение**

Вариант	Вид		
	<i>Carex acuta</i>	<i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>Typha latifolia</i>
0,06	6059	242	6876
14,1*	5462	82	3660
19,3	3287	62	402

Мы предполагаем, что у видов высоко устойчивых к нефтяному загрязнению в природной среде наблюдается стабилизация синтеза отдельных групп пигментов для осуществления фотосинтеза и создания биологической продуктивности не на оптимальном уровне, а на уровне, который позволяет им в этих условиях стабильно функционировать.

У растений *Eriophorum vaginatum* и *Carex acuta* в условиях слабого нефтяного загрязнения (концентрация нефтепродуктов 1,2%; 1,7%; 4,2%) по сравнению с контролем наблюдается уменьшение соотношения концентрации хлорофиллов «а» и «b». На участках со средним загрязнением почвы (концентрация нефтепродуктов 14,1%; 18,5%; 19,3%) данный показатель выходит на уровень с контрольным. Отношение суммы хлорофиллов «а» и «b» к каротиноидам у растений *Eriophorum vaginatum* на опытных участках (нерекультивированных) превышает контрольный, тогда как на рекультивированных участках оно находится с ним на одном уровне. У растений *Carex acuta* отношение суммы хлорофиллов «а» и «b» к каротиноидам на всех опытных участках (за исключением одного рекультивированного, концентрация нефтепродуктов 14,1%) ниже контрольного. Причем данное отношение на участках со слабым нефтяным загрязнением ниже по сравнению с участками со средними концентрациями нефти в почве.

У растений *Typha latifolia* соотношение концентрации хлорофиллов «а» и «b» на всех участках выше контрольного, так же как и отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам.

Уменьшение соотношения в листьях растений концентрации хлорофиллов «а» и «b» [12] является признаком адаптации, повышения экологической устойчивости растений к неблагоприятным внешним воздействиям. Обратная направленность в изменении этих показателей свидетельствует или о повреждении растений, или о стимуляции процессов в целом и роста в частности.

В условиях нефтяного загрязнения для всех изученных нами видов характерно снижение фотосинтетической активности листьев по сравнению с контрольным вариантом (табл. 1). Динамика интенсивности фотосинтеза у растений на различных участках аналогична количественным изменениям пигментного аппарата.

Фотосинтез и рост — два основных процесса жизнедеятельности растений, от сбалансированности которых зависит конечный урожай растений [1]. Оба эти процесса в свою очередь находятся в тесной зависимости от пигментного аппарата растений. Известно, что в благоприятных условиях у растений формируется листовая поверхность, фотосинтетическая деятельность которой способна полностью обеспечить ростовую функцию и репродуктивные процессы, закодированные в геноме [5]. В неблагоприятных условиях у растений в процессе эволюции выработались компенсаторные механизмы. Так, в условиях нефтяного загрязнения биологическая продуктивность растений сокращается, особенно значительно на нерекультивированных участках (табл. 2). Как можно видеть из материалов табл. 2, прирост органического вещества обнаруживает

степень видоспецифичности. Например, максимальный прирост наблюдается у *Carex acuta* L. Этот вид характеризуется высокой степенью устойчивости (на рекультивированном участке — 90,1% от контрольного веса, на нереккультивированном — 54,2%). Минимальные показатели прироста обнаружены у *Typha latifolia* и *Eriophorum vaginatum*. *Typha latifolia* имела минимальную степень устойчивости (на рекультивированном участке — 53,3% от контрольного веса, на нереккультивированном — 5,8%); *Eriophorum vaginatum* — среднюю (на рекультивированном участке — 33,8% от контрольного веса, на нереккультивированном — 25,6%).

Таким образом, показано, что нефтяное загрязнение значительно снижает интенсивность фотосинтеза, общее количество пигментов в ассимилирующих органах растений и биологическую продуктивность. У устойчивых к действию нефти видов (*Eriophorum vaginatum* и *Carex acuta*) наблюдается уменьшение отношения хлорофилла «а» к «b», суммы хлорофиллов к каротиноидам. Изученные параметры могут использоваться как индикаторы состояния почв при нефтяном загрязнении. *Eriophorum vaginatum* и *Carex acuta* мы рекомендуем использовать при проведении фитомелиорации загрязненных почв.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Акиншина Н.Г., Азизов А.А., Карасева Т.А., Клозе Э.О. Коэффициент фотосинтетической активности как показатель стресса // Современная физиология растений: от молекул до экосистем: Мат-лы междунар. конф.: В 3 ч. Сыктывкар, 2007. Ч. 3.
2. Белявская Н.А., Волошина Н.Ю., Дидух Я.П. Влияние различных уровней освещенности на структурно-функциональную организацию хлоропластов листьев двух видов кленов // Физико-химические основы структурно-функциональной организации растений: Тез. докл. междунар. науч. конф. Екатеринбург, 2008.
3. Гавриленко В.Ф., Жигалова Т.В. Большой практикум по фотосинтезу. М., 2003.
4. Гетко Н.В. Растения в техногенной среде. Минск, 1989.
5. Головки Т.К., Далькэ И.В., Бочаров Д.С. Мезоструктура и активность фотосинтетического аппарата трех видов растений семейства Grassulaceae в холодном климате // Физиология растений. 2008. Т. 55. Вып. 5.
6. Иванов В.Б. Проблема нефтезагрязнения и рекультивации почв на территории Ханты-Мансийского автономного округа — Югры // Экологическая и промышленная безопасность в ХМАО — Югре: Сб. науч. тр. Нижневартовск, 2010.
7. Корчагина Л.Е. Особенности структуры биомассы и типов стратегий растений как индикатор состояния почв // Проблемы и перспективы изучения естественных и антропогенных экосистем Урала и прилегающих регионов: Сб. мат-лов заочной всерос. науч.-практ. конф. (г. Стерлитамак, 21—22 мая 2010 г.). Стерлитамак, 2010.
8. Маслова Т.Г., Попова И.А., Попова О.Ф. Критическая оценка спектрофотометрического метода количественного определения каротиноидов // Физиология растений. 1986. Т. 33. Вып. 3.
9. Усманов И.Ю. Эколого-физиологические характеристики некоторых видов растений с разными типами стратегий из антропогенных сообществ // Биологические науки. 1986. № 10.
10. Фаттахова Ф.З. Фотосинтез. Методические указания к лабораторно-практическим занятиям по физиологии растений для студентов биологического факультета. Уфа, 1987.
11. Чижов Б.Е. Лес и нефть Ханты-Мансийского автономного округа. Тюмень, 1998.
12. Klekowski E.I., Corredor I.E., Morele I.M. et al. Oil pollution and mutations at the mangroves // Marinary Pollution Bull. 1994. № 3.
13. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. 1984. V. 11. № 5.
14. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzymol. 1987.

### REFERENCES

1. Akinshina N.G., Azizov A.A., Karaseva T.A., Kloze E.O. Koeffitsient fotosinteticheskoy aktivnosti kak pokazatel stressa [Ratio of photosynthetic activity as an indicator of stress] // Sovremennaya fiziologiya rasteniy: ot molekul do ekosistem: Materialy mezhdunarodnoy konferentsii [Modern plant physiology: from molecules to ecosystems: Proceedings of the international conference]. Syktyvkar, 2007. Pt. 3 (in Russian).

2. Belyavskaya N.A., Voloshina N.Yu., Diduh Ya.P. Vliyanie razlichnykh urovney osveschennosti na strukturno-funktsionalnuyu organizatsiyu hloroplastov listev dvukh vidov klenov [The effect of different illumination levels on the structural and functional organization of chloroplasts in leaves of two maple species] // Fiziko-himicheskie osnovy strukturno-funktsionalnoy organizatsii rasteniy: Tez. dokl. mezhdunar. nauch. konf. [Proceedings of the international research conference]. Ekaterinburg, 2008 (in Russian).
3. Gavrilenko V.F., Zhigalova T.V. Bolshoy praktikum po fotosintezu [Practical course on photosynthesis]. Moscow, 2003 (in Russian).
4. Getko N.V. Rasteniya v tehnogennoy srede [Plants in technogenic environments]. Minsk, 1989 (in Russian).
5. Golovko T.K., Dalke I.V., Bocharov D.S. Mezostruktura i aktivnost fotosinteticheskogo apparata trekh vidov rasteniy semeystva Grassulaceae v kholodnom klimate [Mesostructure and activity of the photosynthetic mechanism of three species of the Grassulaceae family in cold climates] // Fiziologiya rasteniy. 2008. Vol. 55. Issue. 5 (in Russian).
6. Ivanov V.B. Problema neftezagryazneniya i rekultivatsii pochv na territorii Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga — Yugry [The problem of oil pollution and land reclamation in the Khanty-Mansiysk Autonomous District — Yugra] // Ekologicheskaya i promyshlennaya bezopasnost v HMAO—Yugre [Environmental and industrial safety in Khanty-Mansiysk Autonomous District — Yugra]: Sbornik nauchnykh trudov. Nizhnevartovsk, 2010 (in Russian).
7. Korchagina L.E. Osobennosti struktury biomassy i tipov strategiy rasteniy kak indikator sostoyaniya pochv [Specific features of biomass structure and strategy types of plants serving as indicators of soil condition] // Problemy i perspektivy izucheniya estestvennykh i antropogennykh ekosistem Urala i prilegayuschih regionov: Sb. materialov zaachnoy vserossiyskoy nauch.-prakt. konferentsii (g. Sterlitamak, 21—22 maya 2010 g.) [Proceedings of the research conference in Sterlitamak]. Sterlitamak, 2010 (in Russian).
8. Maslova T.G., Popova I.A., Popova O.F. Kriticheskaya otsenka spektrofotometricheskogo metoda kolichestvennogo opredeleniya karotinoidov [Critical appraisal of the spectrophotometric method used for quantitative determination of carotenoids] // Fiziologiya rasteniy. 1986. Vol. 33. Issue 3 (in Russian).
9. Usmanov I.Yu. Ekologo-fiziologicheskie kharakteristiki nekotorykh vidov rasteniy s raznymi tipami strategiy iz antropogennykh soobshchestv [Ecological and physiological characteristics of some plant species with different types of strategies from anthropogenic societies] // Biologicheskie nauki. 1986. № 10 (in Russian).
10. Fattahova F.Z. Fotosintez. Metodicheskie ukazaniya k laboratorno-prakticheskim zanyatiyam po fiziologii rasteniy dlya studentov biologicheskogo fakulteta [Photosynthesis. Methodical instructions for biology students on laboratory practical training in plant physiology]. Ufa, 1987 (in Russian).
11. Chizhov B.E. Les i nefte Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga [Wood and oil of Khanty-Mansiysk Autonomous District — Yugra]. Tyumen, 1998 (in Russian).
12. Klekowski E.I., Corredor I.E., Morele I.M. et al. Oil pollution and mutations at the mangroves // Marinary Pollution Bull. 1994. № 3.
13. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents // Biochem. Soc. Trans. 1984. V. 11. № 5.
14. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes // Methods Enzymol. 1987.

*L.E.Korchagina*  
*Nizhnevartovsk, Russia*

## FEATURES OF PLANTS GROWING IN UPLAND BOGS IN THE CONDITIONS OF OIL POLLUTION IN THE MIDDLE OB REGION

**Abstract.** Khanty-Mansiysk Autonomous District — Yugra is one of the largest oil producing regions in the world. Oil and gas production has a significant technological impact on the environment, in as much as oil development, production, and transportation are inevitably accompanied by hydrocarbon pollution. This fact leads to the acute problem of oil pollution of natural objects, as it stresses all species of biota including plants. The researchers identify the links between functional characteristics of plants and environmental conditions of their habitat to predict the response of plants to various anthropogenic impacts and to assess the state of contaminated areas. Based on the results, it is possible to identify local flora species resistant to oil, with a view to recommending them in developing phytomelioration methods.

This article presents the results of studying the features of plants growing in upland bogs in conditions of oil pollution in the Middle Ob region. The researchers have studied the local flora species in terms of their pigment system, photosynthetic activity and productivity (*Eriophorum vaginatum* L., *Sareh acuta* L., *Typha latifolia* L.)

The study has revealed that oil pollution of soil reduces the total amount of pigments in assimilating plant organs, which leads to a decrease in photosynthesis processes and minimizes the growth of organic matter. Those plant species which are more resistant to oil (such as *Eriophorum vaginatum* L. and *Sareh acuta* L.) are characterized by a decrease in the ratio of a- and b-chlorophylls and the relation of chlorophylls to carotenoids. The pigment system and the photosynthetic activity of plants stand as criteria for assessing the environmental impact on these plants and may also be used as indicators of soil condition in case of oil pollution. *Eriophorum vaginatum* L. and *Carex acuta* L. may be recommended for phytomelioration of oil-contaminated soils.

**Key words:** plant leaves; oil pollution; bioindication; a-chlorophyll; b-chlorophyll; carotenoids; photosynthetic activity; biological productivity.

**About the author:** Ludmila Evgenievna Korchagina, graduate student at the Department of Ecology, Nizhnevartovsk State University.

**Place of employment:** JSC Siberian Research and Design Institute of Environmental Management.

## ГЕОГРАФИЯ, ГЕОЛОГИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 551.582

**А.Ф.Тетерин**  
**Ю.И.Маркелов**  
**В.С.Ворожнин**  
Екатеринбург, Россия

### КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ РАССЕЙВАНИЯ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИИ УРАЛА

**Аннотация.** Цель статьи — исследование пространственно-временной изменчивости условий самоочищения приземной атмосферы на территории Урала. Для этого была использована методика Т.С.Селегей и соавторов. Данные для расчетов климатического потенциала рассеивания атмосферы были взяты из справочников по климату СССР 1966 и 1968 годов издания. В Уральском регионе месячные и годовые значения климатического потенциала рассеивания атмосферы были рассчитаны для одиннадцати метеостанций, расположенных в Пермской, Свердловской, Челябинской и Курганской областях. К сожалению, в справочниках по климату СССР по территории Башкирии отсутствуют данные, необходимые для расчетов климатического потенциала рассеивания атмосферы.

Годовые значения климатического потенциала рассеивания атмосферы варьируются от 0,47 в Кудымкаре до 0,97 в Красноуфимске. Таким образом, по годовым значениям климатического потенциала рассеивания атмосферы на десяти метеостанциях исследуемого региона наблюдаются благоприятные условия для рассеивания примесей в атмосфере, а на одной метеостанции — даже крайне благоприятные условия.

В Свердловской области месячные значения климатического потенциала рассеивания атмосферы изменяются от 0,37 (метеостанция Нижний Тагил) до 1,43 (метеостанция Красноуфимск). В Пермской области месячные значения климатического потенциала рассеивания атмосферы варьируются от 0,28 (метеостанция Кудымкар) до 1,15 (метеостанция Бисер). В Челябинской области месячные значения климатического потенциала рассеивания атмосферы изменяются от 0,37 (метеостанция Златоуст) до 1,18 (метеостанция Бреды). В Курганской области месячные значения климатического потенциала рассеивания атмосферы варьируются от 0,37 (метеостанция Курган-Вороновка) до 1,03 (метеостанция Шатрово). Следовательно, во внутригодовом режиме условия самоочищения приземной атмосферы на территории Урала меняются от крайне благоприятных до неблагоприятных условий.

Практическое значение проведенных исследований заключается в том, что полученные данные о пространственно-временной изменчивости климатического потенциала рассеивания атмосферы на территории Урала следует учитывать при планировании и осуществлении конкретных мероприятий с целью управления качеством воздушного бассейна в регионе. При неблагоприятных и при крайне неблагоприятных условиях самоочищения атмосферы следует уменьшать объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, а также ограничивать количество автомобилей на городских улицах. При благоприятных и при крайне благоприятных условиях рассеивания в атмосфере можно увеличить до определенных пределов объемы выбросов от стационарных источников и также увеличить количество автомобилей в городе.

**Ключевые слова:** регион Урала, климатический потенциал рассеивания атмосферы, изменчивость.

**Сведения об авторах:** Тетерин Александр Федорович<sup>1</sup>, старший научный сотрудник; Маркелов Юрий Иванович<sup>2</sup>, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией; Ворожнин Владимир Сергеевич<sup>3</sup>, младший научный сотрудник.

**Место работы:** Институт промышленной экологии УрО РАН, лаборатория атмосферы.

**Контактная информация:** 620219, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, 20; тел.: 3433623251, 3433623334; e-mail: <sup>1</sup>taf@ecko.uran.ru, <sup>2</sup>markelov@ecko.uran.ru, <sup>3</sup>vvs@ecko.uran.ru

*Работа выполнена при поддержке Уральского отделения Российской академии наук (проект 12-П-2-1042).*

С начала XXI в. в связи с возобновлением экономического роста в России отмечается рост объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников. Основными факторами изменения уровня загрязнения воздуха в городах являются

колебания объемов выбросов и изменчивость метеорологических условий рассеивания примесей в приземной атмосфере. При одних и тех же параметрах выбросов уровень загрязнения воздуха значительно изменяется в зависимости от конкретных атмосферных условий. Таким

образом, для анализа и прогноза уровня загрязнения атмосферного воздуха необходим учет метеорологических факторов, способствующих накоплению, рассеиванию и вымыванию примесей из атмосферы.

Для оценки способности к самоочищению приземной атмосферы в 1989 г. Т.С.Селегей [9] была введена новая комплексная характеристика в виде коэффициента самоочищения атмосферы:

$$КСА = (Рш + Рт)/(Рв + Ро), \quad (1)$$

где Рш, Рт, Рв и Ро — повторяемости (%) штилей, туманов, скорости ветра у земли  $\geq 6$  м/с, числа дней с осадками  $\geq 1$  мм.

В 1990 г. Т.С.Селегей [10] был предложен аналогичный комплексный показатель влияния метеоусловий на самоочищение атмосферы — потенциал рассеивания атмосферы (ПРА):

$$ПРА = (Рш + Рт)/(Ро + Рв), \quad (2)$$

где Рш, Рт, Ро, Рв — повторяемости дней со штилями, туманами, осадками не менее 0,5 мм и скоростей ветра не менее 6 м/с.

В формуле (2) правая часть осталась такой же, как в формуле (1), но для расчетов используется другая градация осадков — граничное значение суточного количества осадков, способствующих очищению атмосферы, с 1 мм уменьшено до 0,5 мм.

Следует отметить, что рассчитанные по формулам (1) и (2) значения КСА и ПРА более 1,0 характеризуют метеорологические условия, способствующие накоплению примесей в атмосфере, а менее 1,0 — условия, благоприятные для самоочищения атмосферы.

В публикации 2005 г. Т.С.Селегей и соавторов [11] формула (2) расчета потенциала рассеивания атмосферы была сохранена, но было указано, что надлежит различать климатический (КПРА) и метеорологический потенциалы рассеивания атмосферы (МПРА). Климатический потенциал рассеивания атмосферы характеризует многолетние средние условия самоочищения атмосферы, а метеорологический потенциал — условия самоочищения атмосферы за конкретный временной интервал (месяц, сезон, год).

В [11] по значениям потенциала рассеивания атмосферы Т.С.Селегей и соавторы классифицируют метеорологические условия самоочищения атмосферы следующим образом:

— при ПРА  $> 1$  — неблагоприятные условия (НУ);

— при ПРА  $> 2$  — крайне неблагоприятные условия (КНУ);

— при ПРА  $\leq 1$  — благоприятные условия (БУ).

Далее, следуя логике авторов [11], можно предложить еще одну градацию для условий самоочищения атмосферы:

— при ПРА  $\leq 0,5$  — крайне благоприятные условия (КБУ) для рассеивания примесей в приземной атмосфере.

С.Н.Лапина и соавторы [6], Ю.П.Переведенцев и Ю.Г.Хабутдинов [8], И.В.Латышева и соавторы [7] в своих публикациях для оценки условий самоочищения атмосферы в Саратовской области, в Казани и на южном побережье Байкала использовали аналогичные методики.

С целью исследования пространственной и временной изменчивости многолетних средних условий самоочищения приземной атмосферы в регионе Урала использована методика Т.С.Селегей и соавторов [11]. Климатический потенциал рассеивания атмосферы (КПРА) был рассчитан по формуле (2).

Для расчетов КПРА были использованы данные из справочников по климату СССР 1966 и 1968 годов издания [12—14]. К сожалению, по причине ограниченности исходной информации многолетние среднемесячные значения КПРА в Уральском регионе были рассчитаны только для одиннадцати метеостанций (МС): для четырех МС Свердловской области, двух МС Пермской области, двух МС Челябинской области, трех МС Курганской области. Так как на МС Тугулым в [13] отсутствуют данные по числу дней с осадками различной величины, для расчетов эти данные были взяты по ближайшей МС Талица, расположенной в сходных физико-географических условиях. Вследствие отсутствия исходных данных расчет КПРА в Башкирии произвести не удалось.

Физико-географическая характеристика положения одиннадцати метеостанций Урала, данные которых были использованы для расчетов КПРА, представлена в таблице 1 [1—5; 15].

Две МС расположены на восточной окраине Восточно-Европейской равнины — это Кудымкар и Красноуфимск. Причем МС Красноуфимск находится в переходной зоне от Восточно-Европейской равнины к западным предгорьям Среднего Урала. Три МС расположены в горной части территории: МС Нижний Тагил и Бисер — в горной части Среднего Урала, а МС Златоуст — в горной части Южного Урала.

Следует также отметить, что МС Нижний Тагил находится в переходной зоне от низкогорий Среднего Урала к восточным предгорьям Среднего Урала. Две МС расположены в восточных предгорьях Среднего Урала и Южного Урала — соответственно Свердловск (Екатеринбург) и Бреды. Четыре МС находятся на Западно-Сибирской равнине — это МС Тугулым, Шатрово,

Курган и Усть-Уйское. Пять МС из одиннадцати расположены в лесной зоне, пять МС — в лесостепной, одна МС — в степной зоне (таблица 1 [1—5; 15]).

Анализ рассчитанных величин КПРА позволил сделать основные выводы о пространственном и временном распределении КПРА в регионе Урала.

Таблица 1

**Физико-географическая характеристика местоположения метеостанций**

Метеостанция	Высота метеоплощадки над уровнем моря, м Б.С.	Характер рельефа	Почва	Глубина залегания грунтовых вод, м	Природная зона
<b>Свердловская область</b>					
Нижний Тагил	259	Крупнохолмистый	Дерново-подзолистая среднесуглинистая, местами щебенчатая	3	Таежная зона, подзона южной тайги низкогорий Среднего Урала
Тугулым	89,0	Слабохолмистый	Подзолистая и слабовыщелоченный тяжелосуглинистый чернозем	4—7	Лесостепная зона, подзона осиново-берёзовых лесов Западно-Сибирской равнины
Свердловск, город (Екатеринбург)	282	Крупнохолмистый	Дерново-подзолистая среднесуглинистая, местами щебенчатая	40—50	Таежная зона, подзона южной тайги восточных предгорий Среднего Урала
Красноуфимск	206	Крупнохолмистый	Чернозем выщелоченный тяжелосуглинистый	7—8	Лесостепная зона, подзона северной лесостепи Восточно-Европейской равнины
<b>Пермская область</b>					
Кудымкар	141	Среднехолмистый	Светло-серая оподзоленная среднесуглинистая	5	Таежная зона, восточная часть Восточно-Европейской равнины
Бисер	463	Среднехолмистый	Дерново-подзолистая среднесуглинистая, на возвышенностях каменная, в понижениях заболоченная	3	Горный среднетаежный пояс низкогорий Среднего Урала
<b>Челябинская область</b>					
Златоуст	532	Горный	Подзолистая среднесуглинистая	5—6	Горный южнотаежный пояс смешанных лесов Южного Урала
Бреды	309	Слабохолмистый	Оподзоленный чернозем супесчаный, песчаная	6—7	Степная зона Южного Зауралья, восточные предгорья Южного Урала
<b>Курганская область</b>					
Шатрово	114	Слабохолмистый	Чернозем выщелоченный	1,5—2	Лесостепная зона Западно-Сибирской равнины
Курган-Вороновка	72	Слабохолмистый	Чернозем суглинистый и супесчаный, местами солонцы	6—8	Лесостепная зона Западно-Сибирской равнины
Усть-Уйское	104	Слабохолмистый	Песчаная и супесчаный	8—9	Лесостепная зона Западно-Сибирской равнины

Годовые значения КППА варьируются от 0,47 в Кудымкаре до 0,97 в Красноуфимске. Таким образом, на десяти МС исследуемого региона наблюдаются благоприятные условия для рассеивания примесей в атмосфере, а на одной МС (Кудымкар) — даже крайне благоприятные условия (рис. 1—4).

В Свердловской области по годовым КППА наилучшие условия для рассеивания в атмосфере характерны для низкогорий Среднего Урала — МС Нижнего Тагила (0,59) и восточных предгорий Среднего Урала — МС Свердловска (Екатеринбурга, КППА 0,69). В Предуралье и Зауралье условия рассеивания несколько хуже — на МС Красноуфимск годовой КППА равен 0,97, а на МС Тугулым он составляет 0,92. Такое пространственное распределение КППА объясняется более высокой повторяемостью слабых ветров и туманов в Красноуфимске и Тугулыме (рис. 1).

В Предуралье Пермской области на МС Кудымкар отмечены самые лучшие в исследуемом регионе средние годовые условия рассеивания в атмосфере — КППА всего 0,47, что соответствует крайне благоприятным условиям. В горной части области, по данным МС Бисер, условия несколько хуже, здесь КППА равен 0,76. Подобное пространственное распределение формируется вследствие того, что в Кудымкаре отмечаются низкие повторяемости слабых ветров и туманов, а также высокие повторяемости средних и сильных ветров (рис. 2).

В Курганской области достаточно равное пространственное распределение годовых КППА — от 0,58 в Кургане до 0,68 в Шатрово (рис. 3).

В горной части Челябинской области отмечены самые лучшие условия рассеивания в атмосфере — на МС Златоуст КППА равен 0,56. В степной части Южного Зауралья условия хуже — на МС Бреды КППА составляет 0,86 (рис. 4). Такое пространственное распределение КППА имеет причиной то, что в Златоусте наблюдаются низкие повторяемости слабых ветров и туманов при высоких повторяемостях осадков не менее 0,5 мм за сутки.

В Свердловской области в годовом ходе месячные КППА, как правило, имеют два максимума (худшие условия рассеивания примесей в атмосфере) и два минимума (лучшие условия рассеивания). Основные максимумы КППА на трех МС отмечаются в августе. В Красноуфимске, Тугулыме и Нижнем Тагиле наибольшие КППА

равны 1,43; 1,24 и 1,05, что соответствует неблагоприятным условиям рассеивания. В Свердловске (Екатеринбурге) в августе наблюдается вторичный максимум КППА (0,86), соответствующий благоприятным условиям, а основной максимум КППА здесь сдвинут на январь (1,07, неблагоприятные условия), когда на трех других МС фиксируется вторичный максимум КППА — 1,36, 1,22 (неблагоприятные условия) и 0,76 (благоприятные условия). Следует указать на то, что в Красноуфимске вторичный максимум КППА фактически характерен для января и февраля, когда он равен 1,36 и 1,35 соответственно. Основные минимумы КППА на трех МС установлены осенью, в октябре и ноябре — на МС Нижний Тагил (0,37, крайне благоприятные условия рассеивания примесей в атмосфере) и на МС Свердловск (Екатеринбург) (0,43 и 0,45, крайне благоприятные условия), в октябре — на МС Красноуфимск (0,59, благоприятные условия). На четвертой МС Тугулым основной минимум КППА отмечается в мае и равен 0,56 (благоприятные условия). Вторичные минимумы КППА наблюдаются весной: в мае и марте — на МС Нижний Тагил (0,46 и 0,47, крайне благоприятные условия рассеивания), в мае — на МС Свердловск (Екатеринбург) (0,49, крайне благоприятные условия) и на МС Красноуфимск (0,67, благоприятные условия). На МС Тугулым вторичный минимум КППА характерен для октября (0,63, благоприятные условия) (рис. 1).

В Пермской области годовой ход КППА в общих чертах схож с их годовым ходом в Свердловской области: здесь также имеются два максимума и два минимума. Основные годовые максимумы КППА на двух МС зафиксированы в августе. В Кудымкаре и Бисере наибольшие из месячных КППА равны 0,82 (благоприятные условия рассеивания примесей) и 1,15 (неблагоприятные условия). Вторичный максимум КППА на МС Кудымкар отмечен в январе (0,47, крайне благоприятные условия), на МС Бисер — в январе и декабре (0,65 и 0,67, благоприятные условия). Основные годовые минимумы КППА в Бисере приходятся на март и февраль (0,46 и 0,48, крайне благоприятные условия рассеивания), в Кудымкаре — на ноябрь и октябрь (0,28 и 0,31, крайне благоприятные условия). Вторичный минимум КППА на МС Бисер отмечен в ноябре (0,61, благоприятные условия), на МС Кудымкар — в марте (0,36, крайне благоприятные условия) (рис. 2).

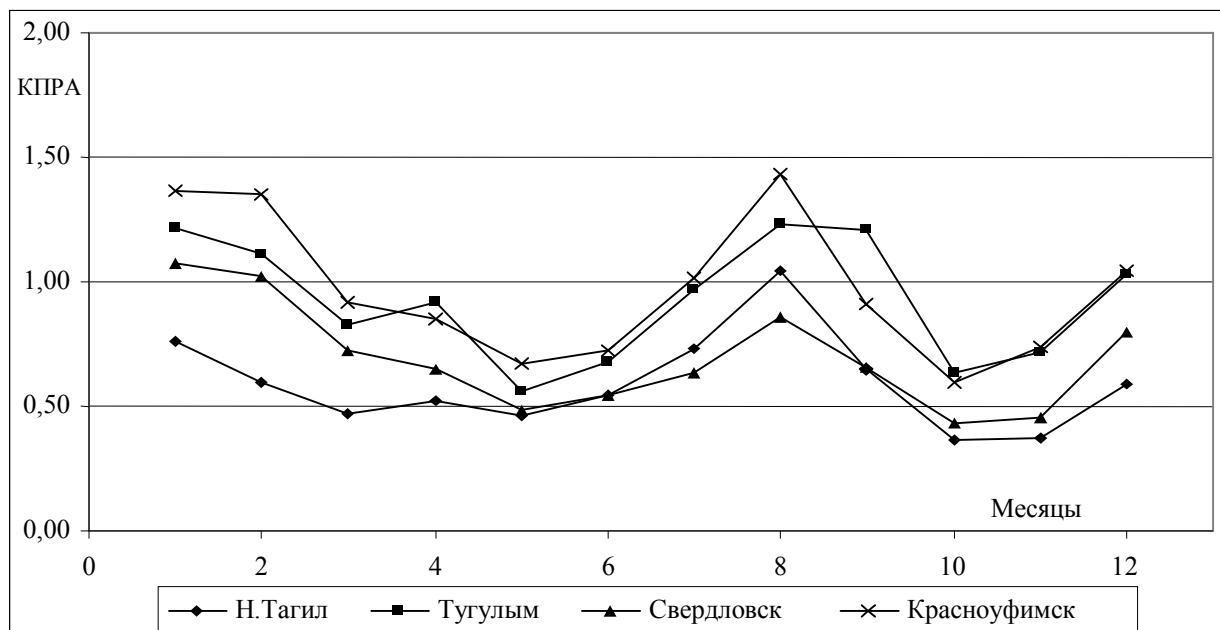


Рис. 1. Внутригодовой ход КПРА в Свердловской области

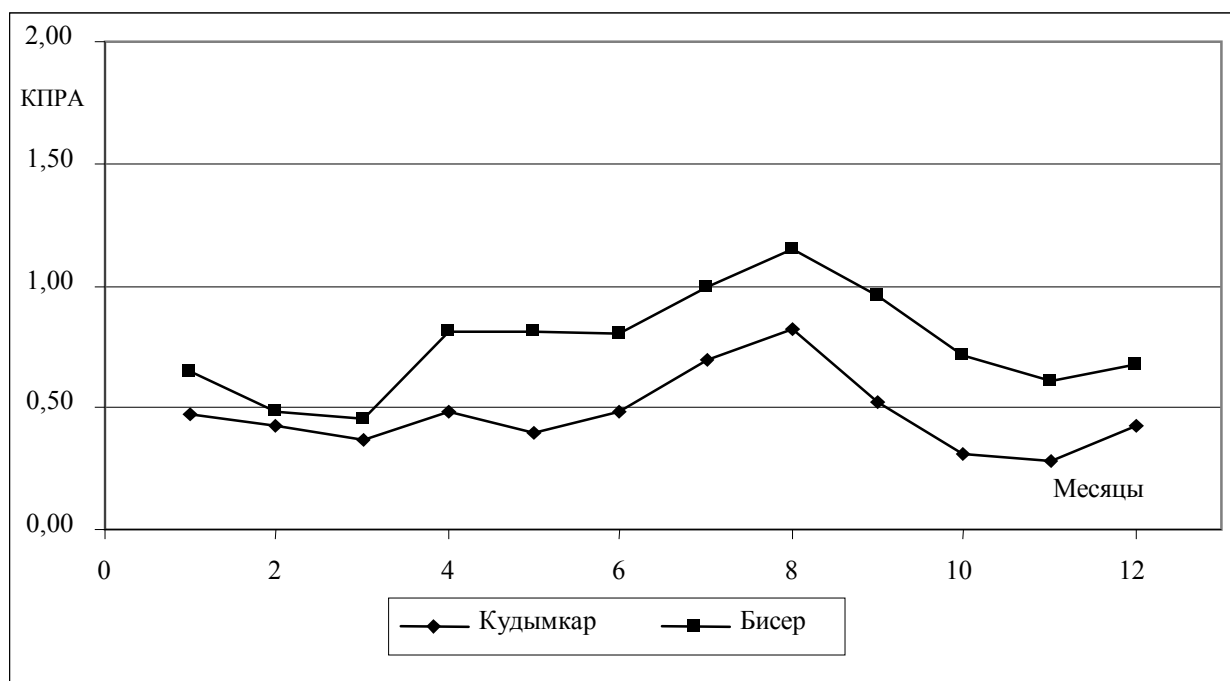


Рис. 2. Внутригодовой ход КПРА в Пермской области

Следует отметить тот факт, что на МС Кудымкар Пермской области наблюдаются самые лучшие из всех одиннадцати МС условия рассеивания примесей в атмосфере, когда девять месяцев в году отмечаются крайне благоприятные условия рассеивания, а три месяца — благоприятные условия. Именно здесь отмече-

но самое низкое значение среди месячных КПРА, равное 0,28 (рис. 2).

В Курганской области годовой ход КПРА достаточно схож с годовым ходом этой характеристики в Свердловской и Пермской областях. В Курганской области также имеются два максимума и два минимума КПРА (рис. 1—3).

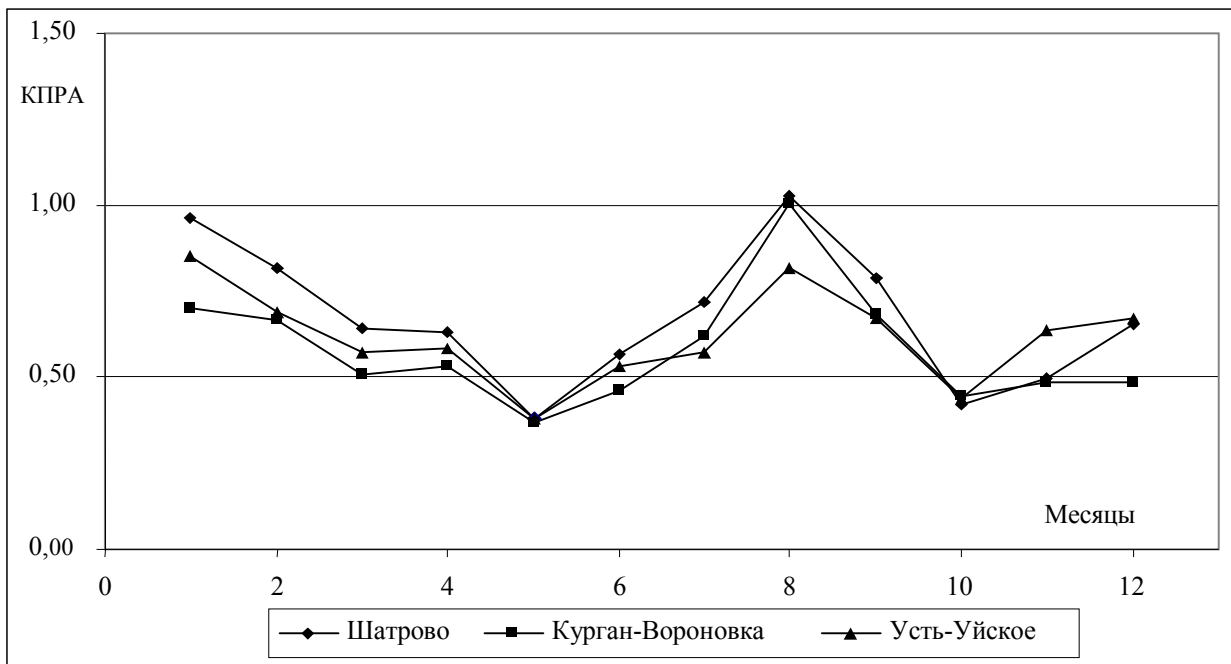


Рис. 3. Внутригодовой ход КПРА в Курганской области

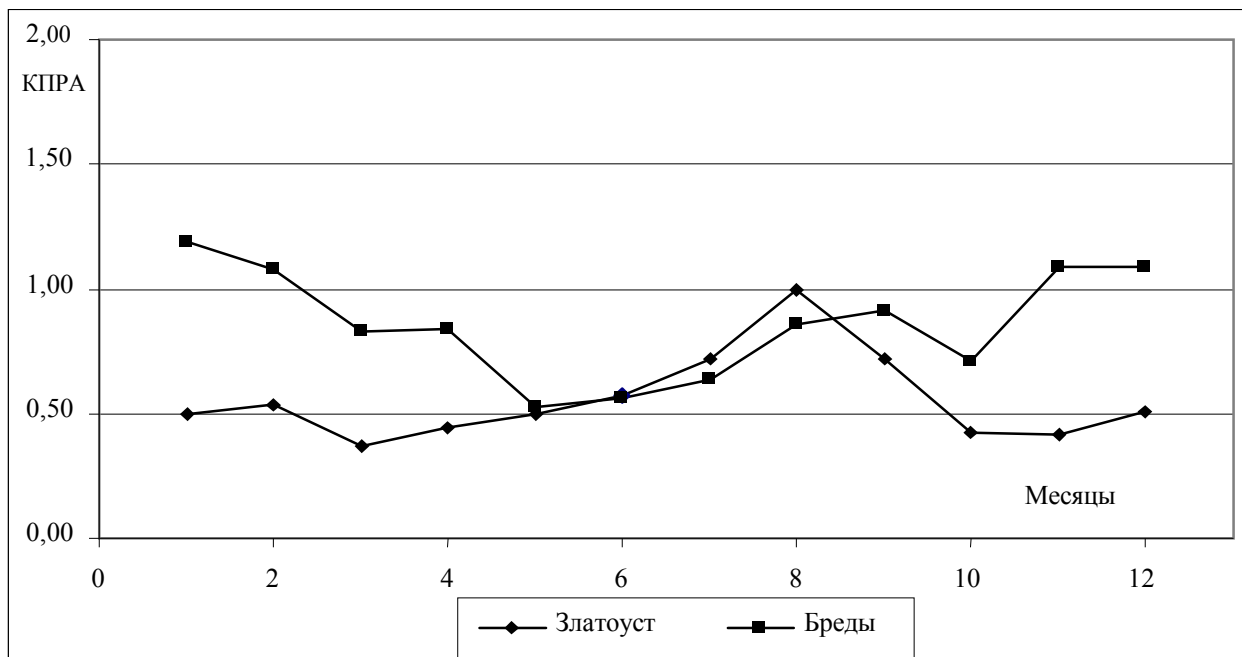


Рис. 4. Внутригодовой ход КПРА в Челябинской области

Основные годовые максимумы КПРА на двух МС зарегистрированы в августе — на МС Шатрово (1,03, неблагоприятные условия рассеивания) и Кургане (1,00, благоприятные условия). На третьей МС Усть-Уйское основной максимум КПРА равен 0,85 (благоприятные условия) и зафиксирован в январе. В январе же на МС Шатрово и Кургане отмечаются вторичные мак-

симумы (0,97 и 0,70, благоприятные условия рассеивания). А на МС Усть-Уйское вторичный годовое максимум КПРА приходится на январь (0,82, благоприятные условия). Основные годовые минимумы КПРА на всех трех МС области достаточно близки между собой (0,37 и 0,38, крайне благоприятные условия) и наблюдаются в мае. Вторичные годовые минимумы КПРА

на всех трех МС характерны для октября и заключены в диапазоне 0,42—0,44 (крайне благоприятные условия) (рис. 3).

В Челябинской области годовой ход КПРА имеет ряд отличий от хода КПРА в других областях (рис. 1—4).

Основной годовой максимум КПРА на МС Златоуст отмечается в августе (1,00, благоприятные условия рассеивания примесей), вторичный — в феврале (0,53, благоприятные условия). На МС Бреды основной максимум характерен для января (1,18, неблагоприятные условия рассеивания примесей), вторичный — для сентября (0,91, благоприятные условия). Основной годовой минимум КПРА на МС Златоуст зафиксирован в марте (0,37, крайне благоприятные условия рассеивания), вторичный — ноябре и октябре (0,41 и 0,42, крайне благоприятные условия). Основной годовой минимум КПРА на МС Бреды наблюдается в мае (0,52, благоприятные условия рассеивания), вторичный — в октябре (0,71, благоприятные условия) (рис. 4).

Полученные данные пространственно-временной изменчивости КПРА на территории

Урала следует учитывать при планировании и осуществлении определенных практических мероприятий с целью управления качеством воздушного бассейна в данном регионе. При неблагоприятных и при крайне неблагоприятных условиях самоочищения атмосферы следует уменьшать объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, а также ограничивать количество автомобилей на городских улицах. При благоприятных и при крайне благоприятных условиях рассеивания в атмосфере возможно увеличение до определенных пределов объемов выбросов от стационарных и передвижных источников.

Так как на Урале выявлены изменения и колебания основных характеристик климата (скорости ветра, атмосферных осадков и атмосферных явлений) [16], а с начала 2000-х гг. отмечается рост количества стационарных и передвижных источников и, соответственно, увеличение объемов выбросов примесей в атмосферу, исследования по данной тематике являются актуальными и их следует продолжить.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдова М.И., Раковская Э.М., Тушинский Г.К. Физическая география СССР. М., 1989. Т. 1.
2. Давыдова М.И., Раковская Э.М. Физическая география СССР. М., 1990. Т. 2.
3. Капустин В.Г., Корнев И.Н. Свердловская область: природа, население, хозяйство, экология. Екатеринбург, 1998.
4. Кирилин Ф.Я. География Челябинской области. Челябинск, 1981.
5. Лаврентьев М.В. География Курганской области. Челябинск, 1984.
6. Лапина С.Н., Полянская Е.А., Фетисова Л.М., Фетисова Н.А. Способность атмосферы различных районов Саратовской области к самоочищению // Изв. Саратовского ун-та. Сер. «Науки о Земле». 2008. Т. 8. Вып. 2.
7. Латышева И.В., Синюкевич В.Н., Чумакова Е.В. Современные особенности гидрометеорологического режима южного побережья Байкала // Изв. Иркутского гос. ун-та. Сер. «Науки о Земле». 2009. Т. 2. № 2.
8. Переведенцев Ю.П., Хабутдинов Ю.Г. Метеорологический потенциал самоочищения и качество атмосферного воздуха в Казани в последние десятилетия // Вестн. Удмуртского ун-та. 2012. Вып. 3.
9. Селегей Т.С. Метеорологический потенциал очищения атмосферы Сибирского экономического района // Труды Зап.-Сиб. НИГМИ. 1989. Вып. 86.
10. Селегей Т.С., Юрченко И.П. Потенциал рассеивающей способности атмосферы // География и природные ресурсы. 1990. № 2.
11. Селегей Т.С., Зинченко Г.С., Безуглова Н.Н. Учет метеорологического потенциала самоочищения атмосферы при решении задач промышленного освоения территорий // Ползуновский вестник. 2005. № 4.
12. Справочник по климату СССР. Л., 1966. Вып. 9. Часть III.
13. Справочник по климату СССР. Л., 1968. Вып. 9. Часть IV.
14. Справочник по климату СССР. Л., 1968. Вып. 9. Часть V.
15. Справочник по климату СССР. Свердловск, 1966. Вып. 9. История и физико-географическое описание метеорологических станций и постов.
16. Тетерин А.Ф. Эколого-климатические особенности зоны Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения. Екатеринбург, 2011.

## REFERENCES

1. Davydova M.I., Rakovskaya E.M., Tushinskiy G.K. Fizicheskaya geografiya SSSR [Physical Geography of the USSR]. Moscow, 1989. Vol. 1 (in Russian).
2. Davydova M.I., Rakovskaya E.M. Fizicheskaya geografiya SSSR [Physical Geography of the USSR.]. Moscow, 1990. Vol. 2 (in Russian).
3. Kapustin V.G., Kornev I.N. Sverdlovskaya oblast: priroda, naselenie, khozyaystvo, ekologiya [Sverdlovsk region: nature, population, economy, and ecology]. Ekaterinburg, 1998 (in Russian).
4. Kirin F.Ya. Geografiya Chelyabinskoy oblasti [Geography of Chelyabinsk region]. Chelyabinsk, 1981 (in Russian).
5. Lavrentiev M.V. Geografiya Kurganskoy oblasti [Geography of Kurgan region]. Chelyabinsk, 1984 (in Russian).
6. Lapina S.N., Polyanskaya E.A., Fetisova L.M., Fetisova N.A. Sposobnost atmosfery razlichnykh rayonov Saratovskoy oblasti k samoochischeniyu [The recovering ability of atmosphere in different parts of Saratov region] // Izvestiya Saratovskogo universiteta [Proceedings of Saratov Univeristy]. Ser. «Nauki o Zemle». 2008. Vol. 8. Issue 2 (in Russian).
7. Latysheva I.V., Sinyukevich V.N., Chumakova E.V. Sovremennye osobennosti gidrometeorologicheskogo rezhima yuzhnogo poberezhya Baykala [Modern features of the hydrometeorological conditions of the southern coast of Lake Baikal] // Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta [Proceedings of Irkutsk State Univeristy]. Ser. «Nauki o Zemle». 2009. Vol. 2. № 2 (in Russian).
8. Perevedentsev Yu.P., Habutdinov Yu.G. Meteorologicheskii potentsial samoochischeniya i kachestvo atmosfernogo vozdukh v Kazani v poslednie desyatiletiya [Meteorological potential of self-purification and air quality in Kazan in recent decades] // Vestnik Udmurtskogo universiteta [Proceedings of Udmurt University]. 2012. Issue. 3 (in Russian).
9. Selegey T.S. Meteorologicheskii potentsial ochischeniya atmosfery Sibirskogo ekonomicheskogo rayona [Meteorological recovery potential of the atmosphere of the Siberian economic region] // Trudy Zap.-Sib. NIGMI. 1989. Issue 86 (in Russian).
10. Selegey T.S., Yurchenko I.P. Potentsial rasseivayushey sposobnosti atmosfery [Dissipative capacity of the atmosphere] // Geografiya i prirodnye resursy. 1990. № 2 (in Russian).
11. Selegey T.S., Zinchenko G.S., Bezuglova N.N. Uchet meteorologicheskogo potentsiala samoochischeniya atmosfery pri reshenii zadach promyshlennogo osvoeniya territoriy [Recording the self-purification capacity of the meteorological atmosphere when solving industrial development issues] // Polzunovskiy vestnik. 2005. № 4 (in Russian).
12. Spravochnik po klimatu SSSR [Handbook on the USSR climate]. Leningrad, 1966. Issue 9. Part III (in Russian).
13. Spravochnik po klimatu SSSR [Handbook on the USSR climate]. Leningrad, 1968. Issue 9. Part IV (in Russian).
14. Spravochnik po klimatu SSSR [Handbook on the USSR climate]. Leningrad, 1968. Issue 9. Part V (in Russian).
15. Spravochnik po klimatu SSSR [Handbook on the USSR climate]. Sverdlovsk, 1966. Issue 9. Istoriya i fiziko-geograficheskoe opisanie meteorologicheskikh stantsiy i postov [History and physical-geographical description of meteorological stations] (in Russian).
16. Teterin A.F. Ekologo-klimaticheskie osobennosti zony Vostochno-Uralskogo radioaktivnogo zagryazneniya [Ecological and climatic features of the East Ural radioactive contamination zone]. Ekaterinburg, 2011 (in Russian).

**A.F.Teterin**  
**Y. I.Markelov**  
**V.S.Vorozhnin**  
*Ekaterinburg, Russia*

## CLIMATIC POTENTIAL OF ATMOSPHERE DISPERSION IN THE TERRITORY OF THE URALS

**Abstract:** This paper is devoted to the research of spatiotemporal variable conditions for self-cleaning of surface atmosphere in the territory of the Urals. For this purpose the method put forward by T.S.Selegey and co-authors has been applied. The researchers have used the data taken from handbooks on the USSR climate issued in 1966 and

1968 to calculate the climatic potential of atmosphere dispersion. The scientists have calculated the climatic potential values of atmosphere dispersion in the Urals on a monthly and annual basis. The calculations have been made at eleven meteorological stations located in Perm, Sverdlovsk, Chelyabinsk and Kurgan regions. Unfortunately, the handbooks on the USSR climate contain no data required for calculations of climatic potential of atmosphere dispersion on territory of Bashkiria.

The annual values of climatic potential of atmosphere dispersion vary from 0.47 in Kudymkar to 0.97 in Krasnoufisk. Thus, the annual values of climatic potential of atmosphere dispersion allow the researchers to determine quite favorable conditions for the dispersion of impurities in the atmosphere at ten meteorological stations in the region under study, and extremely favorable conditions for such dispersion at one meteorological station.

The monthly values of climatic atmosphere dispersion potential in Sverdlovsk region change from 0.37 (meteorological station in Nizhnij Tagil) to 1.43 (meteorological station in Krasnoufisk), in Perm region — from 0.28 (meteorological station in Kudymkar) to 1.15 (meteorological station in Biser), in Chelyabinsk region — from 0.37 (meteorological station in Zlatoust) to 1.18 (meteorological station in Bredy), in Kurgan region — from 0.37 (meteorological station in Kurgan-Voronovka) to 1.03 (meteorological station in Shatrovo). Therefore, in annual self-cleaning conditions of surface atmosphere in the Urals vary from the extremely favorable to adverse.

The executed researches present certain practical importance, as the obtained data on the spatiotemporal variability of climatic atmosphere dispersion potential in the territory of the Urals should be taken into account when planning and realizing particular air quality management measures in the region. Under adverse and extremely adverse conditions for atmosphere self-cleaning it is necessary to reduce the emissions of polluting substances from stationary sources, and also to limit the amount of transport in city streets. Under favorable and extremely favorable conditions for atmosphere dispersion it is possible to increase the emissions from stationary sources to certain limits and to increase the amount of city transport.

**Key words:** Urals region, climatic potential of atmosphere dispersion, variability.

**About the authors:** Alexander Fedorovich Teterin<sup>1</sup>, Candidate of Geography, Senior Researcher; Yuri Ivanovich Markelov<sup>2</sup>, Candidate of Physics and Mathematics, Laboratory Chief; Vladimir Sergeevich Vorozhnin<sup>3</sup>, Junior Researcher.

**Place of employment:** Institute of Industrial Ecology UB RAS, Atmosphere Laboratory.

---

УДК 912.648

*В.В.Хромых  
Э.А.Кузнецова  
Нижневартовск, Россия*

## ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

**Аннотация.** Статья посвящена разработке цифровых тематических карт лицензионного участка на основе пространственного анализа в геоинформационной системе (ГИС) ArcGIS. Для построения цифровой модели рельефа Нивагальского лицензионного участка была использована следующая технологическая цепочка: векторизация — создание типологии — триангуляция — пространственный анализ. Модуль Spatial Analyst ГИС-пакета ArcGIS использовался для работы с растровыми пространственными моделями в формате GRID. В качестве материала для создания баз данных использована топографическая карта в масштабе 1:100000. Для полуавтоматической интерактивной векторизации топографической карты участка был использован пакет программ Easy Trace, работающий в среде операционной системы Microsoft Windows.

После векторизации четырех листов топографической карты лицензионного участка в пакете Easy Trace были получены следующие покрытия:

- крупные реки (полигональное покрытие);
- горизонталы и высотные отметки (линейное и точечное);
- растительность (полигональное покрытие).

В качестве исходных данных для построения модели рельефа использовались векторные покрытия горизонталей и высотных отметок, оцифрованных с топографической карты.

Созданная в результате этих операций ЦМР (цифровая модель рельефа) Нивагальского лицензионного участка состояла из 14876 треугольников. На основе анализа физико-географических данных (физико-географического положения, рельефа, природных вод) в ГИС созданы цифровые тематические карты (гипсометрическая карта, карты экспозиции и крутизны склонов) Нивагальского нефтегазового месторождения. На исследуемом участке преобладают южные и юго-восточные экспозиции склонов. Крутизна склонов играет определяющую роль в развитии рельефа, обуславливая возникновение различных денудационных и аккумулятивных процессов в пределах склона. Значительную часть участка занимают слабопологие склоны крутизной от 0 до 3°.

Создание цифровых тематических карт является неотъемлемым этапом подготовки технологических проектных документов для промышленной разработки месторождения. Построенные карты позволят в процессе экологического мониторинга получать комплексную информацию природно-ресурсного характера в рамках месторождения, проводить собственные исследования и поддерживать интеграцию географических данных по разным тематикам.

Созданная серия тематических карт поможет облегчить работу по принятию управленческих решений в процессе мониторинга Нивагальского месторождения и планированию инженерно-строительных работ. Полученные карты могут быть использованы для составления электронного атласа Ханты-Мансийского автономного округа — Югры и ландшафтного районирования территории.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы; нефтегазовое месторождение; цифровые карты.

**Сведения об авторах:** Хромых Вадим Валерьевич<sup>1</sup>, кандидат географических наук, доцент кафедры географии; Кузнецова Эльза Афанасьевна<sup>2</sup>, кандидат географических наук, старший преподаватель кафедры географии.

**Место работы:** <sup>1</sup> Томский государственный университет; <sup>2</sup> Нижневартовский государственный университет.

**Контактная информация:** <sup>1</sup> 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, тел.: 3822420800, e-mail: geo@mail.tomsknet.ru; <sup>2</sup> 62861, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, 11, тел.: 3466436586, e-mail: elzanv07@ya.ru

Для экологического сопровождения инвестиционно-строительных проектов нефтегазовых месторождений необходимо детальное изучение природных систем. При составлении технологических проектных документов на промышленную разработку месторождения выбор расчетных вариантов строительства производится с учетом особенностей геологического строения, коллекторских и фильтрационных характеристик продуктивных пластов, физико-химических свойств насыщающих флюидов, опыта разработки залежей со сходными условиями, экономико-геофизических особенностей района, требований охраны недр и окружающей среды. На современном этапе развития незаменимым инструментом при формировании баз данных являются геоинформационные системы (ГИС). ГИС — это интегрированная компьютерная система, находящаяся под управлением специалистов-аналитиков, которая осуществляет сбор, хранение, манипулирование, анализ, моделирование и отображение пространственно соотнесенных данных [3]. Цель работы — разработка цифровых тематических карт лицензионного участка на основе пространственного анализа в ArcGIS. Это позволит в процессе экологического мониторинга получать комплекс-

ную информацию природно-ресурсного характера в рамках месторождения, проводить собственные исследования и поддерживать интеграцию географических данных по разным тематикам.

Нивагальский лицензионный участок располагается в бассейне р. Аган (рис. 1), левого притока р. Тромъеган (правого притока р. Обь), в подзоне средней тайги Западно-Сибирской равнины. В административном отношении он находится на территории Нижневартовского и Сургутского районов Ханты-Мансийского автономного округа — Югры Тюменской области. Участок граничит с сельским поселением Аган, в его пределах расположены урочище Мохтикьеганские Юрты, связанное с традиционной культурой местного населения (хантов), а также четыре объекта материальной культуры (избы) коренного населения, два родовых уголья.

Площадь лицензионного участка 320 км<sup>2</sup>. Поверхность исследуемой части равнины слабоволнистая. Абсолютная высота участка изменяется от 35 до 79 м. Значительные высоты достигают своего максимума в северной части участка. Самое низкое положение в рельефе занимает русло реки, абсолютная высота одного из урезов воды составляет 35 м.

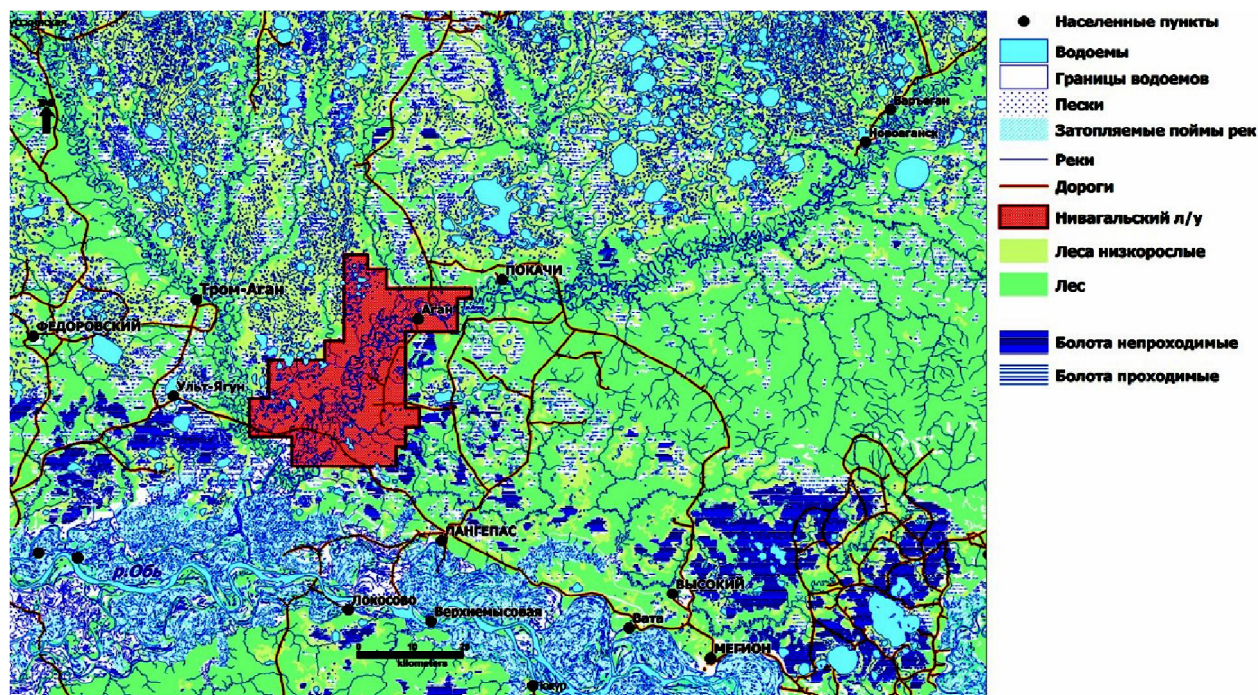


Рис. 1. Нивагальский лицензионный участок

Гидрографическая сеть территории представлена р. Аган и его притоками — реками Нонкъеган, Мохтикъеган, а также множеством мелких рек (табл. 1.) и ручьев без названия, протекающих с севера на юг по песчаным отложениям и имеющих незначительный уклон. У них отчетливо выражена пойма и местами надпойменная терраса [2]. Приблизительно 50% территории

участка заболочено, доминируют мочажинные и озерно-грядовые болота.

Северо-западная часть участка сильно заозерена и заболочена. На территории Нивагальского лицензионного участка расположены озера, которые относятся к Тромяган-Аганскому озерному району, он охватывает половину правобережной части Среднего Приобья. Площадь озер на участке представлена в таблице 2.

Таблица 1

## Характеристика водотоков Нивагальского лицензионного участка

№ п/п	Название реки	Куда впадает	Длина водотока, км	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>
1	Аган	левый приток р. Тромяган	544	32200
2	Нонкъеган	правый приток р. Аган	129	975
4	Мохтикъеган	правый приток р. Аган	42	—

Таблица 2

## Характеристики озер

№ п/п	Название озера	Площадь зеркала, км <sup>2</sup>	
		общая	в пределах рассматриваемой территории
1	Мохтикъеганский Урий	0,14	0,09
2	Совентилор	1,72	1,72
3	Ворплор	0,82	0,16

Использование ГИС облегчает проведение пространственного анализа и отображение различных слоев информации, позволяет обеспечить комплексный подход к изучению территориальных комплексов месторождения. Основу программного обеспечения при разработке цифровых карт составил лицензионный программный продукт ArcGIS компании ESRI. В качестве материала для создания баз данных использована топографическая карта в масштабе 1:100000. Для полуавтоматической интерактивной векторизации топокарты участка был использован пакет программ Easy Trace, работающий в среде операционной системы Microsoft Windows. В основе технологии, реализо-

ванной в этом векторизаторе, лежит мозаичное растрово-векторное поле практически неограниченных размеров. Количество векторных слоев не ограничено. Программа работает с большинством распространенных растровых форматов: BMP, TIFF, JPEG.

После векторизации четырех листов топографической карты лицензионного участка в пакете Easy Trace были получены следующие покрытия:

- крупные реки (полигональное покрытие);
- горизонтали и высотные отметки (линейное и точечное) (рис. 2);
- растительность (полигональное покрытие).



Рис. 2. Покрытия «горизонталы» и «высота» Нивагальского лицензионного участка

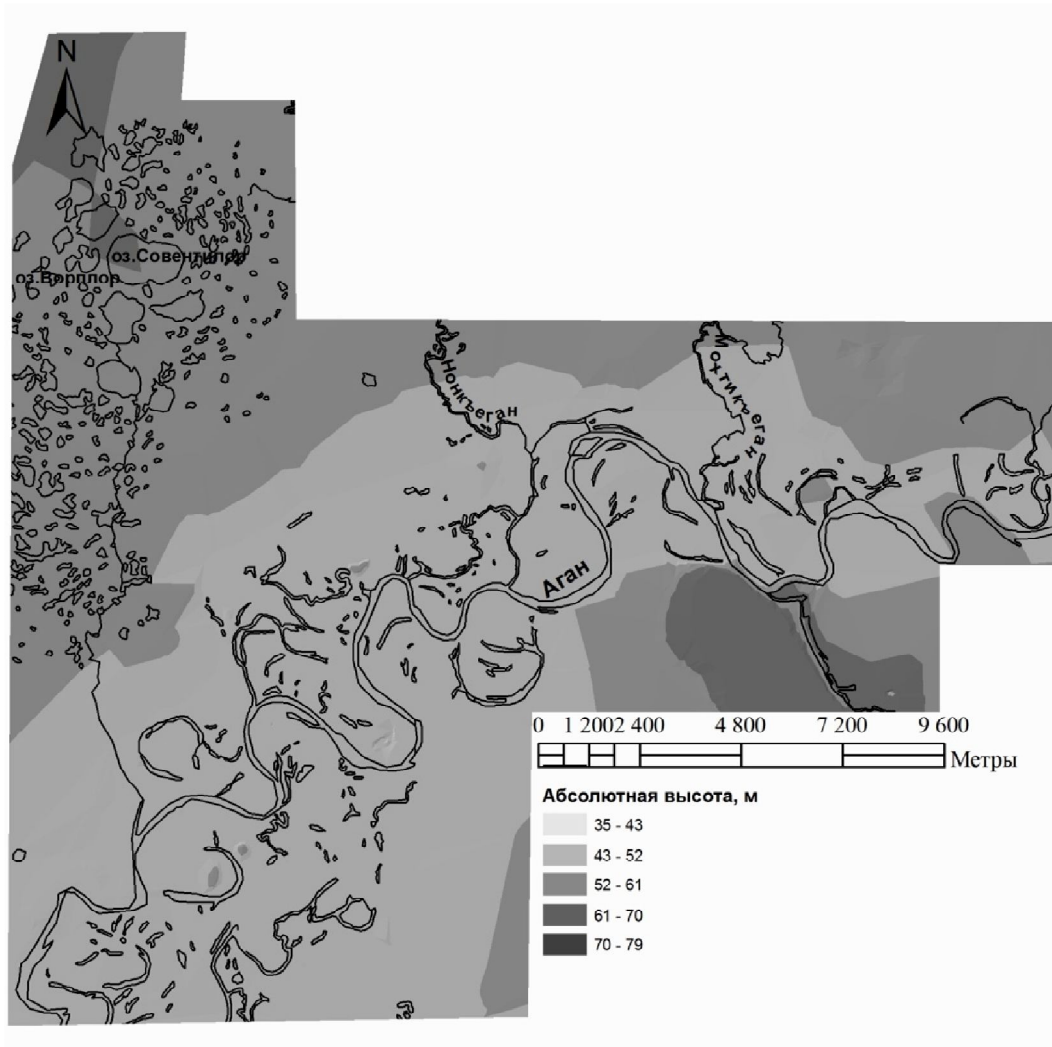


Рис. 3. Гипсометрическая карта Нивагальского лицензионного участка

Геоинформационные технологии позволяют, в отличие от бумажных носителей, создавать пространственные модели в трех измерениях. В связи с доступностью быстрой компьютерной обработки громадных массивов высотных данных становится выполнимой задача создания максимально приближенной к действительности цифровой модели рельефа (ЦМР). Цифровая модель рельефа (digital terrain model, DTM; digital elevation model, DEM; digital terrain elevation data, DTED) — цифровое представление трехмерных пространственных объектов в виде трехмерных данных, образующих множество высотных отметок и иных значений аппликат в узлах регулярной или нерегулярной сети, или совокупности записей горизонталей или иных изолиний [4]. В отличие от двумерной карты, трехмерные модели рельефа позволяют отчет-

ливо увидеть воочию и визуально оценить форму и «пластику» рельефа, границы морфологических единиц и особенности строения речного русла. На основе ЦМР возможно быстрое создание серии тематических карт: углов наклона рельефа, экспозиции склонов и др. Для построения цифровой модели рельефа Нивагальского лицензионного участка была использована следующая технологическая цепочка: векторизация — создание типологии — триангуляция — пространственный анализ. Модуль Spatial Analyst ГИС-пакета ArcGIS использовался для работы с растровыми пространственными моделями в формате GRID. Он значительно расширяет стандартные возможности ArcGIS в области пространственного анализа за счет операций геостатистики и «растровой алгебры» [4]. В качестве исходных данных для

построения модели рельефа использовались векторные покрытия горизонталей и высотных отметок, оцифрованных с топокарты. Созданная в результате этих операций ЦМР Нивагальского лицензионного участка состояла из 14876

треугольников. На основе цифровых моделей рельефа были построены гипсометрическая карта (рис. 3), карта экспозиций склонов (рис. 4), карта крутизны склонов (рис. 5).

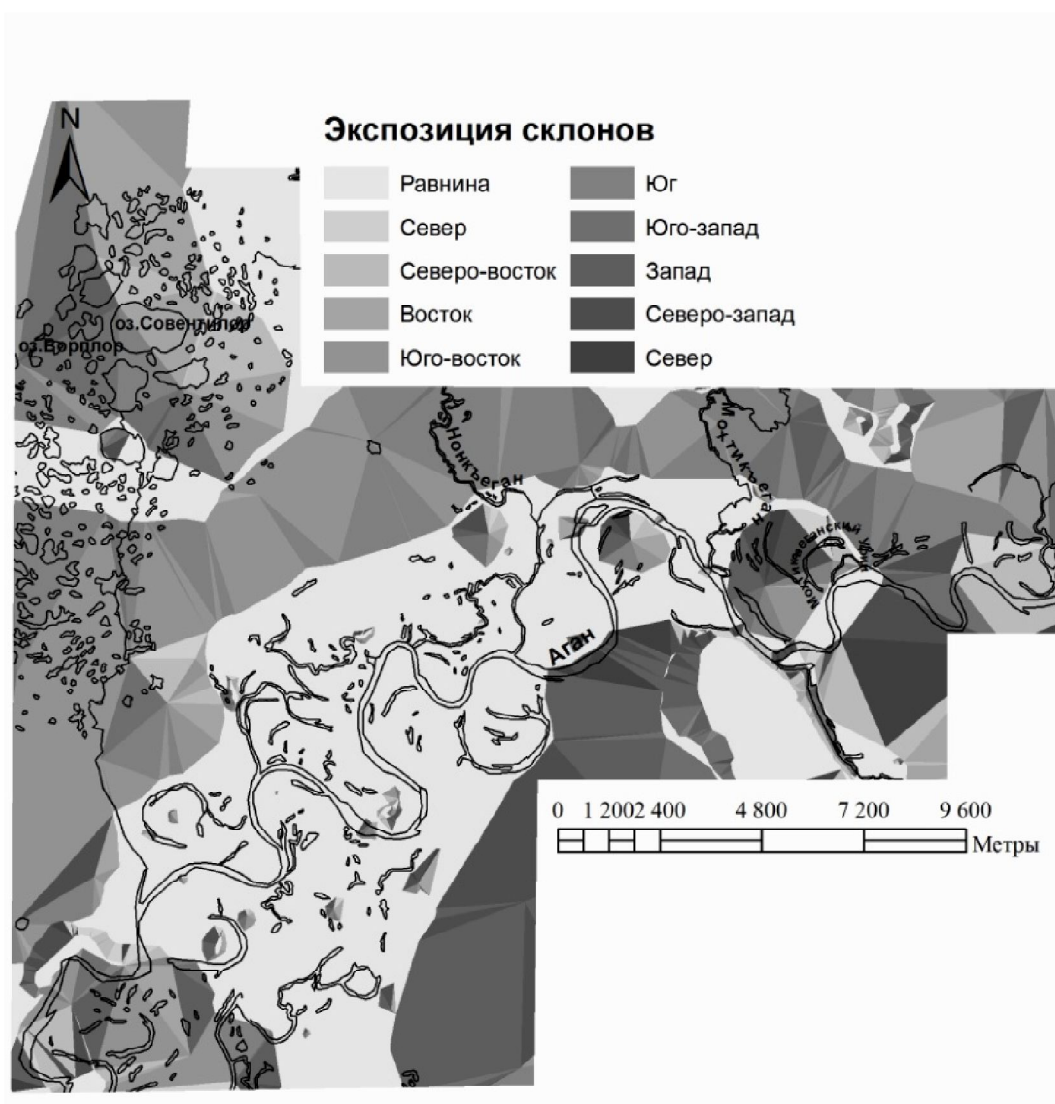
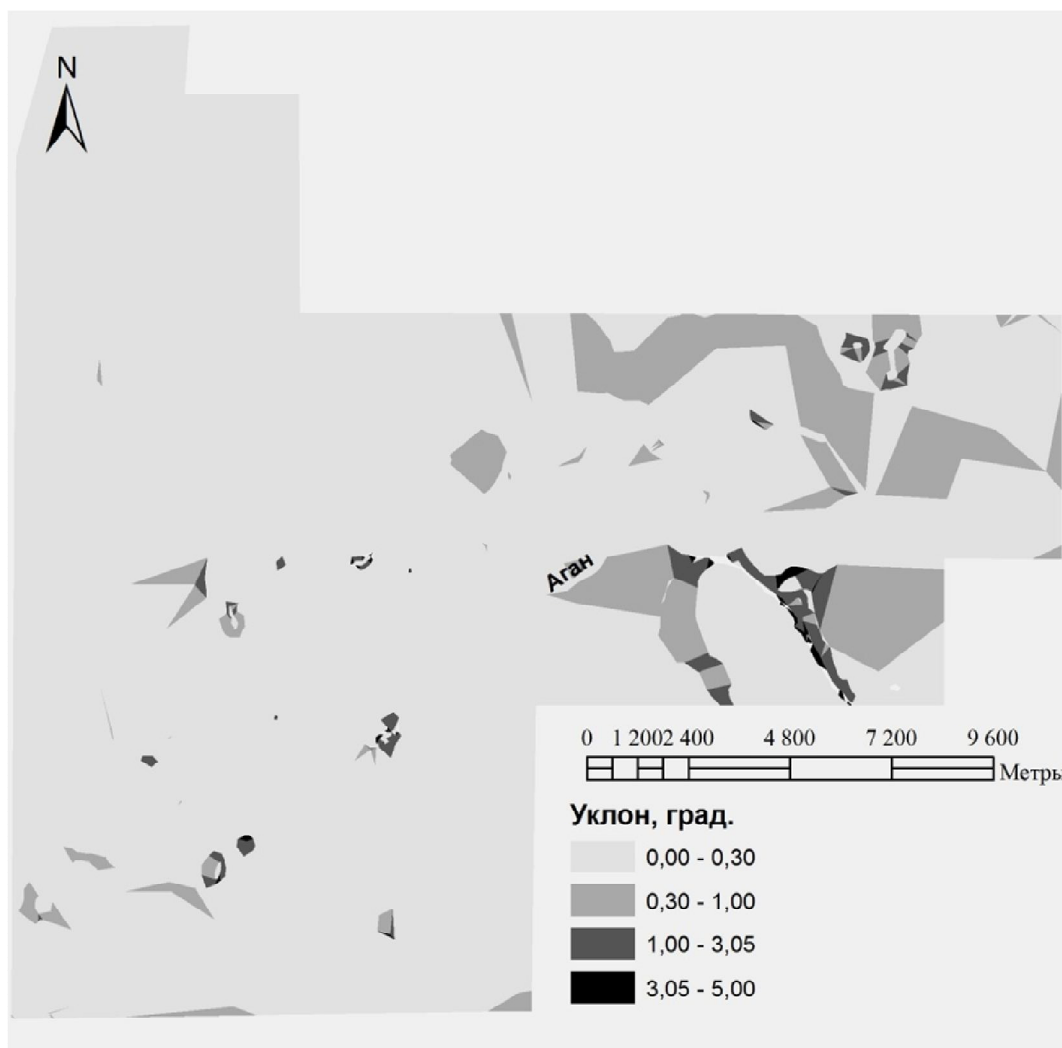


Рис. 4. Карта экспозиции склонов Нивагальского лицензионного участка

Экспозиция склонов определяет дифференциацию микроклиматов, а следовательно, различия в характере почв, растительности, животного мира, определяет фациальную структуру склоновых ландшафтов и используемых человеком земель [1]. На исследуемом участке преобладают южные и юго-восточные экспозиции склонов.

Крутизна склонов имеет большое практическое значение, особенно в инженерной геоло-

гии, хозяйственной деятельности человека. Она играет определяющую роль в развитии рельефа, обуславливая возникновение различных денудационных и аккумулятивных процессов в пределах склона, особенности их проявления. Изменяясь на исследуемой территории в пределах от 0 до 5°, наибольшая крутизна склонов отмечается на левобережье р. Аган. Значительную часть участка занимают слабополгие склоны крутизной от 0 до 3°.



**Рис. 5. Карта крутизны склонов Нивагальского лицензионного участка**

Созданная серия тематических карт позволяет облегчить работу по принятию управленческих решений в процессе экологического мониторинга Нивагальского месторождения и планированию инженерно-строительных работ на перспективу. Полученные карты могут

быть использованы для составления электронного атласа Ханты-Мансийского автономного округа — Югры. Представленные данные позволяют провести районирование территории по ландшафтам и создать ландшафтную карту.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геоэкология и природопользование. Понятийно-терминологический словарь / Авт.-сост. В.В.Козин, В.А.Петровский. Смоленск, 2005.
2. Отчет об исходном загрязнении компонентов природной среды Нивагальского лицензионного участка. Нижневартовск, 2009.
3. Самардак А.С. Геоинформационные системы: Электронный учебник. Владивосток, 2005.
4. Хромых В.В., Хромых О.В. Цифровые модели рельефа. Томск, 2011.

## REFERENCES

1. Geoekologiya i prirodopolzovanie. Ponyatiyno-terminologicheskii slovar [Geoecology and environment management. Conceptual and terminological dictionary] / Comp. by V.V.Kozin, V.A.Petrovskiy. Smolensk, 2005 (in Russian).
2. Otchet ob ishodnom zagryaznenii komponentov prirodnoy sredy Nivagalskogo litsenzionnogo uchastka [The report on the initial environmental contamination of Nivagalsky license area]. Nizhnevartovsk, 2009 (in Russian).
3. Samardak A.S. Geoinformatsionnye sistemy: Elektronnyj uchebnyk [Geographic Information Systems: Electronic textbook]. Vladivostok, 2005 (in Russian).
4. Khromykh V.V., Khromykh O.V. Tsifrovye modeli reliefa [Digital elevation models]. Tomsk, 2011 (in Russian).

*V.V.Khromykh*  
*E.A.Kuznetsova*  
Nizhnevartovsk, Russia

## GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS OF ECOLOGICAL SUPPORT FOR INVESTMENT AND CONSTRUCTION PROJECTS AT OIL AND GAS PRODUCTION FIELDS

**Abstract.** The paper is devoted to the development of digital thematic maps of the license area based on the spatial analysis in ArcGIS geographic information system (hereinafter GIS). To develop a digital elevation model for the Nivagalsky license area the researchers have used the following process chain: vectoring — typology development — triangulation — spatial analysis. The researchers applied Spatial Analyst module of ArcGIS for working with raster spatial models in the GRID format; topographic map at a scale of 1:100 000 as a material for the databases; and Easy Trace software package, operating in Microsoft Windows, for semi-automatic vectorization of interactive topographic map of the area.

After vectorizing four sheets of the topographic map of the license area in Easy Trace we received the following coverage:

- large rivers (polygon coverage);
- horizontals and elevations (linear and point coverage);
- vegetation (polygon coverage).

The researchers have used vector coverage contours and elevations digitized from the topographic map as the initial data for the terrain model.

DEM (digital elevation model) of the Nivagalsky license area developed as a result of these operations has 14.876 triangles. Based on the analysis of physiographic data (physical geography, topography, natural water) in GIS the researchers have developed digital thematic maps (a hypsometric map, exposure and slope steepness maps) of the Nivagalsky oil and gas field. Southern and south-eastern slope exposures dominate at the tested area. The steepness of the slopes plays a decisive role in the development of the relief, causing the emergence of different denudation and accumulation processes within the slope. A significant part of the site is occupied by slightly sloping areas from 0 to 3°.

Digital thematic maps are an essential stage in the preparation of project documents for the industrial development of the field. These maps allow research to obtain comprehensive data on the natural resources during the environmental monitoring of the field, conduct their own research and support the integration of geographic data in different subjects.

A series of thematic maps will help facilitate management decisions while monitoring the Nivagalsky oil field and ease the planning of various engineering and construction works. The resulting maps can be used to generate an electronic atlas of Khanty-Mansiysk Autonomous District — Yugra and for landscape zoning of the area.

**Key words:** geographic information systems; oil and gas field; digital maps.

**About the authors:** Vadim Valerevich Khromykh<sup>1</sup>, Candidate of Geography, Assistant Professor at the Department of Geography; Elsa Afanasevna Kuznetsova<sup>2</sup>, Candidate of Geography, Senior Lecturer at the Department of Geography.

**Place of employment:** <sup>1</sup> Tomsk State University; <sup>2</sup> Nizhnevartovsk State University.

УДК 631.4

**Е.А.Коркина**  
Нижевартовск, Россия

## ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ПОЧВООБРАЗОВАНИЯ В ДОЛИНЕ РЕКИ АГАН

**Аннотация.** Выделение типов почв основывается на взаимосвязи факторов почвообразования. Основные факторы почвообразования были описаны в ходе полевых исследований долины р. Аган: литология, рельеф, температура почв, уровень грунтовых вод, растительность. В ходе полевых работ изучены и описаны морфологические признаки почв, дано полевое определение механического состава пород, изучены основные характеристики рельефа (абсолютная высота, экспозиция и крутизна склонов), выявлен уровень грунтовых вод в летне-осенний период, произведено геоботаническое описание, температурные замеры почв маршрутным щупом для измерения температуры почвенных горизонтов. Почвы долины р. Аган представлены неоднородными типами. Это прежде всего обусловлено литолого-геоморфологическими условиями, связанными с геологической историей формирования территории. Суглинистые отложения среднеплейстоценового периода, сложенные в левобережье долины р. Аган, а также продолжительные низкие температуры и насыщенность воздуха паром позволяют развивать криогенные процессы в почвенных горизонтах. Криогенные процессы являются основными факторами, формирующими светлосёмы, ранее данный тип почвы в «Классификации почв» (1977) не выделялся. Светлосёмы могли определять как подзолистые, глее-подзолистые, элювиально-глеевые. На песчаных отложениях верхнеплейстоценового периода вдоль притоков правобережья долины р. Аган в условиях элювиирования сформированы почвы альфегумусового отдела: подзолы иллювиально-железистые, подзолы иллювиально-гумусовые, торфяно-подзолы. Правобережье долины р. Аган, сложенное в основном озерно-аллювиальными песками, в верхнеплейстоценовом периоде представляло собой водоём, поэтому в современном голоценовом периоде здесь сформированы обширные пространства олиготрофных болот с многочисленными озерами, что позволило сформироваться торфяным олиготрофным почвам с мощностью торфа до 5 м.

**Ключевые слова:** почвообразовательные процессы, температурный режим почв, таежная зона Западной Сибири, подзол, светлосем, торфяная олиготрофная почва, долина реки Аган.

**Сведения об авторе:** Коркина Елена Александровна, кандидат географических наук, доцент кафедры географии.

**Место работы:** Нижевартовский государственный университет.

**Контактная информация:** 628609, г. Нижевартовск, ул. Дзержинского, 11; e-mail: lena\_k\_nv@go.ru

*Работа выполнена в рамках исполнения базовой части государственного задания № 2014/801 Министерства образования и науки РФ.*

Долина реки Аган располагается в северной части Среднеобской низменности. Водосбор левых притоков р. Аган начинается с верхней части Аганского Увала и проходит через его северную заболоченную выровненную поверхность. Правые притоки берут свое начало с восточных заболоченных границ Сургутского Полесья, их особенность проявляется в меридиональной вытянутости, здесь же берет свое начало Аган из озера Менсавэктор. Сама река Аган имеет широтное проявление и делит долину на северную правобережную часть и южную левобережную часть (рис. 1).

Особенностью долины р. Аган в формировании почв является разный литологический состав четвертичных отложений правого и левого берегов. Правобережная часть, располагающаяся в восточной части Сургутского Поле-

ся, в основном сложена с поверхности аллювиальными и озерно-аллювиальными отложениями верхнеплейстоценового возраста. Представлены флювиальные формы рельефа, в основном по водотокам, сложенные тонкозернистыми песками с отчетливо выраженной слоистостью, которые повсеместно перекрыты торфами. Легкий песчаный состав пород и дренирующая способность поверхности вдоль рек позволяет развиваться почвам по подзолистому типу. Левобережье р. Аган относится к северной части Аганского Увала, сложенного среднечетвертичными отложениями суглинистого и супесчаного состава. Выположенная северная часть Аганского Увала заболочена, имеет слабый дренаж придолинных местностей, малый уклон поверхности, что приводит к процессу торфонакопления.

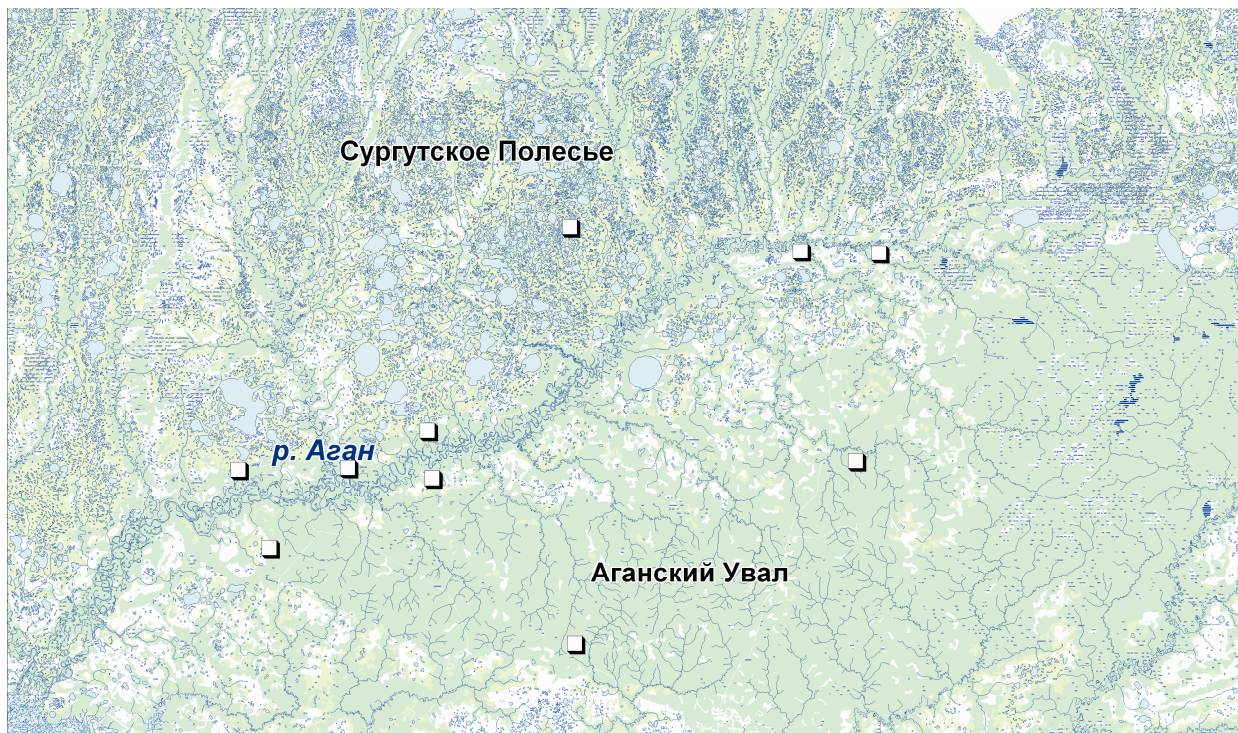


Рис. 1. Почвенные разрезы района исследования долины р. Аган [6]

В геоморфологическом отношении правобережная часть долины р. Аган представляет собой плоскую поверхность со слабо выраженным уклоном от подножия Сибирских Увалов. Высоты поверхности абсолютных отметок колеблются в от 50 до 60 м, врезы рек имеют относительные отметки в пределах 6—12 м. Преобладают формы флювиальной и реликтовой криогенной морфоскульптуры — долины свободно меандрирующих рек, озерные котловины [3]. Левобережная часть имеет абсолютные высоты 80—70 м. Территория отличается сильной заболоченностью (80%), преобладающими типами болот являются верховые грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые [1]. В ряде случаев наблюдается и гривистый рельеф, существенно сnivelированный торфяниками. Справа долина р. Аган дренируется реками Ватьёган, Ампута, Нангёган, Егурьях и Нонгёган, слева — Ваньёган, Нёгусьяун, Вангуньёган (Вонгуньёган).

Климатические показатели являются важным фактором в формировании почв и протекании элементарных почвообразовательных процессов, определяющих типовое отношение почв.

Годовая амплитуда температур воздуха, составляющая 38—40°C, и средняя температура января и июля не позволяющих накопившейся ор-

ганике разложиться, что приводит к накоплению торфа и подстилочного опада на плакорах.

Относительная влажность воздуха, характеризующая степень насыщения воздуха водяным паром, в течение года в районе исследований изменяется от 59% до 78%. Средняя сумма осадков составляет 499 мм. Минимальное количество осадков характерно для марта — апреля. Начиная с мая, месячные суммы интенсивно увеличиваются и к июлю — августу достигают пика. Из выпавших осадков на поверхность сток идет 150 мм, подземный — 50—80 мм и около 200—220 мм на испарение [3]. Характерно избыточное увлажнение.

Промерзание почв является одним из важных почвообразующих факторов. Плакорные почвы Аганского Увала — криометаморфические, светлосёмные, сложенные суглинистыми породами, — имеют глубинное промерзание в среднем до 1 м, полное оттаивание почв происходит к началу июля. Проявленная криогенность способствует формированию «икряной» структуры почв и накоплению органики в верхнем горизонте O.

Промерзание торфяных почв начинается одновременно с наступлением отрицательных температур воздуха. Датой начала промерзания болот считается дата устойчивого перехода

температуры воздуха через 0°C. Оттаивание болот начинается практически одновременно с переходом среднесуточных температур воздуха через 0°C. В этот период оттаивание болот происходит как снизу — за счет притока тепла из более глубоких слоев торфяной залежи, так и сверху — за счет притока тепла со снеговыми водами. Средняя интенсивность оттаивания болот при наличии снежного покрова 0,76 см/сутки.

Полное оттаивание болот происходит только в конце июня — начале июля. Промерзание торфяной залежи приводится в таблице 1 по результатам многолетних экспедиционных исследований болотных систем Западной Сибири [1]. В настоящее время ведутся стационарные температурные наблюдения в слое среднегодовых колебаний [4].

Таблица 1

Глубины промерзания торфяной залежи болот (Сургутское Полесье)

Дата	Обеспеченность, % см											
	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
I/XI	27	19	16	12	10	8	7	5	4	2	1	0,5
I/XII	35	30	27	24	21	18	14	12	9	8	6	5
I/X	42	39	35	32	29	27	23	19	17	15	13	11
I/II	51	46	43	40	35	33	29	26	23	21	19	17
I/III	58	53	50	45	41	38	36	31	28	26	24	22
I/IV	62	58	55	51	47	43	39	35	33	31	27	25
Конец зимнего периода	64	61	57	53	49	45	42	39	36	33	29	27

Известно, что от таких показателей, как влажность и температура почвы, могут варьировать подвижные формы элементов в почве, поэтому в ходе мониторинга за качественными характеристиками почв необходимо учитывать климатические показатели во время отбора

проб. В ходе изучения факторов почвообразования на разных геоморфологических уровнях долины р. Аган были сделаны замеры температуры в почвах с помощью маршрутного щупа для измерения температуры почвенных горизонтов.

Таблица 2

Температура почв долины р. Аган (август 2013 г.)

Тип почвы	Температура							
	глубина, см							
	0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80
Торфяная олиготрофная	8,5	8,1	7,7	6,2	7,0	7,8	9,0	9,4
Подзол иллювиально-гумусовый	6,0	6,4	6,6	6,8	7,2	7,1	Ордзанд	
Светлозём типичный	7,0	3,8	3,8	0,4	0,4	0,2	—	—

Из таблицы 2 видно, что температурные показатели почв отличаются на разных геоморфологических уровнях. На олиготрофных болотах, в торфяных почвах температура почв выше температуры воздуха (5°C) почти в 2 раза. Температура подзолов приближена к температуре воздуха. По мере увеличения глубины почвы температура почвы повышается. В торфяных почвах небольшое понижение температуры соответствует уровню верховодных вод 30—40 см. Разница температур между торфяной олиготрофной почвой и подзолом иллювиально-

железистым составляет от 0,6°C в срединных горизонтах и до 2,5°C в верхних горизонтах. Необходимо отметить, что температура нижних горизонтов торфяной олиготрофной почвы на 1°C выше верхнего горизонта. Светлозём, относящийся к отделу криометаморфических почв, имеет разницу в температурах между верхним горизонтом О и срединным СR 6,8°C. Данный тип почвы оттаивает к середине июля, прогревание суглинистой почвы под органомным горизонтом с 30 см практически не происходит. Сохраняющаяся долгое время криогенность

формирует оскольчато-икряную структуру, водонасыщенность почвы позволяет развиваться гипновым мхам, благодаря которым аккумулируется органический горизонт мощностью до 15 см.

Типовое разнообразие почв в долине р. Аган зависит от природных условий и факторов почвообразования, северная правобережная часть, сложенная озерно-аллювиальными песками, представлена в основном торфяными олиготрофными почвами, торфяно-подзолами, подзолами иллювиально-гумусовыми, подзолами иллювиально-железистыми. Южная левобережная сторона, сложенная плиоценовыми суглинками, представлена торфяными олиготрофными почвами, светлосъемами типичными и глееъемами.

Их морфологическая характеристика с описанием основной растительности представлена ниже в таблицах 3—7.

Олиготрофное грядово-мочажинное болото правобережья р. Аган, в междуречье рек Ватьёган и Егурьях представлено сосново-кустарничково-сфагновым типом грядово-мочажинных болот. Растительность: *Pinus sylvestris* f., *Ledum palustre* L., *Vaccinium uliginosum* L., *Chamaedaphne calyculata* L., *Betula nana* L., *Rubus chamaemorus* L., *Andromeda* L., *Oxycoccus microcarpus*, *Sphagnum fuscum*, *Sphagnum palustre* L., встречаются пятна *Cladonia rangiferina*. Почва представлена торфяной олиготрофной.

Таблица 3

Разрез торфяной олиготрофной почвы


Рисунок почвенного профиля	Индекс горизонта	Глубина, см	Морфологическое описание горизонта
	ТО	0—20	Сырой, желтоватый, не разложившийся сфагновый мох, видны веточки, корни кустарничковой растительности, характер перехода по степени разложения мха
	Т	20—30	Сырой, желтовато-коричневый, степень разложения торфа 30%, видны чехлики гидрофильной растительности, характер перехода к нижележащему горизонту явный по степени разложения торфа
	ТТ	30—92	Сырой, коричневый, степень разложения торфа 70%, мелкие корни кустарничковой растительности

Таблица 4

Разрез подзола иллювиально-железистого


Рисунок почвенного профиля	Индекс горизонта	Глубина, см	Морфологическое описание горизонта
	АО	0—1	Буровато-черный с углями и песком, хвоя, кора, ризоиды лишайников
	Е	1—8 (12)	Белесый, свежий, песок, рыхлый, корни единичны, граница волнистая, переход резкий по цвету
	BF	8(12)—36(72)	Ярко-охристый, корни — 1%, песок, мелкие корни — 2%, книзу граница затечная, менее яркая
	BC	36(72)—76	Охристо-палевый, песок, свежий, рыхлый, слева морозобойное пятно диаметром 40—70 см кофейно-охристого цвета, пятнисто-мозаичной окраски; Fe пятна, переход по новообразованиям
	С	76—92	Светло-палевый, песок, свежий, рыхлый, бесструктурный

Таблица 5

## Разрез подзола иллювиально-гумусового



Рисунок почвенного профиля	Индекс горизонта	Глубина, см	Морфологическое описание горизонта
	АО	0—2	Бурый, рыхлый, слабо разложившаяся целлюлоза, корни кустарничковой растительности — 5%, граница ровная, переход по цвету и составу
	Е	2—40 (56)	Белесый песок, свежий, рыхлый книзу слегка оглееными пятнами более темный, корни — 1%, граница волнистая, переход по цвету
	BF	40(56)— 58(90)	Охристо-темно-коричневый, свежий, песок, цементирован Fe, Mn, справа карман, заполненный цементированным песком с большим содержанием Mn, от кармана «россыпь» темно-коричневых пятен диаметром 1—3 мм, граница карманная, переход четкий по цвету и новообразованиям
	BC	58(90)— ...	Охристо-палевый, песок, свежий, корней нет, с пятнами в виде Fe и Mn конкреций, плотный за счет цементированности Mn

Таблица 6

## Разрез торфяно-подзола поверхностно-глеевого

Рисунок почвенного профиля	Индекс горизонта	Глубина, см	Морфологическое описание горизонта
	T	0—10	Влажный, буровато-коричневый, торф, степень разложения — 70%, корни травянистой растительности — 10%, граница ровная, переход по цвету и составу
	Eg	10—23	Влажный, сизо-белесый, верхняя граница черноватого цвета представлена угольками; песок, рыхлый, корни травянистой растительности — 1%, граница затечная, переход по цвету
	BH	23— 30(40)	Влажный, окраска неоднородная от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, песок, рыхлый, граница волнистая, переход по цвету
	C	30(40)— 70	Сырой, светло-серый, однородной окраски, песок, с 65 см начинается тиксотропность, связанная с уровнем грунтовых вод

На хорошо дренируемых участках ленточных форм, относящихся к врезу рек, формируются подзолы иллювиально-железистые (табл. 4). Растительная ассоциация представлена сосново-лишайниковыми лесами.

В переходе от леса к болоту, в сторону междуречного пространства, в условиях сохранения промывного режима и периодически подни-

мающихся грунтовых вод формируются подзолы иллювиально-гумусовые (табл. 5).

Накопление гумуса в иллювиальном горизонте происходит за счет создания водоупора во время весеннего таяния снегов и поднятия поверхностных и грунтовых вод. Растворенное органическое вещество вымывается из верхних горизонтов, образуя мощный элювиальный горизонт,

и аккумулируется на цементированном Fe-Mn-ордзанде. Растительная ассоциация представлена сосновым беломошно-черничным лесом, в живом надпочвенном покрове имеются следующие виды: *Vaccinium myrtillus* L., *Ledum palustre* L., *Vaccinium uliginosum* L., *Empetrum nigrum* L.


Торфяно-подзолы (табл. 6) являются переходными от подзолов иллювиально-гумусовых к торфяным олиготрофным почвам. Их образование связано с прогрессивным заболачиванием территории таежной зоны Западно-Сибирской низменности, в связи с ее слабой дренированностью [5]. Торфяно-подзолы формируются на олиготрофных болотах сосново-осоково-сфагнового типа на мочажинах — *Sphagnum palustre* L., *Sphagnum fuscum*, виды рода *Carex* L., *Juncus*, *Eriophorum* L.; на грядах — *Chamaedaphne calyculata* L., *Ledum palustre* L.

Основным условием формирования поверхностно-оглееных торфяно-подзолов является избыточное увлажнение, вызванное скоплением поверхностных вод, что приводит к заселению гидрофильной растительности.

Южное левобережье долины р. Аган представлено торфяными олиготрофными почвами, глеезёмами, криометаморфическими почвами, светлосёмами типичными (табл. 7). Дренированные поверхности заняты кедрово-еловой зеленомошной растительной ассоциацией. Растительность представлена следующими видами: *Pinus sibirica*, *Picea A.Dietr.*, *Populus tremula* L., *Juniperus*, *Betula pubescens*, видами рода *Salix*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus* L., *Lycopodium* L., *Maianthemum bifolium* L., *Linnaea borealis*, *Pleurozium schreberi* (Brid.), *Cladonia cariosa*.

Таблица 7

Разрез торфяно-подзола поверхностно-глеевого

Рисунок почвенного профиля	Индекс горизонта	Глубина, см	Морфологическое описание горизонта
	АО	0—10	Лесная подстилка, черновато-коричневый, рыхлый, сложен остатками гипнового мха, пронизан корнями кустарничковой растительности ~10%
	EL	10—15	Сизоватый, суглинок с остатками корней ~5%, включения органики (остатки веточек), корни деревьев — 1%, слегка уплотненный, структура — оскольчато-икряная, граница ровная, переход по цвету
	CR1	15—50	Кофейного цвета, слитой суглинок без определенной структуры, плотный, холодный, кристаллы льда, при разломе видны поры диаметром 1 мм, граница ровная, переход по структуре
	CR2	50—70	Кофейного цвета, структура — более острая, оскольчатая, холодный, менее плотный, нож легче входит

Долина р. Аган располагается в средней таежной зоне. Типовое разнообразие почв долины реки зависит от литологической основы. На песчаных озерно-аллювиальных породах в условиях хорошего дренажа формируются подзолы. За счет легких фракций пород подзолы обладают хорошей теплопроводностью, низкой влагообеспеченностью. Суглинистый состав пород

среднечетвертичных отложений ввиду высокой способности удерживать воду создает застойный режим в почвенном профиле, что, в свою очередь, при создании определенных климатических условий позволяет развиваться криогенным процессам, формирующим криогенные почвы — светлосёмы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Болота Западной Сибири, их строение и гидрогеологический режим / Под ред. К.Е.Иванова, С.М.Новикова. Л., 1976.
2. Климатическая характеристика зоны освоения нефти и газа Тюменского Севера / Под ред. К.К.Казачковой. Л., 1982.

3. Козин В.В., Москвина Н.Н. Дробное ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа // Проблемы географии и экологии Западной Сибири: Сб. Тюмень, 1998. Вып. 3.
4. Коркин С.Е., Кайль Е.К. Температура грунтов в ландшафтах природного парка «Сибирские увалы» // Изв. Самарского науч. центра РАН. Самара, 2014. Т. 16. № 1 (4).
5. Смоленцев Б.А. Структура почвенного покрова Сибирских Увалов (северотаежная подзона Западной Сибири). Новосибирск, 2002.
6. Google maps. URL: <https://www.google.com/maps>

#### REFERENCES

1. Bolota Zapadnoy Sibiri, ikh stroenie i gidrogeologicheskiy rezhim [The swamps of Western Siberia, their structure and hydrogeological conditions] / Ed. by K.E.Ivanov, S.M.Novikov. Leningrad, 1976 (in Russian).
2. Klimaticheskaya kharakteristika zony osvoeniya nefti i gaza Tyumenskogo severa [Climatic characteristic of oil and gas exploration areas in the north of Tyumen region] / Ed. by K.K.Kazachkova. Leningrad, 1982 (in Russian).
3. Kozin V.V., Moskvina N.N. Drobnoe landshaftnoe rayonirovanie Khanty-Mansiyskogo avtonomnogo okruga [Fractional landscape regionalization of Khanty-Mansiysk Autonomous District] // Problemy geografii i ekologii Zapadnoy Sibiri: Sbornik [Colleciton of works on geographic and ecological problems of Weastern Siberia]. Tyumen, 1998. Issue 3 (in Russian).
4. Korkin S.E. Kayl E.K. Temperatura gruntov v landshaftakh prirodnogo parka «Sibirskie uvaly» [Soil temperature in the landscape park Sibirskie Uvaly] // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Samara, 2014. Vol. 16. № 1 (4) (in Russian).
5. Smolentsev B.A. Struktura pochvennogo pokrova Sibirskikh Uvalov (severotaezhnaya podzona Zapadnoy Sibiri) [The structure of the soil cover of Siberian Ridgrs (northern subzone of Western Siberia)]. Novosibirsk, 2002 (in Russian).
6. Google maps. URL: <https://www.google.com/maps>

*E.A.Korkina*  
Nizhnevartovsk, Russia

### NATURAL CONDITIONS AND MAJOR FACTORS OF SOIL FORMATION IN THE AGAN RIVER VALLEY

**Abstract.** Soil types are identified on the basis of the relationship between soil-forming factors. The major soil formation factors, including lithology, topography, soil temperature, groundwater level, and vegetation, were described during fieldworks at the valley of the Agan River. During these fieldworks the researcher has studied and described the morphological characteristics of soils, given the definition of the mechanical composition of the rocks, studied the basic topography characteristics (such as altitude, exposure and steepness of slopes), identified the groundwater level in the summer-autumn period, produced geobotanical description, and made measurements of soil temperature using a route probe to measure the temperature of the soil horizons. The soils of the Agan River valley are of heterogeneous types, which is primarily due to the lithological and geomorphological conditions associated with the geological history of the territory. Loamy sediments of the Middle Pleistocene period in the left bank of the Agan River valley, together with prolonged low temperatures and vapor in the air create conditions for cryogenic processes in the soil horizons. Cryogenic processes are the main factors shaping so-called “light soils”, which were not identified as a separate soil type in the handbook on “Soil Classification” (1977). These soils could be earlier defined as podzolic, gley-podzolic, or eluvial-gley soils. The soils on sandy sediments of the Upper Pleistocene period dominating along the tributaries of the right bank of the Agan River valley under eluviation were formed as soil alfehumic type, such as illuvial-ferruginous podzols, illuvial-humus podzols, peat-podzolic soils. The right bank of the Agan River valley was formed mainly by lacustrine-alluvial sands, as during the Upper Pleistocene period this bank used to be a water body, therefore during the modern Holocene period the territory is formed by vast expanses of oligotrophic bogs with numerous lakes, which created the conditions for the development of oligotrophic peat soils with peat thickness up to 5 m.

**Key words:** soil formation; soil temperature; taiga zone of Western Siberia; podzol; light soil; oligotrophic peat soil; Agan River valley.

**About the author:** Elena Alexandrovna Korkein, Candidate of Geography, Assistant Professor at the Department of Geography.

**Place of employment:** Nizhnevartovsk State University.

## ХИМИЯ И ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 630\*532.5

А.Р.Бирман

А.С.Кривоногова

Санкт-Петербург, Россия

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОПИТКИ ДЛИННОМЕРНЫХ СОРТИМЕНТОВ

**Аннотация.** Определены методики проведения экспериментов по пропитке древесины. Проведен критический анализ способов пропитки древесины. Рассмотрены некоторые способы защитной пропитки древесины с учетом действия на повышение ее качественных характеристик. Исследовались различные листовые породы древесины. При изготовлении опытных образцов использовался метод парных образцов. Результаты экспериментов пропитки образцов для разных пород анализировались с последующими рекомендациями к выбору методов пропитки. Разработаны рекомендации по выбору способов пропитки древесины.

Определена возможность использования борирования древесины в качестве защитного материала. Получены параметры скорости и объемов поглощения пропиточных растворов, таких как вода и борная кислота. Проведена опытная проверка защищающей способности уплотненной и пропитанной раствором борной кислоты древесины при воздействии нейтронных потоков различной плотности.

Проводились проверки встречно-центрифужного способа пропитки в поле центробежных сил в производственных условиях, на экспериментальной исследовательской станции в соответствии с программой и методикой экспериментального исследования. Даны рекомендации по осуществлению встречно-центрифужного способа пропитки в поле центробежных сил и определены режимы пропитки на экспериментальном и производственном оборудовании. Рассмотрены технологические методы процесса пропитки древесины в результате действия давления жидкости в пропитывающем цилиндре при его вращении. На основании результатов исследований встречно-центробежного способа пропитки получены опытно-экспериментальные результаты с рекомендательными выводами.

Отработана методика экспериментальных исследований со сравнительным анализом защищающих способностей деревянных образцов и образцов защитных материалов. Сделаны выводы, классифицирующие методы пропитки древесины по трем основным физическим явлениям, происходящим при пропитке древесины.

Определены качественные и количественные оценки пропитки образцов древесины. Получены опытные результаты, характеризующие недостатки некоторых методов пропитки, а также малопроизводительные методы пропитки древесины. Определены неприменимые способы пропитки древесины при производстве нейтронозащитных материалов. Получены результаты исследований встречно-центробежного способа пропитки с соответствующими выводами. Описаны оптимизирующие технологические процессы методов пропитки, осуществляющие пропитку под давлением, с использованием автоклавного метода и метода, основанного на проникновении пропиточной жидкости в древесину под давлением центробежных сил. Предлагаются технические решения, обеспечивающие снижение энергоемкости процесса пропитки за счет исключения затрат на создание давления в пропитывающей жидкости, упрощающие технологический процесс загрузки и выгрузки лесоматериалов и обеспечивающие повышение производительности способов обработки древесины.

**Ключевые слова:** древесина; пропитка жидкостями; пропитка борной кислотой; пропитка в центробежном поле; нейтронозащитные материалы; снижение энергоемкости.

**Сведения об авторах:** Бирман Алексей Романович<sup>1</sup>, доктор технических наук, профессор кафедры технологии лесозаготовительных производств; Кривоногова Александра Станиславовна<sup>2</sup>, доцент кафедры начертательной геометрии и графики, SPIN-код 8399-6121.

**Место работы:** Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М.Кирова.

**Контактная информация:** 194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., 5, тел.: <sup>1</sup> 9313456789, <sup>2</sup> 9215555501, e-mail: <sup>1</sup> birman1947@mail.ru, <sup>2</sup> kas.spb.lta@mail.ru

Рассмотрим некоторые способы защитной пропитки древесины с учетом действия на повышение ее качественных характеристик. Для пропитки используют жидкие масла и растворы различных веществ в воде или органических

растворителях. Это один из основных способов повышения стойкости древесины с целью ее защитной обработки. Процесс пропитки в основной мере является чисто физическим, так как пропиточные жидкости не вступают в химическую

реакцию с древесиной. Проникновение пропиточного раствора в древесину происходит в результате действия сил различной физической природы: капиллярных, центробежных, диффузионных, электростатических, сил давления и пр. Процесс пропитки проходит в условиях преобладающего воздействия каждого вида сил, и в соответствии с этим способы пропитки подразделяют по преобладающему виду воздействия [2].

Проведенный анализ известных способов пропитки древесины позволяет заключить, что классификация методов пропитки древесины основана на трех основных физических явлениях, происходящих при пропитке:

— перемещение жидкости в древесине под действием капиллярных сил;

— диффузионное перемещение молекул или ионов пропитывающего вещества;

— перемещение жидкости в древесине под действием внешнего избыточного давления.

Способы капиллярной и диффузионной пропитки малопродуктивны из-за длительности процесса, достигающей нескольких месяцев, и во многих случаях малоэффективны из-за незначительной глубины проникновения (несколько миллиметров) пропиточных жидкостей в древесину. Недостатками пропитки за счет электростатических сил являются значительная энергоемкость процесса и техническая сложность его осуществления. Поэтому на практике, как правило, осуществляют пропитку под давлением, используя автоклавный метод и метод, основанный на проникновении пропиточной жидкости в древесину под давлением центробежных сил [5]. Использование чисто капиллярного давления без внешнего давления неприменимо для создания защитных материалов, так как полная сквозная пропитка древесины в этом случае является длительным процессом без фиксированных временных границ. Диффузная пропитка также протекает медленно, поскольку движущимся частицам приходится преодолевать дополнительные сопротивления при прохождении через мембраны окаймленных пор или микрокапилляры в стенках клетки, и также не имеет фиксированных временных границ.

Пропитка под действием внешнего избыточного давления в холодных ваннах с предварительным нагревом, пропитка в автоклавах неприменимы при производстве нейтронозащитных материалов по причинам, изложенным в [4].

Предлагается рассмотреть способ встречно-центробежной пропитки, суть которого изложе-

на в [1]. Основной объем экспериментальных исследований производился на базе оборудования кафедры технологии лесозаготовительных производств Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета им. С.М.Кирова — центрифуги S-52. Опытные исследования проводились на двух породах древесины — осины и березы. Образцы выпиливались из свежезаготовленных материалов с начальной влажностью не менее  $W=70-80\%$ . Образцы подвергались пропитке раствором борной кислоты, подкрашенной двухпроцентным раствором перманганата калия. При изготовлении образцов использовался метод парных образцов, при котором при раскройке кражей обращается внимание на строгую симметричность образцов, предназначенных для эксперимента. Процесс пропитки проводился в следующем порядке. Опытные образцы помещались в цилиндрические стаканы, расположенные по периферии от оси вращения центрифуги. Борная кислота заливалась до такого уровня, чтобы один торец образца выступал из жидкости при вращении, что необходимо для обеспечения выхода заземленному в древесину воздуху. Пропитка происходит в результате действия давления жидкости в пропитывающем цилиндре при его вращении. Так как масса жидкости в цилиндре значительно больше массы жидкости в капилляре, то и центробежные силы жидкости в объеме цилиндра будут больше, чем в капилляре.

Качественная и количественная оценка пропитки образцов проводилась по трем показателям:

— скорость пропитки;

— поглощение борной кислоты;

— равномерность окрашивания площади поперечных сечений [3].

На основании результатов исследований встречно-центробежного способа пропитки сделан ряд выводов:

— жидкость, проникающая через боковую и одну из торцевых поверхностей, вытесняет через другую торцевую поверхность воздух, что обуславливает равномерное и интенсивное пропитывание образцов;

— давление жидкости на боковых сторонах детали распределяется таким образом, что характер проникновения жидкости исключает возможность сохранения непропитанных зон древесины;

— борсодержащие препараты хорошо проникают в древесину;

— создается возможность регулирования количества впитываемой жидкости и достижения максимальной насыщенности древесины за счет варьирования временем пропитки; при необходимости часть жидкости можно удалить путем вращения в этой же центрифуге после удаления пропитывающего состава из центрифуги;

— способ применим для пропитки изделий из древесины со сложным поперечным сечением и наличием пороков.

Таким образом, в результате настоящих и ранее проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

— Борированная древесина может использоваться для защиты от нейтронных потоков малых и средних энергий.

— Борная кислота хорошо проникает в древесину и равномерно в ней распределяется.

— Наиболее рациональным способом пропитки древесины является встречно-центробежный способ.

— Экспериментально установленные режимы сквозной пропитки древесины борной кислотой могут служить основой для определения параметров пропитки встречно-центробежным способом на серийно выпускаемом промышленном оборудовании.

— Нейтронозащитные древесные материалы в 20—30 раз дешевле применяемых в настоящее время водородосодержащих защитных материалов [2; 3; 4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белоногова Н.А. Повышение защитных свойств низкосортной древесины путем пропитки и уплотнения: Автореф. ... канд. техн. наук. СПб., 1999.
2. Бирман А.Р., Белоногова Н.А., Кривоногова А.С. Способ торцевой пропитки длиномерных сортиментов на определенную их длину // Современные проблемы переработки древесины: Мат-лы междунар. науч.-практ. конф. СПб., 2014.
3. Бирман А.Р., Соколова В.А., Кривоногова А.С. Борирование древесины пропиткой с целью повышения ее нейтронозащитных свойств // Изв. С.-Петерб. лесотехнической академии. СПб., 2014. Вып. 208.
4. Бирман А.Р., Соколова В.А., Кривоногова А.С. Торцевая пропитка длиномерных сортиментов // Научное обозрение. 2014. № 7.
5. Патыкин В.И., Тишин Ю.Г., Базаров С.М. Техническая гидродинамика древесины. М., 1990.

## REFERENCES

1. Belonogova N.A. Povysheniye zaschitnykh svoystv nizkosortnoy drevesiny putyom propitki i uplotneniya [Increasing the protective properties of the low-grade timber by treatment and consolidation. The abstract of the thesis for the degree of Candidate of Technical Sciences]. Saint-Petersburg, 1999 (in Russian).
2. Birman A.R., Belonogova N.A., Krivonogova A.S. Sposob tortsovoy propitki dlennomernykh sortimentov na opredelyonnuju ikh dlinu [The method of frontal treatment of long-cut timber at a certain log length] // Sovremeniye problemy pererabotki drevesiny [Modern problems of timber processing: proceedings of the International Scientific and Practical Conference]. Saint-Petersburg, 2014 (in Russian).
3. Birman A.R., Sokolov V.A., Krivonogova A.S. Borirovaniye drevesiny propitkoy s tselju povysheniya ejo neitronozaschitnykh svoystv [Boric acid treatment of timber in order to improve its neutron protective properties] // Proceedings of the St. Petersburg Forestry Academy. Saint-Petersburg, 2014. Issue 208 (in Russian).
4. Birman A.R., Sokolov V.A., Krivonogova A.S. Tortsovaya propitka dlennomernykh sortimentov [Frontal treatment of long-cut timber] // Nauchnoye obozreniye. 2014. № 7 (in Russian).
5. Patyakin V.I., Tishin Y.G., Bazarov S.M. Tekhnicheskaya gidrodinamika drevesiny [Technical hydrodynamics of timber]. Moscow, 1990 (in Russian).

*A.R. Birman  
A.S. Krivonogova  
St. Petersburg, Russia*

## METHODS OF LONG-CUT TIMBER PRESERVATION TREATMENT

**Abstract:** The following paper defines and analyses the methods of experimental wood treatment and considers some of the ways of timber preservation with respect to improving the quality of timber performance. The authors have studied various hardwoods. When producing test prototypes, the method of paired samples was used. The researchers have analyzed the experimental results of various wood treatment and produced recommendations concerning the choice of timber treatment methods.

The paper defines the possibility of using timber borating as a protective means. The authors have obtained the absorption rate and volume parameters for treatment solutions such as water and boric acid and conducted experimental verification of protective ability of compacted wood soaked in a boric acid solution when exposed to neutron fluxes of different densities.

Following the experimental research program and methods, the researchers have tested the method of counter-centrifuge timber treatment in the centrifugal force field in a production environment and at a pilot research station, produced recommendations for the use of anti-centrifugal timber treatment in the centrifugal force field and defined the modes for wood treatment on the pilot and production equipment. The authors have also considered the technological methods of wood treatment process resulting from liquid pressure in the rotating impregnating cylinder, obtained experimental findings and produced the succeeding recommendations based on the results of studying counter-centrifugal timber treatment.

The researchers have worked through the method of experimental studies combined with a comparative analysis of protective characteristics of samples of timber and protective materials, as well as made conclusions classifying the methods of wood treatment according to three main physical phenomena occurring during timber treatment.

The paper defines the qualitative and quantitative rates of wood preservation treatment. During the experiments the researchers have obtained the results characterizing the shortcomings of some wood treatment methods and inefficient treatment methods, defined the inapplicable methods in the production of neutron protective materials, obtained the results of counter-centrifugal treatment method studies and made appropriate conclusions. The researchers have also described the optimizing technological processes of timber treatment techniques under pressure, with the use of autoclave method and the method based on the soaking liquid penetrating the timber under the pressure of centrifugal forces. The paper offers technical solutions of reducing energy consumption during wood treatment by eliminating the costs of creating pressure in the soaking liquid. This approach simplifies the manufacturing process of timber loading and unloading and provides for increased productivity of wood treatment.

**Key words:** timber; treatment with liquids; boric acid treatment; treatment in a centrifugal field; neutron protective materials; reduction of energy consumption.

**About the authors:** Alexey Romanovich Birman, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Department of Timber Production Technology; Alexandra Stanislavovna Krivonogova, Assistant Professor at the Department of Descriptive Geometry and Graphics, SPIN-code 8399-6121.

**Place of work:** Saint-Petersburg State Forest-Technical University

---

УДК 612.396.172

*С.Ю. Солдатова  
Москва, Россия*

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ХИТОЗАНА ИЗ ПАНЦИРЬСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

**Аннотация.** Цель работы — получение хитозана из различных видов сырья: панцирь рака, панцирь креветки, целиковый рачок гаммаруса. Для этого были поставлены задачи отработки шадящей технологии выделения хитина из первичного сырья и его сушки, наиболее полного деацетилирования хитина и получения хитозана, определения физико-химических свойств образцов хитозана.

На основании эксперимента был рассчитан выход готового продукта по сырью (около 11% для панцирей раков и креветок, 4% для гаммаруса) и по хитину (79%, 78% и 62% соответственно).

Вискозиметрическим методом установлена молекулярная масса образцов хитозана, которая составила от 72444 Да для хитозана из панциря раков, 63200 — из панцирей креветок и 57300 — из гаммаруса. Полученные результаты согласуются с литературными данными. Можно констатировать, что выбранные условия получения хитозана из сырья позволяют выделить образцы с достаточно высокой молекулярной массой. Следует отметить, что молекулярная масса получаемого хитозана зависит не только от вида сырья, способа выделения хитина и метода его деацетилирования, но также от условий хранения и срока сбора сырья.

В работе был получен хитозан из трех видов сырья со степенью чистоты и физико-химическими характеристиками, позволяющими использовать его не только для технических нужд, но и в качестве биологически активной добавки к пище.

Методом потенциометрического титрования определена степень деацетилирования хитозана.

Полученные образцы хитозана охарактеризованы методом ИК-спектроскопии. Изучение полученных спектров образцов хитина подтверждает идентичность полученного хитозана эталонным образцам.

**Ключевые слова:** биологически активные добавки; хитин; хитозан; ИК-спектрометрия; потенциометрическое титрование.

**Сведения об авторе:** Солдатова Светлана Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза.

**Место работы:** Московский государственный университет пищевых производств.

**Контактная информация:** 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, тел.: 9096513226, e-mail: zhirmgupp@mail.ru

Здоровье нации стало на сегодняшний день одной из приоритетных государственных задач, над решением которой активно работает индустрия здорового питания. К новым поколениям пищевых продуктов относятся функциональные пищевые продукты, которые снижают риск развития многих заболеваний, связанных с питанием, за счет наличия в их составе физиологически важных веществ, и способствуют сохранению здоровья и долголетия человека.

Один из путей создания функциональных пищевых продуктов — использование в рецептуре традиционных продуктов питания природных биологически активных ингредиентов, выделенных из растительного и животного сырья и продуктов его переработки.

С этой точки зрения перспективен хитозан — деацетилированное производное хитина, определяющего структуру панциря ракообразных, кутикулы насекомых и клеточные стенки грибов. Хитин и хитозан представляют собой смесь олигосахаридов с различной степенью полимеризации.

Хитозан обладает очень широким спектром биологического действия. В качестве биологически активной добавки к пище он способствует снижению уровня холестерина и сахара в крови, нормализует артериальное давление, обладает противоопухолевым и бактериостатическим действием по отношению к патогенным микроорганизмам, улучшает работу кишечника, стимулирует иммунную активность и рост бифидофлоры. В настоящее время хитозан используется в медицине в качестве ранозаживляющего средства, в косметологии — в очищающих средствах, в пищевой промышленности — как загуститель и структурообразователь, в сельском хозяйстве, в технических отраслях — для улучшения качества бумаги, создания нетканых материалов, упаковки для пищевых продуктов и т.д [8].

По своей химической природе хитин является поли-N-ацетил-D-глюкозо-2-амином, мономерные единицы — N-ацетилглюкозамин, связанные  $\beta$ -(1,4)-гликозидными связями.

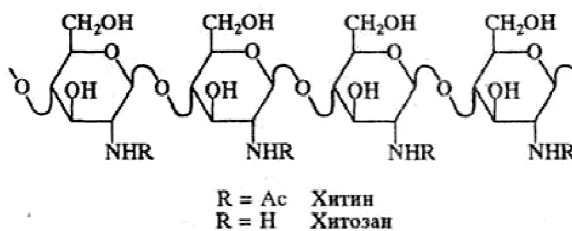


Рис. 1. Структурная формула хитина и хитозана

Получение хитозана из исходного хитина производится в две стадии: выделение хитина из сырья и его деацетилирование. Хитин в составе растительных и животных оболочек присутствует не в чистом виде, а в виде комплексов: хитин-гликокановый комплекс — в клеточной стенке грибов, хитин-меланиновый — в кутикуле насекомых, хитин-белковый — в панцире ракообразных. Для выделения хитина в чистом виде необходимо разрушить эти комплексы. Наиболее доступен для гидролиза хитин-белковый комплекс панциря ракообразных, к тому же в России в достатке имеется этот вид сырья за счет промысла крабов на Дальнем Востоке, поэтому панцири ракообразных, в частности криля и крабов, являются наиболее доступным видом сырья для получения хитина.

Цель данной работы — получение хитозана из различных панцирьсодержащих отходов (панцирь рака, панцирь креветки, рачок гаммарус) и сравнение его химических свойств. Работа состояла из нескольких этапов.

1. Выделение хитина из различных сырьевых источников.
2. Деацетилирование хитина и получение хитозана.
3. Подтверждение аутентичности полученного хитозана путем сравнения с эталонным продуктом.
4. Изучение физико-химических свойств хитозана из различного сырья.

#### *Выделение хитина.*

Выделение хитина из всех видов сырья (панцирь рака, панцирь креветки, рачок гаммарус) проводили по одной методике, включающей в себя стадии депротенизации и деминерализации [3; 7].

Депротенизацию проводят раствором гидроксида натрия для удаления белков панциря. Процесс депротенизации протекает при повышенных температурах 70—90°C и концентрации раствора гидроксида натрия 0,5—1 М в течение 90—150 мин.

Начальное содержание белка может находиться в пределах 25—50% в зависимости от вида сырья, по окончании процесса депротенизации остаточное количество белка составляет менее 1%. При необходимости получения более чистого хитина процесс депротенизации может проводиться несколько раз [2].

В своем исследовании мы измельчали сырье до размера частиц 3—5 мм (размер частиц оп-

ределяли по остатку на сите). Депротенизацию проводили 1Н раствором гидроксида натрия, соотношение сырья и раствора NaOH — 1:13. Процесс вели при постоянном перемешивании, температуре 80±3°C в течение 120 минут.

В ходе процесса происходило небольшое вспенивание реакционной массы, обусловленное поверхностно-активным свойством белков, наблюдалось первичное обесцвечивание частиц панциря.

Депротенизированные частицы панциря откидывали на сито и промывали водой, подкисленной соляной кислотой (рН ≈ 5), а затем дистиллированной водой до нейтрального значения рН промывных вод.

В процессе *демнерализации* удаляются соли кальция, фосфаты и карбонаты, обуславливающие прочность покровов (например, панцирь краба), таким образом, цель процесса деминерализации — удаление минеральных солей, таких как карбонат кальция, из депротенизированного панциря. Деминерализацию проводят растворами соляной кислоты (концентрация 0,5—1,5 М) при температуре не выше 40°C во избежание гидролиза гликозидных связей хитина.

Под действием соляной кислоты нерастворимые в воде соединения кальция переходят в растворимые и могут быть удалены вместе с фильтратом.

Химическое уравнение процесса деминерализации можно представить в следующем виде:



Начальное содержание минеральных веществ составляет от 15% до 50% в зависимости от вида используемого сырья, по окончании процесса деминерализации остаточное количество минеральных веществ должно быть от 3% до 0,2% [2].

В наших экспериментах мы проводили деминерализацию 1Н раствором соляной кислоты при температуре 22±1°C в течение 120 минут и постоянном перемешивании. В ходе реакции происходило выделение углекислого газа, что приводило к вспениванию реакционной массы. Добавление небольших количеств *n*-бутанола позволяло избежать сильного пенообразования.

Полученный в результате деминерализации хитин откидывали на сито, промывали водой, подщелоченной NaOH (рН ≈ 8) и дистиллированной водой до нейтрального значения рН промывных вод. Полученный хитин был белого цвета и не нуждался в обесцвечивании.

Перед деацетилизацией полученный хитин необходимо высушить. Оработку температурного режима сушки мы вели на примере хитина из панциря рака. Высушивание проводили до постоянной массы в вакуум-сушильном шкафу при температуре  $30 \pm 2^\circ\text{C}$  и при  $80 \pm 2^\circ\text{C}$ .

В первом случае были получены белые чешуйки хитина в виде хлопьевидного порошка, вторая партия хитина, высушенная при более высокой температуре, имела коричнево-желтый цвет. Опыт показал, что более высокая темпера-

тура сушки вызывает частичное ороговение и деструкцию хитина с образованием окрашенных продуктов. Такой хитин плохо ацетируется, полученный из него хитозан обладает меньшей растворимостью. Таким образом, оптимальная температура для сушки хитина  $30 \pm 2^\circ\text{C}$ . Проведенные исследования позволили определить процентный выход хитина из различных источников сырья. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Процентный выход хитина из различного панцирьсодержащего сырья

Тип сырья	Выход от массы исходного сырья, %
Панцирь рака	16,6
Панцирь креветки	13,6
Рачок гаммарус	5,4

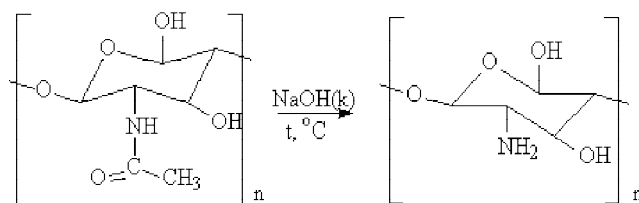


Рис. 2. Деацетилирование хитина

**Получение хитозана.** Хитозан является самым распространенным производным хитина. Хитозан получают деацетилированием хитина.

Для проведения процесса деацетилирования хитин каждого вида сырья заливали 50%-ным раствором NaOH и нагревали до температуры  $120 \pm 5^\circ\text{C}$  в течение 90 минут при постоянном перемешивании. Реакционная смесь темнела, что было вызвано разложением остаточного белка в сильно щелочной среде.

Более длительное деацетилирование мы сочли нецелесообразным, так как наиболее ак-

тивно процесс протекает в первые 90 минут, а дальнейшая обработка щелочью вызывает гидролиз и деструкцию хитозана [3; 4].

По окончании процесса деацетилирования жидкость фильтруют, полученный хитозан промывают водой, подкисленной соляной кислотой до  $\text{pH} \approx 5$  и далее дистиллированной водой до получения промывных вод с нейтральным значением pH. Сушка хитозана проводится аналогично сушке хитина.

На основании полученных данных можно рассчитать процентный выход хитозана (табл. 2).

Таблица 2

Процентный выход хитозана из панцирьсодержащего сырья

Вид хитина	Выход хитозана по хитину, %	Выход хитозана по сырью, %
Из панциря рака	79	11,5
Из панциря креветки	78	10,7
Из рачков гаммаруса	62,3	3,37

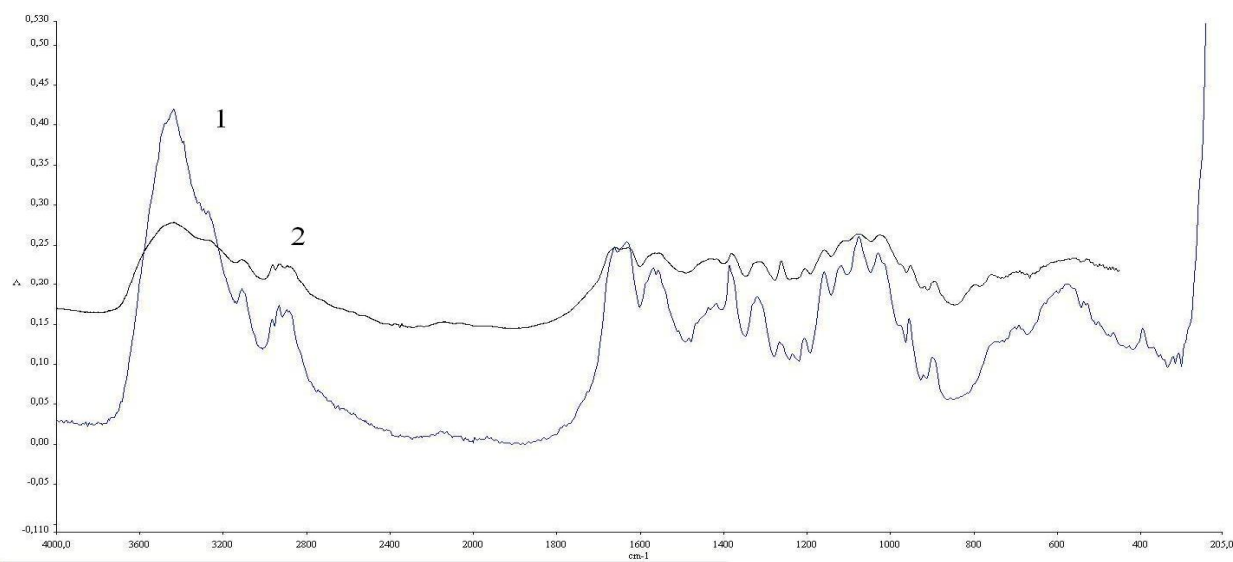
Как видно из полученных данных, рачки гаммарус в качестве сырьевого источника для получения хитозана менее перспективны, чем раки и креветки. Полученные результаты хорошо согласуются с литературными источниками [3; 7].

*Изучение физико-химических свойств хитозана из разных видов сырья.* Важнейшими характеристиками хитозана, определяющими возможность его дальнейшего использования в качестве БАД, полимерной пленки, адсорбента и т.д., являются растворимость, молекулярная масса и степень деацетилирования. Однако сначала мы должны были подтвердить соответствие полученных нами образцов эталонному хитозану, полученному промышленным способом. Для этого мы сравнивали ИК-спектры наших образцов и эталонного образца (метод ИК-спектроскопии).

ИК-спектроскопия — аналитический метод, широко применяемый в химии для установле-

ния строения органических соединений. Каждое органическое соединение имеет свой собственный строго индивидуальный спектр, следовательно, ИК-спектроскопия позволяет достоверно определить чистоту и состав вещества. ИК-спектроскопия позволяет проводить как качественный (по характеристическим частотам поглощения), так и количественный (по интенсивности поглощения) анализ [1].

*Инфракрасная спектроскопия образцов хитозана.* ИК-спектры снимали на ИК-Фурье-спектрометре Perkin Elmer, в диапазоне от 450 до 4000  $\text{см}^{-1}$ . Для определения хитозан прессовали в таблетки с KBr. Результаты обрабатывали в программе IR-Spectrum. Эталонный спектр хитозана брали из библиотеки программы IR-Spectrum. Результаты представлены на рисунке 3 в виде спектрограммы (на примере хитозана из панциря рака).



**Рис. 3. Сравнение спектров полученного хитозана и эталонного образца: 1 — ИК-спектр опытного образца; 2 — ИК-спектр эталона**

Как видим, различия спектров в полученных образцах хитозана заключаются лишь в интенсивности полос поглощения 3437  $\text{см}^{-1}$  и 1659  $\text{см}^{-1}$ . Эти различные интенсивности поглощения полос можно объяснить неодинаковой степенью деацетилирования сравниваемых образцов. Кроме того, используемый для прессования KBr гигроскопичен и при длительном

хранении может поглощать какое-то количество воды, в результате чего интенсивность линии поглощения воды в ИК-спектрах увеличивается.

На рисунке 4 представлен ИК-спектр хитозана из панциря рака с указанием основных частот поглощения.

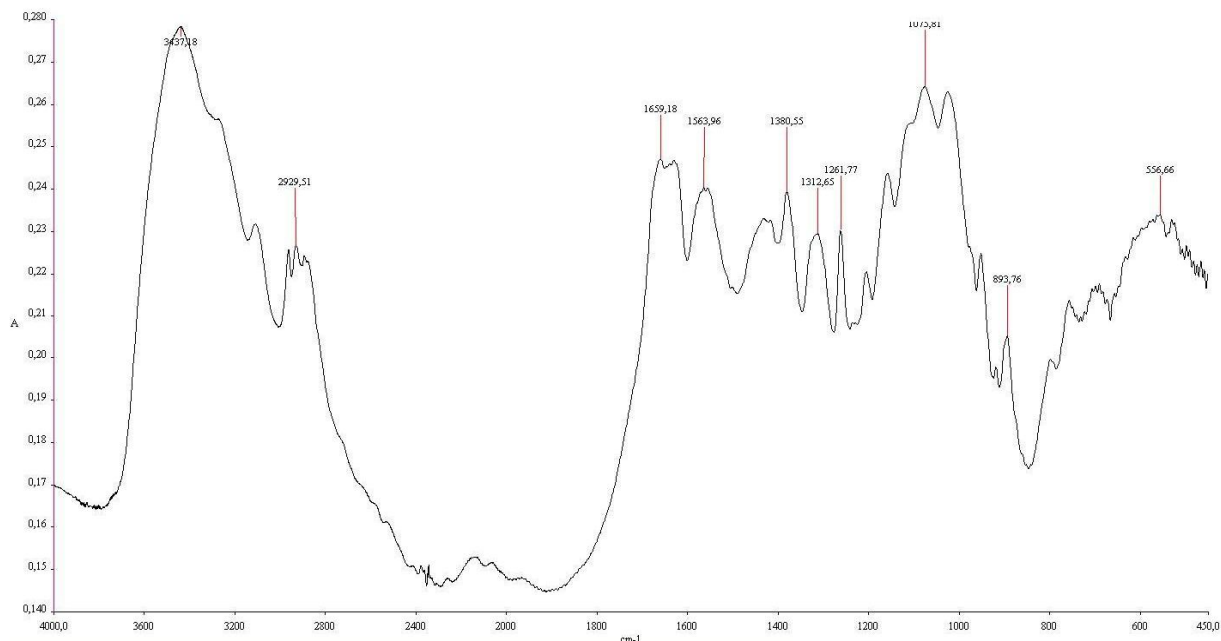


Рис. 4. ИК-спектр полученного образца хитозана

Проводя качественный анализ по ИК-спектру образца хитозана, рассмотрим основные характеристические частоты поглощения.

Согласно литературным данным [5], полосы в районе области  $3447$  и  $1655\text{см}^{-1}$  могут быть интерпретированы как колебания аминогруппы. Следует отметить, что область в районе  $3440\text{см}^{-1}$  перекрывается с колебаниями свободного гидроксила.

Колебания в районе  $1660$ — $1619\text{см}^{-1}$  попадают в зону антисимметричных деформационных колебаний  $\text{NH}_3^+$ . Колебание в области  $893\text{см}^{-1}$  является деформационным колебанием  $\text{C}_1\text{-H}$  в  $\beta$ -сахарах.

Таким образом, анализируя характеристические частоты и сравнивая спектры образцов, можно подтвердить идентичность исследуемых химических соединений.

Для качественного анализа образцов и определения их физико-химических свойств мы проанализировали такие показатели, как раствори-

мость образцов хитозана в 2% уксусной кислоте, их молекулярная масса, степень деацетилирования.

**Растворимость.** Определение растворимости хитозана в уксусной кислоте — важный показатель качества. Хитин в отличие от хитозана не растворим в уксусной кислоте, следовательно, проверка растворимости и определение массы нерастворимой фракции хитозана показывает эффективность процесса деацетилирования [1]. Растворимость хитозана в уксусной кислоте обусловлена наличием в хитозане первичных аминогрупп, способных ионизироваться (протонироваться) в кислой среде.

Образцы хитозана растворяли в 2% растворе уксусной кислоты при постоянном перемешивании. Через 10 минут раствор фильтровали и определяли массу нерастворенного хитозана по остатку на фильтре после высушивания до постоянной массы. Результаты опыта представлены в табл. 3.

Таблица 3

## Содержание нерастворимых фракций в опытных образцах хитозана

Вид хитозана	Доля нерастворимой фракции, %
Из панциря раков	5
Из панциря креветок	4
Из гаммаруса	2

Судя по представленным данным, наименьшее количество нерастворимых частиц содержится в хитозане из гаммаруса.

*Определение молекулярной массы хитозана.* Молекулярную массу образцов хитозана определяли вискозиметрическим методом. Этот метод является наиболее простым и доступным

для определения молекулярной массы полимеров в широкой области значений молекулярных масс [6]. В качестве растворителя использовали 2% раствор уксусной кислоты, измерение вязкости проводили с растворами хитозана концентрацией 0,2; 0,5; 1,0; 1,5%. Полученные результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4

Молекулярная масса хитозана

Вид хитозана	Характеристическая вязкость, см <sup>3</sup> /г	Молекулярная масса, Дальтон
Из панциря раков	3,09	72444
Из панциря креветок	2,68	63200
Из гаммаруса	2,43	57340

Из полученных данных видно, что молекулярные массы образцов отличаются между собой незначительно. Следует отметить, что молекулярная масса получаемого хитозана зависит не только от вида сырья, способа выделения хитина и метода его деацетилирования, но также от условий хранения и срока сбора сырья [1; 7].

*Определение степени деацетилирования хитозана.* Метод основан на потенциометрическом титровании хлористого водорода, связанного с аминогруппами молекул хитозана [4].

Потенциометрическое титрование растворов хитозана проводили раствором гидроксида натрия (0.1 Н) при помощи ионометра И-160 МП с шагом 0,1 см<sup>3</sup>. Количество щелочи, необходимое для титрования связанной с аминогруппами кислоты, определяли из графика зависимости электропроводности раствора от объема щелочи. Титрование проводили в трех повторностях, за окончательный результат брали среднее арифметическое значение. Полученные результаты представлены в табл. 5.

Таблица 5

Степень деацетилирования образцов хитозана

Вид хитозана	Степень деацетилирования, %
Хитозан из панциря раков	79,5
Хитозан из панциря креветок	88,4
Хитозан из рачков гаммарус	95,0

Степень деацетилирования напрямую связана со способностью хитозана растворяться в кислой среде. Чем выше степень деацетилирования, тем больше свободных аминогрупп, способных к ионизации, следовательно, тем лучше растворимость хитозана. Полученные данные по степени деацетилирования коррелируют с данными по растворимости [6].

Таким образом, в работе был получен хитозан из трех видов сырья со степенью чистоты и физико-химическими характеристиками, позволяющими использовать его не только для технических нужд, но и в качестве биологически активной добавки к пище.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абдуллин В.Ф., Шиповская А.Б. и др. Физико-химические свойства хитозана из разных источников сырья // Химические волокна. 2008. № 17.
2. Безродных Е.А., Тихонов В.Е., Lopez Llorca L.V. Выделение хитина из отходов морепродуктов и получение из него хитозана // Рыбпром. 2010. № 2.

3. Комплексная технология хитина и хитозана из панциря ракообразных. М., 2006.
4. Кучина Ю.А., Долгопятова Н.В., Новиков В.Ю. и др. Инструментальные методы определения степени деацетилирования хитина // Вестн. МГТУ. 2012. Т. 15. № 1.
5. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. Практич. руководство. М., 1965.
6. Федосеева Е.Н., Смирнова Л.А., Федосеев В.Б. Вязкостные свойства растворов хитозана и его реакционная способность // Химия. Вестн. Нижегород. ун-та. 2008. № 4.
7. Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение / Под ред. К.Г.Скрябина, Г.А.Вихоревой, В.П.Варламова. М., 2002.
8. Zivanovic S., Shuang Chi, Draughon A. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils // Journal of food science. 2005. Vol. 70. № 5.

## REFERENCES

1. Abdullin V.F., Shipovskaya A.B. et al. Fiziko-himicheskie svoystva khitozana iz raznykh istochnikov syrya [The physico-chemical properties of chitosan materials obtained from different sources] // Himicheskie volokna. 2008. № 17 (in Russian).
2. Bezrodnykh E.A., Tikhonov V.E., Lopez Llorca L.V. Vydelenie khitina iz othodov moreproduktov i polucheniye iz nego khitozana [Isolation of chitin from waste seafood and production of chitin from chitosan] // Rybprom. 2010. № 2 (in Russian).
3. Kompleksnaya tekhnologiya hitina i khitozana iz pantsirya rakoobraznykh [Complex technology of producing chitin and chitosan from crustacean shell]. Moscow, 2006 (in Russian).
4. Kuchina Yu.A., Dolgopyatova N.V., Novikov V.Yu. et al. Instrumentalnye metody opredeleniya stepeni deatsetilirovaniya khitina [Instrumental methods of determining the degree of chitin deacetylation] // Vestnik MGTU [Proceedings of Moscow State Technical University]. 2012. Vol. 15. № 1 (in Russian).
5. Nakanisi K. Infrakrasnye spektry i stroeniye organicheskikh soedineniy. Prakticheskoe rukovodstvo [Infrared spectra and structure of organic compounds. Practical Guide]. Moscow, 1965 (in Russian).
6. Fedoseeva E.N., Smirnova L.A., Fedoseev V.B. Vyazkostnye svoystva rastvorov khitozana i ego reaktsionnaya sposobnost [Viscous properties of chitosan solutions and its reactivity] // Himiya. Vestnik Nizhegorodskogo universiteta [Proceedings of Nizhny Novgorod Univeristy]. 2008. № 4 (in Russian).
7. Khitin i khitozan. Polucheniye, svoystva i primeneniye [Chitin and chitosan. Preparation, properties and use]/ Ed. by K.G.Skryabin, G.A.Vihoreva, V.P.Varlamov. Moscow, 2002 (in Russian).
8. Zivanovic S., Shuang Chi, Draughon A. Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils // Journal of food science. 2005. Vol. 70. № 5.

**S. Yu. Soldatova**  
Moscow, Russia

### TECHNOLOGY OF PRODUCING CHITOSAN FROM SHELL-CONTAINING MATERIALS

**Abstract.** This paper is aimed at developing a technology of producing chitosan from various shell-containing raw materials: shells of crabs, prawns, small Gammarus crustaceans. To achieve this, the researchers were given the tasks to develop a gentle technology of isolating chitin from raw materials and drying it, provide for complete deacetylation of chitin and produce chitosan, and determine the physicochemical properties of chitosan samples.

Based on the experiment the product yield was calculated in terms of raw material (about 11% for the shells of crabs and prawns, and 4% for gammarus) and chitin (79%, 78% and 62% respectively).

Using the viscometric method the researcher has established the molecular weight of chitosan samples, which amounted to 72444 dalton for chitosan obtained from crab shells, 63200 Dalton for chitosan obtained from prawn shells, and 57300 dalton for chitosan obtained from the shells of Gammarus. These results are consistent with the data described in reference sources. We can state that the selected conditions of chitosan production allow us to obtain the samples with sufficiently high molecular weight. It should be noted that the molecular weight of produced chitosan depends not only on the kind of raw material, on the method of isolating and deacetylating chitin, but also on the storage conditions and time used for collecting the raw material.

The researcher has obtained chitosan from three kinds of raw materials with such purity and physico-chemical characteristics which allow us to use these materials not only for industrial purposes, but also as dietary supplements.

The author has used potentiometric titration to determine the degree of chitosan deacetylation.

The obtained chitosan samples were characterized using IR-spectroscopy. The study of the spectra of obtained chitin samples has confirmed the equivalence of the resulting chitosan to reference samples.

**Key words:** dietary supplements; chitin; chitosan; Infrared spectrometry; potentiometric titration.

**About the author:** Svetlana Yurievna Soldatova, Candidate of Engineering, Assistant Professor at the Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis.

**Place of work:** Moscow State University of Food Production.

---

УДК 577.114.083

*М.В.Бондакова  
С.Н.Бутова  
С.Ю.Солдатова  
Москва, Россия*

## ПОЛУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТА КРАСЯЩИХ ВЕЩЕСТВ ВИНОГРАДА В КОСМЕТИЧЕСКИХ ПРОДУКТАХ

**Аннотация.** В статье опубликованы результаты исследований, посвященных экстракции биологически активных веществ из ягод винограда *Vitis Vinifera* сорта Изабелла, в первую очередь, флавоноидов. Изучен биохимический состав цельных ягод винограда, а также их отдельных частей (кожица, мякоть, косточка). Показано, что наибольшее количество флавоноидов содержится в виноградной косточке, красящих веществ — в кожице.

Для того чтобы быть конкурентоспособной, современная косметическая продукция должна оказывать быстрый видимый эффект, иметь привлекательный внешний вид, а также содержать в своем составе биологически активные вещества, желателно природного происхождения, стимулирующие обменные процессы и репаративные функции кожи. Увеличение интереса производителей и потребителей косметических изделий к натуральным ингредиентам связано как с жесткой регламентацией использования синтетических соединений, так и со стремлением производителей придать продуктам статус натуральных. Исследования спроса на «зеленую косметику» в Европе за последнее десятилетие показали, что ее потребление постоянно растет.

Одной из самых востребованных категорий является косметика, содержащая в своем составе антиоксиданты, которые способствуют защите клеток кожи от окислительного стресса, негативного воздействия УФ-излучения, а следовательно, от преждевременного старения. К природным антиоксидантам относятся натуральные красители — биофлавоноиды. Это группа фенольных соединений, одна из наиболее распространенных и многочисленных классов БАВ, содержащая ароматические кольца со свободной или связанной гидроксильной группой. Фенольные соединения, в ароматическом кольце которых имеется больше одной гидроксильной группы, называются полифенолами.

Определены оптимальные технологические параметры экстракции. Для экстракции флавоноидов, в частности из кожицы винограда, необходимо использовать в качестве экстрагента 95% этанол, экстракцию проводить при температуре 60°C, pH 5,0—6,0, гидромодуле 1:2 в течение 30 минут. Для повышения выхода биологически активных веществ сырье рекомендуется предварительно заморозить при температуре –18°C.

Изучен состав полученных экстрактов, в том числе на содержание красящих веществ и фенольных соединений в пересчете на галловую кислоту. Определены технологические характеристики полученных экстрактов: устойчивость к свету, температуре, длительность хранения. Показано, что полученный краситель сохраняет свои потребительские свойства в течение 4-х недель при температуре не выше 5°C в защищенном от света месте. Оптимальный pH среды — от слабокислого до нейтрального. В условиях освещенности стабильность цвета сохраняется в течение 3-х суток. Проведенные исследования позволяют оптимизировать технологию получения экстракта винограда с целью использования его в качестве красителя и источника биологически активных веществ при производстве косметических изделий.

Разработаны рецептуры косметических кремов с различной концентрацией экстрактов. Изучены их органолептические и физико-химические характеристики. Установлено, что все опытные образцы крема соответствуют нормативной документации по органолептическим и физико-химическим характеристикам.

**Ключевые слова:** флавоноиды; экстракция; экстракт винограда; биологически активные вещества; натуральные красители; косметические изделия.

**Сведения об авторах:** Бондакова Марина Валерьевна<sup>1</sup>, кандидат технических наук, заместитель начальника лаборатории; Бутова Светлана Николаевна<sup>2</sup>, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза; Солдатова Светлана Юрьевна<sup>3</sup>, кандидат технических наук, доцент кафедры биотехнологии и технологии продуктов биоорганического синтеза.

**Место работы:** <sup>1</sup> ООО «АВ Тауэр», <sup>2,3</sup> Московский государственный университет пищевых производств.

**Контактная информация:** 125080, г. Москва, Волоколамское шоссе, 11, тел.: 9096513226, e-mail: zhirmgupp@mail.ru

Для того чтобы быть конкурентоспособной, современная косметическая продукция должна оказывать быстрый видимый эффект, иметь привлекательный внешний вид, а также содержать в своем составе биологически активные вещества, желателно природного происхождения, стимулирующие обменные процессы и репаративные функции кожи. Увеличение интереса производителей и потребителей косметических изделий к натуральным ингредиентам связано как с жесткой регламентацией использования синтетических соединений, так и со стремлением производителей придать продуктам статус натуральных. Исследования спроса на «зеленую косметику» в Европе за последнее десятилетие показали, что ее потребление постоянно растет.

Одной из самых востребованных категорий является косметика, содержащая в своем составе антиоксиданты, которые способствуют защите клеток кожи от окислительного стресса, негативного воздействия УФ-излучения, а следовательно, от преждевременного старения. К природным антиоксидантам относятся натуральные красители — биофлавоноиды. Это группа фенольных соединений, одна из наиболее распространенных и многочисленных классов БАВ, содержащая ароматические кольца со свободной или связанной гидроксильной группой. Фенольные соединения, в ароматическом кольце которых имеется больше одной гидроксильной группы, называются полифенолами.

Интерес к фенольным соединениям растительного происхождения связан с широким спектром их физиологической активности и низкой токсичностью. Полифенольные (Р-витаминные) вещества, являясь естественными синергистами аскорбиновой кислоты, повышают прочность капилляров и уменьшают их проницаемость. Многие Р-витамины регулируют содержание сахара в крови, учащают и усиливают сокращение сердечной мышцы, улучшают работу мозга, легких, печени и почек, щитовидной же-

лезы. Такой широкий спектр действия полифенолов обусловлен разнообразием структуры и наличием большого количества групп этих соединений. Основными поставщиками полифенольных веществ в рационе питания человека являются плоды и ягоды [1].

Наиболее многочисленным классом природных фенольных соединений являются флавоноиды, для которых характерны структурное многообразие, высокая и разносторонняя активность и малая токсичность. Диапазон косметических свойств флавоноидов очень широк: они способны защищать кожу от преждевременного старения, солнечных ожогов, угревой сыпи, вызванной микроорганизмами, снимать воспалительные процессы и уменьшать хрупкость кровеносных капилляров. Защита флавоноидами коллагена способствует поддержанию тонуса кожи. Важнейшим свойством флавоноидов является синергизм с витаминами, проявляющимися антиоксидантную активность [5].

На рисунке 1 представлены структуры основных типов флавоноидов.

Кроме широкого спектра биологической активности флавоноиды обладают красящими свойствами. По химической природе красящие вещества растительного происхождения чаще всего относятся к антоцианам, флавонам, флавонолам. Антоцианы окрашивают листья, плоды и ягоды растений в самые разнообразные цвета — розовый, красный, синий, фиолетовый. Эти соединения в большом количестве присутствуют в черной смородине, винограде, вишне, землянике и т.д. В одном и том же растении часто присутствует целая серия антоцианов. Желтый цвет растениям придает другая группа флавоноидов — флавоны и флавонолы. Значительные их количества обнаружены в кукурузе, пшенице, рисе [1].

Таким образом, флавоноиды, введенные в состав косметического изделия, улучшают его функциональные и потребительские свойства.

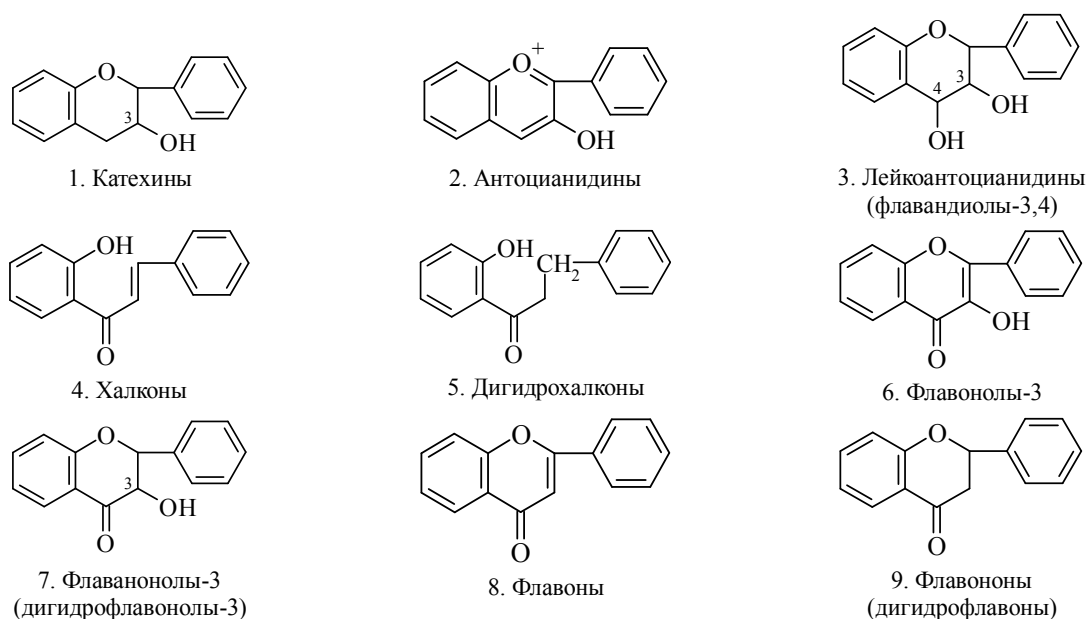


Рис. 1. Основные типы флавоноидов

Одним из наиболее перспективных источников природных красителей является виноград, содержащий несколько классов полифенолов: антоцианы, фенолокислоты, флавонолы, лейкоцианидины, катехины и их олигомеры проантоцианидины, называемые танинами.

Целью данной работы была отработка технологии получения экстрактов винограда, обладающих биологически активными и красящими свойствами, с целью их дальнейшего использования в косметических кремах.

В качестве сырья для получения экстракта и дальнейшего его исследования был выбран виноград *Vitis Vinifera* сорта Изабелла. Согласно литературным источникам [5] по содержанию флавоноидов ягоды этого сорта значительно превосходят другие сорта винограда.

Предварительно был изучен биохимический состав цельной ягоды винограда и ее отдельных частей. Результаты этого исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Биохимический состав ягоды винограда

Показатели	Мякоть	Кожица	Косточки	Цельные ягоды
Сухие вещества, %	12,0±0,18	17,0±0,94	64,2±0,98	24,44±0,17
Белок, мг/см <sup>3</sup>	2,50±0,05	6,44±0,03	26,8±0,04	11,73±0,03
Общий азот, мг/см <sup>3</sup>	0,40±0,03	1,03±0,04	4,28±0,08	1,88±0,03
Титруемая кислотность, %	9,90±0,12	14,35±0,16	5,2±0,01	9,50±0,12
Гемицеллюлоза, %	85,0±1,52	6,00±0,09	11,3±0,10	19,23±0,15
Витамин С, мг/100г	15,0±0,15	5,00±0,15	2,39±0,18	1,76±0,14
Лигнин, %	Не обнаружен	0,10±0,03	23,21±0,15	11,73±0,12
Редуцирующие сахара, %	21,8±0,12	11,0±0,09	Следы	15,35±0,09
Пектин, %	0,22±0,04	0,30±0,15	0,51±0,09	0,27±0,03
Флавоноиды, %	0,69±0,07	1,50±0,07	2,93±0,09	1,24±0,11
Антоцианы, %	Следы	1,10±0,08	0,83±0,05	0,76±0,04
Фенольные вещества в пересчете на галловую кислоту, мг/см <sup>3</sup>	0,52±0,51	1,85±0,09	3,17±0,11	1,71±0,08

Данные таблицы наглядно показывают, что содержание биологически активных веществ, в частности флавоноидов, в отдельных частях ягоды винограда значительно колеблется. Наименьшее их количество обнаружено в мякоти. Эти данные хорошо согласуются с результатами исследований других авторов. Так, в [4] выявлено, что общие фенольные вещества виноградной ягоды, подлежащие экстракции, распределяются в следующем соотношении: 10% — в мякоти, 60—70% — в семенах, 28—35% — в кожице. Содержание фенольных веществ в семенах варьирует от 5 до 8% по массе. Наиболее распространенные фенольные вещества виноградной ягоды — катехины (катехин, эпикатехин и процианидины), а также их полимеры, поэтому в эксперименте решено было отдельно экстрагировать кожицу, косточки и цельные ягоды.

На результаты экстракции растительного сырья влияют многие условия, основными из которых являются предварительная обработка сырья, гидромодуль, рН среды, температура и длительность экстракции, природа экстрагента [3; 6]. Для определения оптимальных условий экстракции была проведена серия опытов, в которых варьировались эти параметры. Полноту выделения оценивали по содержанию в экстракте сухих веществ, содержанию фенольных веществ (в пересчете на галловую кислоту), по содержанию красящих веществ.

В итоге для каждого вида сырья были установлены оптимальные технологические режимы экстракции, позволяющие извлечь максимальное количество фенольных соединений (табл. 2).

Таблица 2

Оптимальные режимы экстракции флавоноидов из виноградного сырья

Показатели	Кожица	Косточки	Цельная ягода
Экстрагент	95% этанол	Дистиллированная вода	30% этанол
рН	5,0—6,0	3,0	7,0
Температура экстракции, °С	60	60	60
Время экстракции, мин	30	120	180
Гидромодуль	1:2	1:2	1:2
Переработка	Замораживание (–18°С)	Высушивание (+60°С)	Высушивание (+60°С)

Полученные экстракты были исследованы по органолептическим и биохимическим показателям. Кроме того, известно, что натуральные экстракты и красители имеют ряд существенных недостатков: разрушение на свету, невысокая устойчивость к воздействию окислителей, не-

достаточная термостойкость, невысокая красящая способность по сравнению с синтетическими красителями [2]. Поэтому было проведено исследование устойчивости экстрактов к воздействию температуры, света и изменению рН среды. Данные анализа сведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Биохимические и технологические показатели экстрактов винограда

Наименование показателя	Экстрагируемое сырье		
	кожица	косточки	цельные ягоды
Сухие вещества, %	35,0±0,15	6,50±0,08	52,0±0,16
Титруемая кислотность, % винной кислоты	7,50±0,07	5,70±0,05	10,20±0,07
Содержание фенольных веществ в пересчете на галловую кислоту, мг/мл	2,30±0,03	2,75±0,04	1,03±0,03
Содержание красящих веществ, г/дм <sup>3</sup>	0,43±0,04	—	0,26±0,03
Содержание витамина С, мг/г	5,00±0,11	0,97±0,04	6,5±0,12
Редуцирующие сахара, мг/мл	3,00±0,09	следы	1,79±0,07
Устойчивость к воздействию света, %	76,4±1,5	97,0±2,0	94,0±1,8
Устойчивость к воздействию температур, %	95,0±1,9	98,1±2,0	97,3±2,0
Антиоксидантная активность, мкмоль тролокса-экв/дм <sup>3</sup>	2419,58±70,5	2520,63±68,3	1274,12±26,4

Таблица 4

**Органолептические показатели экстрактов натуральных красителей винограда**

Показатель	Экстрагируемое сырье		
	Кожица	Косточки	Цельные ягоды
Агрегатное состояние	Жидкость	Слегка мутная жидкость	Вязкая жидкость с незначительным осадком
Цвет	Фиолетовый	Бежевый	Темный, бордовый
Вкус	Кислый	Кисловатый	Сладкий, слегка терпкий
Запах	Виноградно-спиртовой	Без запаха	Легкий виноградный

Самым активным с точки зрения содержания биологически активных веществ и технологических характеристик (устойчивость к свету, температуре, антиоксидантная активность) является экстракт виноградной косточки. Однако нас интересует также содержание красящих веществ в экстракте. Наиболее насыщенным по цвету является экстракт кожицы винограда, который мы и использовали для получения косметических кремов с оттенками цвета от нежно-лилового, почти розового до бледно-фиолетового.

Прежде чем рекомендовать полученные экстракты к использованию в косметических продуктах, необходимо изучить устойчивость цвета натурального красителя и определить оптимальные условия хранения. В эксперименте изучали влияние времени хранения, температуры, pH среды, освещенности на устойчивость гаммы цвета. С этой целью экстракт выдерживали в течение 8 недель в диапазоне температур от 4°C до 60°C; в диапазоне pH от 3 до 9, в ус-

ловиях освещенности электрическим светом в течение 72 часов.

Исследования показали, что экстракты красителя сохраняют свои потребительские свойства в течение 4-х недель при хранении их при температуре не выше 5°C в защищенном от света месте. Оптимальный pH среды — от слабокислого до нейтрального. В условиях освещенности и комнатной температуры стабильность цвета сохраняется в течение 3-х суток.

Для определения оптимального количества экстракта винограда были разработаны рецептуры и изготовлены опытные образцы увлажняющего крема (табл. 5). В качестве стандарта был выбран крем того же состава, но без экстракта, обладающий хорошими сенсорными характеристиками.

Анализ полученных кремов проводили в соответствии с ГОСТ Р 52343 «Кремы косметические. Общие технические условия». Органолептические и физико-химические показатели опытных образцов представлены в таблице 6.

Таблица 5

**Рецептура образцов крема с добавлением экстракта кожицы винограда**

№	Компонент, %	Стандарт	1	2	3	4	5
1	Глицерин	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
2	Воск эмульсионный	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
3	Моностеарат	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
4	Масло растительное	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
5	Стеарин косм.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
6	Триэтаноламин	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
7	Экстракт	0	0,01	0,05	0,1	0,3	0,5
8	Вода	77,5	77,49	77,45	77,40	77,20	77,0

Таблица 6

**Органолептические и физико-химические показатели крема**

Наименование показателя	Стандарт	1	2	3	4	5
Внешний вид	Однородная масса, не содержащая посторонних примесей					
Цвет	нет цвета	нет цвета	светло-сиреневый	сиреневый	светло-фиолетовый	фиолетовый
Запах	Свойственный запаху данного крема					
Термостабильность	стабилен	стабилен	стабилен	стабилен	стабилен	стабилен
Коллоидная стабильность	стабилен	стабилен	стабилен	стабилен	стабилен	стабилен
Водородный показатель pH	5,9	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8

Из таблицы 6 видно, что по сравнению со стандартным образцом добавление экстракта в рецептуру дает незначительное снижение рН опытных кремов. Все образцы от 1 до 5 по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют вышеуказанному ГОСТу. Поскольку все кремы соответствуют требуемым условиям, однозначно выбрать оптимальный образец по физико-химическим характеристикам не представляется возможным. В этом случае выбор может проводиться по органолептике (цвет), а также по активности действия крема на кожу. Допуская, что большее содержание экстракта в рецептуре определяет максимальную дерматологическую активность крема, можно предложить в качестве объектов дальнейшего исследования кремы 3, 4, 5.

Таким образом, в ходе проведенной работы были исследованы биохимические показатели

отдельных частей и цельных ягод винограда *Vitis Vinifera* сорта Изабелла, подобраны оптимальные параметры экстракции БАВ из кожицы, косточек и цельных ягод винограда. По разработанным методикам экстракции были получены биологически активные экстракты, изучены их органолептические и биохимические характеристики, а также устойчивость к воздействию температуры, света и изменению рН, определены оптимальные условия хранения.

Экспериментально подтверждена возможность использования полученных экстрактов при разработке рецептур косметических кремов. Опытные образцы с добавлением экстрактов в различных концентрациях (от 0,01 до 0,5%) полностью соответствуют требованиям ГОСТ Р 52343-2005.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянова Е.В., Школьникова М.Н., Егорова Е.Ю. Физиологически активные вещества растительного сырья. Бийск, 2010.
2. Болотов В.М. Расширение гаммы эксплуатационных свойств природных красителей из растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 1999. № 6.
3. Болотов В.М., Саввин П.Н. Эффективность процесса экстракции антоциановых пигментов при различных условиях обработки растительного сырья // Вестн. ВГТА. 2009. № 1.
4. Кондратьев Д.В., Щеглов Н.Г. Способы получения экстракта виноградных выжимок и возможности его использования в пищевой промышленности // Известия вузов. Пищевая технология. 2009. № 1.
5. Птицын А.В., Мухтаров Э.И., Мухтарова С., Каплун А.П. Флавоноиды красного винограда *Vitis Vinifera* — перспективы применения в медицине и косметике // Косметика и медицина. 2005. № 3.
6. Рыжова Н.В., Иванова Л.А., Мураенко Е.Н. Совершенствование способов экстракции красящих веществ из растительного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. 2006. № 5.

#### REFERENCES

1. Averyanova E.V., Shkolnikova M.N., Egorova E.Yu. Fiziologicheski aktivnye veschestva rastitelnogo syrya [Physiologically active substances of plant material]. Biysk, 2010 (in Russian).
2. Bolotov V.M. Rasshirenie gammy ekspluatatsionnykh svoystv prirodnykh krasiteley iz rastitelnogo syrya [Expanding the range of performance properties of natural pigments extracted from plants] // Khranenie i pererabotka selkhozsyrya. 1999. № 6 (in Russian).
3. Bolotov V.M., Savvin P.N. Effektivnost protsesssa ekstrakttsii antotsianovykh pigmentov pri razlichnykh usloviyakh obrabotki rastitelnogo syrya [Efficiency of extracting anthocyanin pigments in various conditions of processing vegetable raw materials] // Vestnik VGTA [Proceedings of Voronezh State Technological Academy]. 2009. № 1 (in Russian).
4. Kondratev D.V., Scheglov N.G. Sposoby polucheniya ekstrakta vinogradnykh vyzhimok i vozmozhnosti ego ispolzovaniya v pischevoy promyshlennosti [Methods of preparing grape pomace extract and prospects of its use in the food industry] // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2009. № 1 (in Russian).
5. Ptitsyn A.V., Mukhtarov E.I., Mukhtarova S., Kaplun A.P. Flavonoidy krasnogo vinograda *Vitis Vinifera* — perspektivy primeneniya v meditsine i kosmetike [Flavonoids of red grapes *Vitis Vinifera*: prospects of their use in medicine and cosmetics] // Kosmetika i meditsina. 2005. № 3 (in Russian).
6. Ryzhova N.V., Ivanova L.A., Muraenko E.N. Sovershenstvovanie sposobov ekstrakttsii krasyaschikh veschestv iz rastitelnogo syrya [Improving the methods of extracting pigments from plants] // Khranenie i pererabotka selkhozsyrya. 2006. № 5 (in Russian).

*M. V. Bondakova**S. N. Butova**S. Yu. Soldatova**Moscow, Russia*

## COLLECTING AND USING GRAPE EXTRACT AS A COLORANT IN COSMETIC PRODUCTS

**Abstract.** The paper presents the results of studies on the extraction of biologically active substances, the flavonoids primarily, from grapes *Vitis Vinifera* Isabella. The researchers have studied the biochemical composition of whole grapes, as well as their parts (peel, pulp, bone) and have shown that the most amount of flavonoids are found in grape seeds, while most coloring agents are contained in the peel.

To be competitive, modern cosmetic products should provide a quick visible effect, be attractive, but also contain preferably natural biologically active substances, which stimulate metabolism and reparative functions of the human skin. The increasing interest of cosmetic producers and consumers to the natural ingredients is associated with both strict limitation in terms of synthetic compounds, and the producers' desire to make their product more "natural". The research shows that the demand for "green cosmetics" in Europe has been constantly growing over the past decade.

Most popular cosmetic products are those which contain antioxidants helping to protect skin cells from oxidative stress, the negative effects of UV radiation, and thus protecting the skin against premature aging. The natural antioxidants include bioflavonoids, which are natural colorants. This is a group of phenolic compounds, one of the most common and numerous classes of biologically active substances containing aromatic rings with free or bound hydroxyl group. The phenolic compounds, with the aromatic ring contained more than one hydroxyl group, are called polyphenols.

The researchers have determined the optimal parameters for the extraction process. Specifically, to extract flavonoids from grape peel it is required to use 95% ethanol as an extractant, and produce the extraction at the temperature of 60°C, with pH 5.0—6.0, liquor ratio of 1:2 for 30 minutes. To increase the yield of biologically active substances it is recommended to freeze the material at a temperature of –18°C.

The authors have studied the composition of the obtained extracts, including the coloring substances and phenolic compounds in equivalent of gallic acid and determined the technological characteristics of the obtained extracts, such as resistance to light, storage duration, and temperature. The study has shown that the resulting colorant retains its consumer properties after 4 weeks at a temperature no higher than 5°C when kept in a dark place. The optimum pH should be from slightly acidic to neutral. When kept under the light conditions, the color remains stable for 3 days. The studies help optimize the technology of producing grape extract in order to use it as a colorant and a source of biologically active substances in the manufacture of cosmetic products.

The authors have developed the formulation of cosmetic lotions with different concentrations of extracts and studied their organoleptic and physico-chemical characteristics. The study has showed that all lotions samples correspond to normative documents in terms of their physical and chemical properties.

**Key words:** flavonoids; extraction; grape extract; biologically active substances; natural colorants; cosmetic products.

**About the authors:** Marina Valerievna Bondakova<sup>1</sup>, Candidate of Engineering, Deputy Chief of the Laboratory; Svetlana Nickolaevna Butova<sup>2</sup>, Doctor of Biology, Professor, Head of the Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis; Svetlana Yurievna Soldatova<sup>3</sup>, Candidate of Engineering, Assistant Professor at the Department of Biotechnology and Technology of Bioorganic Synthesis.

**Place of work:** <sup>1</sup> LLC AB Tower; <sup>2,3</sup> Moscow State University of Food Production.

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ**

УДК 504.058

**Т.В.Сторчак****А.В.Рябуха****Е.А.Рябуха**

Нижевартовск, Россия

**ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК С СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ  
КРАСНОСЕЛЬКУПСКОГО РАЙОНА КАК ФАКТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ТАЗ**

**Аннотация.** Экологическое состояние водных экосистем на территории Красноселькупского района формируется под воздействием природных факторов и техногенной нагрузки на них, которая за последние 20 лет значительно увеличилась.

Участки рек, протекающие вблизи или по территории населенных пунктов, в значительной степени подвергаются техногенному воздействию со стороны застройки водоохранных зон, загрязнению нефтепродуктами, тяжелыми металлами и другими специфическими веществами.

Воздействие поверхностного стока с территорий населенных пунктов на русловый режим достаточно велико, поэтому наблюдается техногенез геоморфологических процессов речной сети.

Комплексное экологическое исследование состояния реки Таз в границах населенных пунктов Красноселькуп и Толька проводилось в весенне-летний период 2012 г., его целью была оценка влияния поверхностного стока с селитебных территорий на экологическое состояние водного объекта.

Придонный осадок является зоной концентрирования загрязняющих веществ и хорошим сорбентом. Все нерастворимые и частично растворимые соединения в основном оказываются в донных отложениях.

Наиболее опасными загрязнителями в донных отложениях можно считать нефтепродукты и тяжелые металлы.

Оценка загрязненности участков проведена на основании полученных концентраций нефтепродуктов в пробах. В результате проведенных исследований донные отложения в водных объектах Красноселькупского района классифицируются как умеренно загрязненные.

Результаты работ позволили выявить тенденции негативного воздействия водных потоков на исследуемых участках в каждом конкретном случае, а также оценить влияние хозяйственной и иной деятельности на них.

Выявленные тенденции и закономерности будут заложены в основу прогнозной модели. Это позволит оперативно оценивать динамику негативных процессов, а также принимать управленческие решения, направленные, в первую очередь, на снижение негативного техногенного воздействия на водные объекты.

**Ключевые слова:** река Таз; загрязнение, донные отложения; селитебная территория.

**Сведения об авторах:** Сторчак Татьяна Викторовна<sup>1</sup>, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Рябуха Анатолий Васильевич<sup>2</sup>, аспирант; Рябуха Елена Алексеевна<sup>3</sup>, магистрант.

**Место работы:** Нижевартовский государственный университет.

**Контактная информация:** <sup>1</sup> 628600, г. Нижевартовск, ул. Дзержинского, 11; тел.: 9129372593, e-mail: tatanastorchak@yandex.ru; <sup>2</sup> 628605, г. Нижевартовск, ул. Ленина, 56; тел.: 9821577189, e-mail: Toxa-j@mail.ru; <sup>3</sup> 628605, г. Нижевартовск, ул. Ленина, 56; тел.: 9825310367, e-mail: Lemmon@mail.ru

Пользование водными объектами бассейна р.Таз в границах населенных пунктов Красноселькупского района осуществляется с изъятием и без изъятия водных ресурсов в основном для целей жилищно-коммунального хозяйства и водного транспорта. В этих условиях проведение наблюдений за состоянием донных отложений как индикатора загрязнения позволяет получить объективную оценку состояния водного объекта в целом.

Коллективом авторов в 2012 г. были проведены комплексные экологические исследова-

ния, целью которых было изучение влияния поверхностного стока с селитебной территории на состояние реки Таз.

Объектами наблюдений были выбраны участки реки Таз, расположенные в границах населенных пунктов Красноселькуп и Толька.

Село Красноселькуп расположено на правом берегу р.Таз.

Во второй половине 70-х гг. в с. Красноселькуп образовалась и приступила к работе Красноселькупская нефтегазоразведочная экспедиция [2; 3]. С этого времени началось развитие

экономики, обширное строительство жилья и объектов соцкультбыта в селе. Лесоматериал для строительства плотами доставлялся с верховья р. Таз. Из-за сплава древесины русло реки засорено бревнами (топляком) и различным строительным мусором, захламлена береговая зона реки. Это не позволяет выполнить швартовку судов и лодок к берегу, препятствует организации пляжа для отдыха жителей села.

Село Толька расположено в южной части Красноселькупского района на левом берегу р.Таз. Берег в границах населенного пункта ежегодно при весеннем и осеннем половодье разрушается, происходит обмеление реки, вследствие чего существует опасность срыва доставки грузов (строительных материалов, продуктов питания) в навигационный период [2; 3].

Исследования проводились на всем протяжении водного объекта, прилегающего к населенному пункту. Отбор проб донных отложений осуществлялся в характерных местах русловых морфологических образований. Промерные работы выполнялись с помощью эхолота HUMMINBIRD 798ci SI, были установлены отметки

глубин реки, получены фотоснимки, которые характеризуют рельеф дна реки.

По характеру русла р. Таз разделяется на три участка. Пойма верхнего участка в районе с.Толька сложена в основном из песка с прослойкой супесей и суглинков. Русло на участке реки однорукавное, умеренно извилистое. Поросшие лесом берега интенсивно размываются. В связи с тем, что по реке производился сплав леса, русло засорено затонувшей древесиной. Глубины колеблются от 0,5 м, максимально достигая 1 м. Скорость течения составляет 0,1 м/с. Левый берег коренной.

Участок реки Таз в границах населенного пункта Красноселькуп относится к среднему. Прилегающая местность — слабовсхолмленная равнина, облесенная и заболоченная. Русло реки слабоизвилистое, песчаное, левый берег пологий, правый обрывистый. Глубины реки изменяются в пределах 0,6—1,8 м, скорость течения составляет около 0,2 м/с. Дно реки песчаное, при обследовании классифицировалось как неровное, деформирующееся (рис. 1).

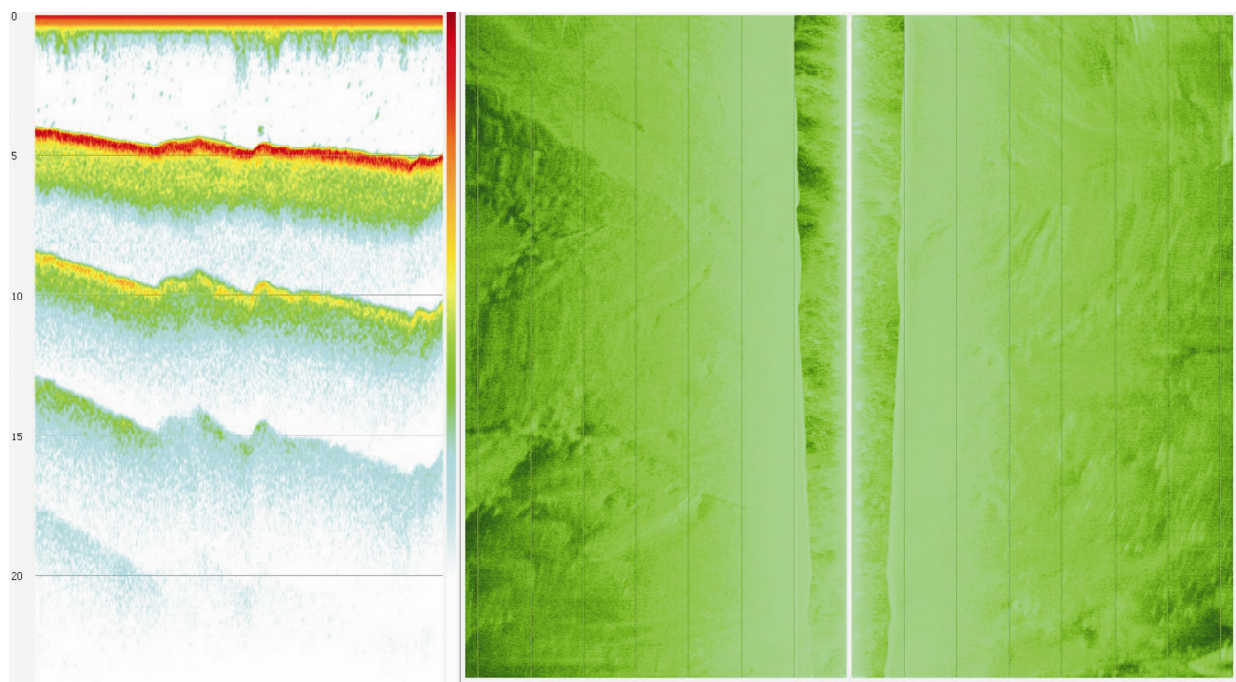


Рис. 1. Исследования дна на участке реки Таз (с. Красноселькуп), продольный профиль

Важной характеристикой водных экосистем являются физико-химические свойства донных отложений, которые отражают многолетнюю картину загрязнения. Аккумулируя тяжелые ме-

таллы, высокотоксичные органические вещества, донные отложения способствуют самоочищению водных сред, но являются постоянным источником их вторичного загрязнения.

Отбор проб донных отложений осуществлялся в трех точках — начало, середина и конец исследуемого участка.

Наиболее опасными загрязнителями в донных отложениях можно считать нефтепродукты и тяжелые металлы.

Углеводороды имеют тенденцию накапливаться донными грунтами и не всегда легко подвержены деструктивному действию бактериальной микрофлоры. Данное обстоятельство еще

больше усугубляет опасность от непосредственного попадания нефтепродуктов в природные водные объекты.

Нефтепродукты длительное время сохраняются в донных отложениях и дают повышение уровня в воде при каком-либо механическом возмущении грунта. Содержание нефтепродуктов в исследуемых образцах достигает 55,4 мг/кг. Минимальное содержание нефтепродуктов в пробах 45,6 мг/кг (табл. 1).

Таблица 1

Содержание загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов на территории Красноселькупского района (по состоянию на июнь 2012 г.)

Водный объект (населенный пункт)		р.Таз (с. Красноселькуп)			р.Таз (с. Толька)		
		Начало участка	Середина участка	Конец участка	Начало участка	Середина участка	Конец участка
Определяемые показатели	Органическое вещество, %	1,02	0,98	0,97	2,13	1,06	2,14
	Нефтепродукты, мг/кг	48,9	49,5	48,2	45,6	54,6	47,3
	Аммоний, мг/кг	15,1	14,8	14,7	23,7	17,27	23,64
	Фосфаты, мг/кг	228,3	236,4	232,8	238,9	242,5	260,5
	АПАВ, млн <sup>-1</sup>	14,2	13,8	12,4	15,1	14,8	14,9
	Свинец, млн <sup>-1</sup>	3,9	4,3	4,26	5,9	6,0	6,4
	Медь, млн <sup>-1</sup>	2,8	3,7	3,56	5,2	4,9	5,3
	Марганец, млн <sup>-1</sup>	198,2	197,4	179,8	228,3	237,4	235,7
	Железо, г/кг	36,7	34,5	34,4	71,3	56,2	73,8
	Показатель токсичности, действие		не токсич.	не токсич.	не токсич.	не токсич.	не токсич.

Оценка загрязненности участков водных объектов проводилась на основании полученных концентраций нефтепродуктов в пробах. На основе классификации, принятой в СибрыбНИИпроекте [4], донные отложения на исследуемых участках водных объектов в Красноселькупском районе относятся к умеренно загрязненным (рис. 2).

Качество поверхностных вод Красноселькупского района формируется в основном под воздействием влияния поверхностного стока с площадей водосбора. В связи с этим установление водоохранных зон водных объектов, а также соблюдение специального режима хозяйственной и иной деятельности на их территории является одной из первоочередных задач по охране и восстановлению поверхностных водных объектов, улучшению их гидрологического режима и санитарного состояния.

Ширина водоохранной зоны устанавливается на основании ст. 65 «Водного кодекса РФ» от

3 июня 2006 г. № 74-ФЗ [1] и для р. Таз составляет 200 м.

Визуальное обследование состояния водоохранной зоны р. Таз — немаловажная часть комплексного экологического исследования. Необходимо констатировать, что в границах населенных пунктов Красноселькуп и Толька специальный режим в водоохранной зоне р. Таз не соблюдается. Основной источник загрязнения — размещение стихийных свалок. Это приводит к загрязнению и заилению водного объекта продуктами твердого стока, ухудшению качества воды, сокращению рыбных запасов и к ухудшению общего экологического состояния территории.

Анализ результатов комплексного экологического исследования реки Таз в границах населенных пунктов Красноселькуп и Толька не позволяет отнести исследуемые участки к категории с благоприятной экологической ситуацией.

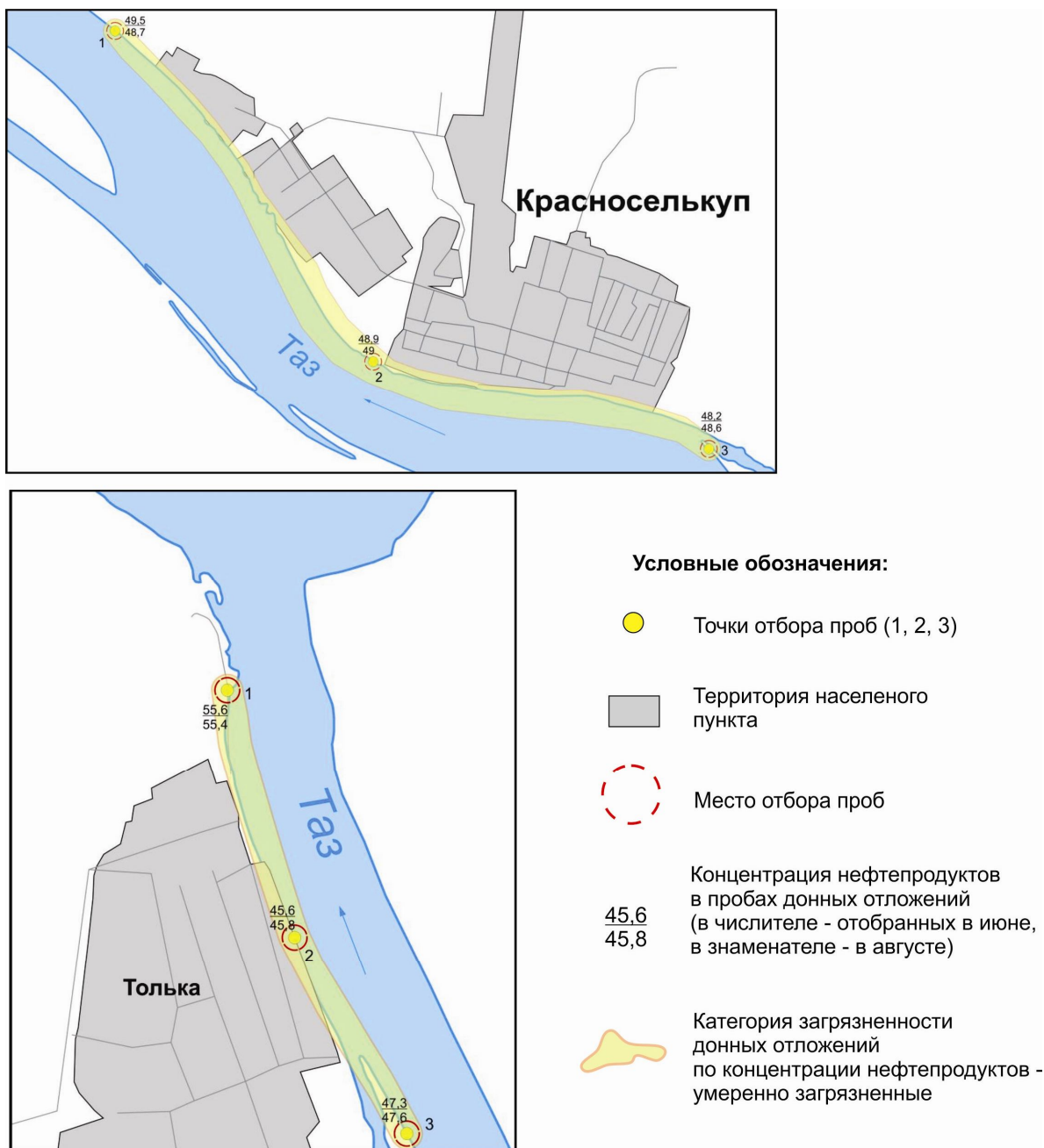


Рис. 2. Состояние донных отложений на исследуемых участках р. Таз

### ЛИТЕРАТУРА

1. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (с изменениями от 24 июля 2009 г.).
2. Окружная долгосрочная целевая программа «Использование и охрана водных объектов в Ямало-Ненецком автономном округе на 2012—2016 годы». URL: [http://правительство.янао.рф/power/iov/nature/target\\_programs/#bc](http://правительство.янао.рф/power/iov/nature/target_programs/#bc)
3. Стратегия социально-экономического развития муниципального образования Красноселькупский район на период до 2020 года. URL: <http://www.selkup-adm.ru/node/914>
4. Уварова В.И. Современное состояние уровня загрязнения воды и грунтов некоторых водоемов Обь-Иртышского бассейна // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Л., 1988. Вып. 305.

## REFERENCES

1. Vodnyj kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 3 iyunya 2006 g. № 74-FZ (s izmeneniyami ot 24 iyulya 2009 g.) [Water Code of the Russian Federation dated June 3, 2006 № 74-FZ (as amended on July 24, 2009)] (in Russian).
2. Okruzhnaya dolgosrochnaya tselevaya programma «Ispolzovanie i okhrana vodnykh obektov v Yamalo-Nenetskom avtonomnom okruge na 2012—2016 gody» [Local long-term target program The Use and Protection of Water resources in Yamal-Nenets Autonomous District in 2012—2016]. URL: [http://правительство.янао.рф/power/iov/nature/target\\_programs/#bc](http://правительство.янао.рф/power/iov/nature/target_programs/#bc)
3. Strategiya sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya munitsipalnogo obrazovaniya Krasnoselkupskiy rayon na period do 2020 goda [Strategy of socio-economic development of the Krasnoselkupsky area up to 2020]. URL: <http://www.selkup-adm.ru/node/914>
4. Uvarova V.I. Sovremennoe sostoyanie urovnya zagryazneniya vody i gruntov nekotorykh vodoemov Ob-Irtyshskogo basseyna [The current state of water and soil pollution in some water reservoirs of the Ob-Irtysh basin] // Sb. nauch. tr. GosNIORH [Research proceedings of State Research Institute Lake and River Fisheries]. Leningrad, 1988. Issue. 305 (in Russian).

*T.V.Storchak  
A.V.Ryabukha  
E.A.Ryabukha  
Nizhnevartovsk, Russia*

### **SUPERFICIAL DRAIN FROM FARMSTEADS IN KRASNOSELKUPSKY DISTRICT BEING A FACTOR OF THE TAZ RIVER CONTAMINATION**

**Abstract.** The ecological conditions of water ecosystems in Krasnoselkupsky district are subject to natural and technogenic impact, with a considerable increase of the latter over the past 20 years.

The rivers flowing near or through the residential areas highly exposed to industrial impact — construction at water protection zones, oil pollution, contamination with heavy metals and other specific substances.

The impact of superficial drain from the settlements on the river bed is sufficient, resulting in technogenesis of geomorphological processes of the river network.

The researchers conducted an integrated environmental study of the Taz River within the villages of Krasnoselkup and Tolka in the spring and summer of 2012. The study was aimed at evaluating the impact of surface superficial drain from residential areas on the ecological state of the water body.

Bottom sediment is a good sorbent material able to concentrate most pollutants and contaminants. All insoluble and partially soluble compounds are mainly concentrated in the sediments.

The most dangerous pollutants in sediments are oil and heavy metals.

The researchers have assessed the contaminated sites based on the obtained concentrations of oil in the samples. As a result, the sediments in water bodies of Krasnoselkup district are classified as moderately polluted.

The results revealed negative impact of water flow in the studied areas in each case, as well as enabled to assess economic and other impact on the water bodies.

These trends and patterns will form the basis of a forecast model, which will allow the researchers to quickly assess the dynamics of negative processes, as well as make management decisions aimed, primarily, at reducing the negative anthropogenic impact on water bodies.

**Key words:** Taz River; pollution of ground deposits; selitebny territory.

**About the authors:** Tatiana Viktorovna Storchak, Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Ecology; Anatoly Vasilyevich Ryabukha, graduate student, Elena Alekseevna Ryabukha, undergraduate student.

**Place of employment:** Nizhnevartovsk State University.

УДК 551.582

**А.Ф.Тетерин**  
**Ю.И.Маркелов**  
**И.П.Александровичев**  
Екатеринбург, Россия

## ПОТЕНЦИАЛ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В ЗОНЕ ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОГО РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

**Аннотация.** Зона Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения сформировалась вследствие двух радиационных инцидентов и радиационной аварии, произошедших на комбинате «Маяк». Радиоактивно загрязненная территория расположена в северной части Челябинской и Курганской областей, южной и юго-восточной части Свердловской области. С целью исследования пространственно-временной изменчивости метеорологических условий, способствующих загрязнению приземной атмосферы, был использован физико-статистический метод, разработанный в Главной геофизической обсерватории имени А.И.Воейкова. По этой методике комплексной характеристикой влияния метеорологических условий на уровень загрязнения приземного воздуха является потенциал загрязнения атмосферы. Для расчетов потенциала загрязнения атмосферы использовались данные по повторяемости приземных инверсий, слабых ветров, застоев воздуха и туманов за период 1980—1991 гг. на восьми метеостанциях, расположенных на территории Уральского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. В зоне Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения метеостанции расположены равномерно и являются репрезентативными для различных районов исследуемого региона.

На исследуемой территории средние годовые значения потенциала загрязнения атмосферы изменяются от 2,52 (метеостанция Аргаяш) и 2,62 (метеостанция Шатрово) до 3,22 (метеостанция Бродокалмак) и 3,12 (метеостанция Верхний Уфалей), т.е. от зоны умеренных до зоны высоких потенциалов загрязнения атмосферы.

В зоне Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения во внутригодовом ходе месячные значения потенциала загрязнения атмосферы, как правило, имеют два максимума и два минимума. При максимальных значениях потенциала загрязнения атмосферы формируются наиболее неблагоприятные метеорологические условия для рассеяния примесей в приземной атмосфере. Минимальные величины потенциала загрязнения атмосферы характерны для наиболее благоприятных условий рассеяния. Наихудшие условия рассеяния примесей наблюдаются с декабря по февраль (иногда по март) и с июня по июль. Наилучшие условия рассеяния примесей характерны для центральных месяцев переходных климатических сезонов, т.е. для апреля и октября.

Наибольшая относительная изменчивость годовых и месячных значений потенциала загрязнения атмосферы отмечается в районах расположения метеостанций с наиболее высокими значениями потенциала загрязнения атмосферы, т.е. на метеостанциях Верхний Уфалей, Бродокалмак и Каменск-Уральский.

В качестве практических рекомендаций следует отметить то, что полученные данные о пространственно-временной изменчивости потенциала загрязнения атмосферы в зоне Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения необходимо учитывать при планировании и реализации мероприятий с целью управления качеством воздушного бассейна в данном регионе. При повышенных, высоких и очень высоких значениях потенциала загрязнения атмосферы следует уменьшить объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, а также уменьшить интенсивность автомобильного движения. При низких и умеренных величинах потенциала загрязнения атмосферы можно увеличить до определенных пределов объемы выбросов от стационарных источников и количество автомобилей в населенных пунктах.

**Ключевые слова:** зона Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения; метеорологические условия рассеяния примесей; потенциал загрязнения атмосферы; пространственно-временная изменчивость потенциала загрязнения атмосферы.

**Сведения об авторах:** Тетерин Александр Федорович<sup>1</sup>, кандидат географических наук, старший научный сотрудник; Маркелов Юрий Иванович<sup>2</sup>, кандидат физико-математических наук, заведующий лабораторией атмосферы; Александровичев Игорь Павлович<sup>3</sup>, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник.

**Место работы:** Институт промышленной экологии УрО РАН, лаборатория атмосферы.

**Контактная информация:** 620219, г. Екатеринбург, ул. Софьи Ковалевской, д. 20; тел. 3433623251, 3433623334, e-mail: <sup>1</sup>taf@ecko.uran.ru, <sup>2</sup>markelov@ecko.uran.ru, <sup>3</sup>spin84@mail.ru

*Работа выполнена при поддержке Уральского отделения Российской академии наук, проект № 12-М-24-2016.*

В средствах массовой информации открытая информация о Федеральном государственном унитарном предприятии «Производственное объединение «Маяк»» (ПО «Маяк») и экологических последствиях его деятельности появилась в 1989 г., т.е. через три года после радиационной аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Но в нашей стране и до 1986 г. происходили радиационные аварии и инциденты на предприятиях атомной промышленности. Так, по официальным данным в различные годы на ПО «Маяк» произошло два радиационных инцидента и одна радиационная авария (по терминологии Росатома [17]).

Первый радиационный инцидент — технологический и аварийный сбросы в 1949—1952 гг. в верхнем течении р. Теча 76 млн. м<sup>3</sup> жидких радиоактивных отходов суммарной активностью 2,7—2,8 млн Ки. Вследствие первого радиационного инцидента повышенное облучение получили 124 тыс. человек, проживавших в прибрежной полосе рек Теча и Исеть в Челябинской и Курганской областях. Зарегистрировано 935 случаев лучевой болезни, впоследствии отмечено увеличение частоты онкологических заболеваний. С 1953 г. из 22 наиболее загрязненных населенных пунктов по р. Теча было отселено 7,5 тыс. человек. Из хозяйственного оборота было изъято 8 тыс. га пойменных сельскохозяйственных угодий [9; 10; 14; 19; 21; 22].

Радиационная авария — химический взрыв емкости хранения радиоактивных отходов на промплощадке ПО «Маяк» 29 сентября 1957 г. с выбросом в окружающую среду 70—80 т радионуклидов суммарной активностью 20 млн Ки. 90% радиоактивных веществ выпали на промышленной площадке. Оставшиеся 10% (2 млн Ки), поднявшись на высоту до 1 км, образовали радиоактивное облако, выпадения из которого через 10—11 часов сформировали Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС) [1; 4—6; 8; 12; 16]. По оценкам 2004 г. вследствие радиационной аварии 29 сентября 1957 г. на ПО «Маяк» на загрязненных территориях Восточно-Уральского радиоактивного следа в границах плотности загрязнения не менее 0,1 Ки/км<sup>2</sup> по стронцию-90 в 574 населенных пунктах проживало 425 тыс. человек, из которых в Челябинской области в 216 населенных пунктах — 134,725 тыс. человек, в Свердловской области в 358 населенных пунктах — 290,275 тыс. человек [7; 21; 21].

Второй радиационный инцидент — дефляция обнажившихся радиоактивных донных отложе-

ний из промышленного водоема оз. Карачай ранней и теплой весной 1967 г. с выбросом в окружающую среду по различным оценкам от 600 до 6000 Ки радиоактивных веществ. Вследствие второго радиационного инцидента площадь загрязнения земной поверхности с плотностью 0,1 Ки/км<sup>2</sup> по стронцию-90 или 0,3 Ки/км<sup>2</sup> по цезию-137 составила около 1800 км<sup>2</sup>. Дополнительному облучению были подвержены 40 тыс. человек. Большая часть загрязненной территории наложилась на территорию Восточно-Уральского радиоактивного следа [2; 9; 11; 15; 21; 22].

От двух радиационных инцидентов и радиационной аварии на ПО «Маяк» пострадали частично или полностью Аргаяшский, Каслинский, Красноармейский, Кунашакский, Сосновский районы и города Кыштым, Касли, Снежинск и Озерск в Челябинской области; Каменский, Богдановичский, Камышловский, Пышминский, Талицкий и Тугулымский районы и города Каменск-Уральский, Камышлов и Богданович в Свердловской области; Далматовский, Каргапольский, Катайский, Шадринский и Шатровский районы, города Далматово и Шадринск в Курганской области [9; 21; 22].

Радиационные инциденты и радиационная авария наряду с регламентированными технологическими выбросами сформировали зону Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения (ВУРЗ) [21; 22]. На территории ВУРЗ радиоактивному загрязнению подверглись все звенья климатической системы: приземный слой атмосферы, все объекты гидросферы, поверхностный слой литосферы и биосфера.

Границы зоны Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения проведены по естественным географическим границам, т.е. по водоразделам и рекам, с учетом административного деления и границ Челябинской, Свердловской и Курганской областей. Регион Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения расположен в северной части Челябинской и Курганской областей, южной и юго-восточной части Свердловской области. Территория ВУРЗ занимает площадь около 40 тыс. км<sup>2</sup> (рис. 1) [3; 8; 21; 22]. Зона ВУРЗ расположена в непосредственной близости от таких крупных промышленных и областных центров, как Екатеринбург, Челябинск, Курган и Тюмень. На исследуемой территории находятся крупные населенные пункты: г. Каменск-Уральский (третий по численности населения в Свердловской области), г. Шадринск (второй по численности населения в Курганской

области) и г. Озерск (шестой по численности населения в Челябинской области).

В зоне ВУРЗ антропогенная нагрузка на природную среду очень высока. Здесь действуют предприятия горнодобывающей, химической и атомной промышленности, черной и цветной металлургии, машиностроения, металлообработки, энергетики, деревообрабатывающего производства, строительного комплекса, легкой и пищевой промышленности; развиты такие отрасли сельского хозяйства, как растениеводство и животноводство. Через зону ВУРЗ проходят автомобильные и железные дороги федерального,

регионального и местного значения. В городах на исследуемой территории с конца 1990-х гг. наблюдается неуклонный рост числа автомобилей.

Таким образом, высокая техногенная нагрузка зоны Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения вызывает необходимость подробного изучения метеорологических условий, способствующих загрязнению приземной атмосферы. Тем более что по данной проблеме авторам известна лишь одна публикация [13], в которой этот вопрос рассматривается в более крупном масштабе территории бывшего СССР.

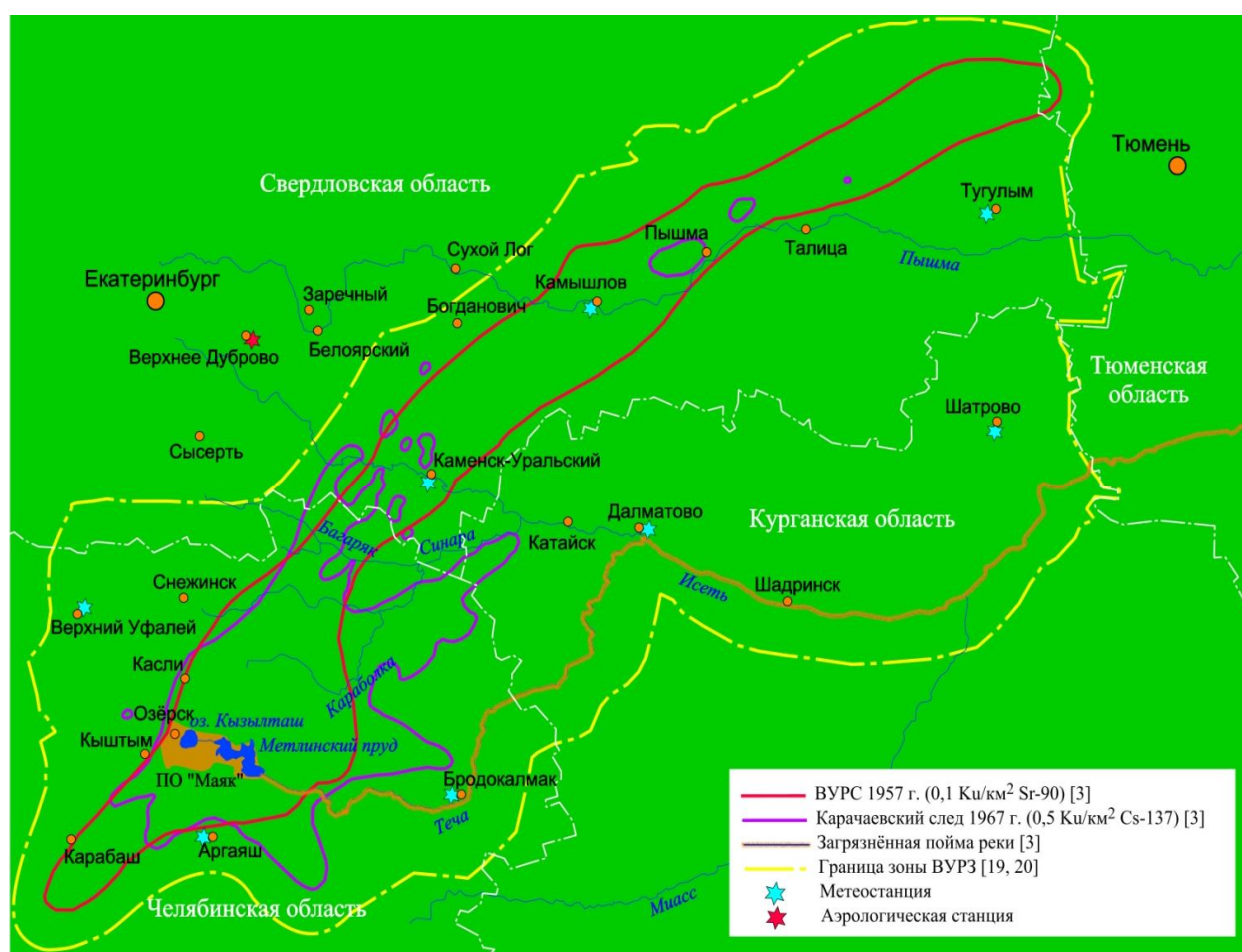


Рис. 1. Зона Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения

С целью изучения пространственной и временной изменчивости метеорологических условий рассеяния примесей в приземном слое атмосферы в зоне Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения был использован физико-статистический метод, разработанный в

1970—1980-х гг. в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова. По данной методике комплексной характеристикой влияния метеорологических условий на уровень загрязнения приземного воздуха является потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА) [13].

Для урбанизированных территорий, где преобладают низкие источники (автомобили) и высокие источники с холодными выбросами, ПЗА рассчитывается по аргументам интеграла вероятности, которые в свою очередь определяются через повторяемости приземных инверсий, слабых ветров, застоев воздуха и туманов. В зоне ВУРЗ значения ПЗА рассчитывались по формуле (1) [13]:

$$\text{ПЗА} = 2,5 \exp [0,04 / (z_2 - z_1)^2 - 0,4 z_1 / (z_2 - z_1)], \quad (1)$$

где  $z_1$  и  $z_2$  — аргументы интеграла вероятности  $\Phi(z)$ , при которых интеграл вероятности связан с вероятностями  $P_1$  и  $P_2$  реализации определенных метеорологических условий, когда будут наблюдаться концентрации примесей выше  $q_n$  и  $1,5q_n$ , где  $q_n$  — некоторый заданный уровень концентрации примесей атмосфере:

$$\Phi(z_1) = 1 - 2P_1, \quad (2)$$

$$\Phi(z_2) = 1 - 2P_2, \quad (3)$$

причем

$$P_1 = P_{\text{ин}} + P_{\text{сл}} - P_3 + P_T, \quad (4)$$

$$P_2 = P_3 + P_T, \quad (5)$$

где  $P_{\text{ин}}$  — повторяемость приземных инверсий,  $P_{\text{сл}}$  — повторяемость слабых ветров, т.е. скорости ветра 0—1 м/с,  $P_3$  — повторяемость застоев воздуха (приземных инверсий при слабом ветре),  $P_T$  — повторяемость туманов.

Выражение (1) записано с учетом того, что для условного района минимальные значения

вероятностей  $P_1$  и  $P_2$  приняты равными соответственно 0,1 и 0,05.

В качестве количественной характеристики относительной изменчивости месячных и годовых значений ПЗА были рассчитаны коэффициенты вариации ( $V$ ), как отношение среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ) к средним значениям ( $N$ ) ПЗА:

$$V = 100 \sigma / N (\%). \quad (6)$$

Для расчетов ПЗА в зоне ВУРЗ использовались выборки по соответствующим метеорологическим величинам и атмосферным явлениям за период 1980—1991 гг. на восьми метеостанциях (МС) и на аэрологической метеостанции (АМС) Верхнее Дуброво, расположенных на территории Уральского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (рис. 1). При вычислении значений ПЗА были использованы данные приземных наблюдений восьми метеостанций: в Челябинской области — МС Аргаяш, Верхний Уфалей и Бродокалмак; в Свердловской области — МС Каменск-Уральский, Камышлов и Тугулым; в Курганской области — МС Далматово и Шатрово. В зоне ВУРЗ три метеостанции (Верхний Уфалей, Камышлов и Тугулым) расположены в лесной зоне, остальные — в лесостепной зоне. Метеостанции на исследуемой территории расположены практически равномерно и являются репрезентативными для различных районов исследуемого региона (табл. 1) [18; 21; 22].

Таблица 1

**Физико-географическая характеристика местоположения метеостанций зоны Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения и аэрологической станции Верхнее Дуброво**

Метеостанция	Высота над уровнем моря, м Б.С.	Характер рельефа	Почва	Глубина залегания грунтовых вод, м	Природная зона
Аргаяш	254,8	Равнина	Обыкновенный и выщелоченный чернозем, местами подзолистые почвы и солончаки	10—11	Лесостепь Зауралья
Бродокалмак	157,7	Слабохолмистый	Слабовыщелоченный среднесуглинистый среднесильный чернозем, серые и темно-серые среднеподзолистые супесчаные и глинистые почвы	3—5	Лесостепь Зауралья
Верхний Уфалей	391,6	Крупнохолмистый	Подзолистые, суглинистые, глинистые, торфяноболотные, болотно-луговые и болотно-иловые почвы	2	Горно-лесная восточных предгорий Среднего Урала

Каменск-Уральский	169,9	Равнина	Чернозем	8	Лесостепь Зауралья
Камышлов	126,2	Слабохолмистый	Выщелоченный среднесуглинистый чернозем, песчаные и супесчаные почвы	30	Лесная зона, подзона сосновых и березовых лесов Западной Сибири
Тугулым	89,0	Слабохолмистый	Подзолистые почвы и слабовыщелоченный тяжелосуглинистый чернозем	4—7	Лесная зона, подзона сосновых и березовых лесов Западной Сибири
Далматово	101,4	Слабохолмистый	Средне- и тяжелосуглинистый выщелоченный чернозем	5—12	Лесостепь Западной Сибири
Шатрово	114,3	Слабохолмистый	Выщелоченный чернозем	1,5—2	Лесостепь Западной Сибири
Верхнее Дуброво	287,3	Слабохолмистый	Суглинистый чернозем	30	Лесная зона, подзона сосновых и березовых лесов Зауралья

Район Восточно-Уральского радиоактивного следа характеризуется четырьмя метеостанциями. МС Аргаяш — это ближайшая к промплощадке ПО «Маяк», кроме того, эта МС характеризуют наиболее загрязненную часть радиоактивного следа и верхнее течение реки Течи. МС Каменск-Уральский и Камышлов расположены в средней части ВУРС, а МС Тугулым — в дальней «хвостовой» части радиоактивного следа. МС Верхний Уфалей находится в горнолесной, крайней юго-западной части зоны ВУРЗ. В среднем течении р. Теча расположена МС Бродокалмак, а в нижнем течении и в месте впадения Течи в р. Исеть — МС Далматово. МС Шатрово находится в лесостепной зоне, крайней юго-восточной части зоны ВУРЗ.

Серьезной проблемой при определении ПЗА является отсутствие исходных данных по приземным инверсиям и застоям воздуха. В этой работе использованы данные четырехсрочного зондирования атмосферы на АМС Верхнее Дуброво за период с января по сентябрь 1980 г., с января по апрель 1990 г., за все 12 месяцев 1984—1989, 1991 гг. Это позволило получить качественные данные по месячным повторяемостям приземных инверсий температуры воздуха за данный период. Естественно, при расчетах ПЗА были использованы значения повторяемостей слабых ветров, застоев воздуха и туманов за тот же период на восьми метеостанциях.

По многолетним средним годовым ПЗА в Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова было проведено районирование

территории СССР. По климатическим условиям рассеяния примесей для низких источников выбросов было выделено пять зон: зона I низких ПЗА (значения ПЗА не более 2,40), зона II умеренных ПЗА (2,41—2,70), зона III повышенных ПЗА (2,71—3,00), зона IV высоких ПЗА (3,01—3,30), зона V очень высоких ПЗА (более 3,30) [13]. В регионе Среднего и Южного Урала пространственное распределение ПЗА достаточно сложное. По многолетним средним годовым ПЗА данная территория располагается в трех зонах: IV, III и II высоких, повышенных и умеренных ПЗА [13].

В регионе ВУРЗ пространственно-временная изменчивость ПЗА имеет достаточно сложный характер. На исследуемой территории многолетние средние годовые ПЗА изменяются от 2,52 (МС Аргаяш, II зона умеренных ПЗА) и 2,62 (МС Шатрово, II зона умеренных ПЗА) до 3,22 (МС Бродокалмак, IV зона высоких ПЗА) и 3,12 (МС Верхний Уфалей, IV зона высоких ПЗА). Это свидетельствует о том, что в наиболее радиоактивно загрязненной части зоны ВУРЗ и в месте расположения ПО «Маяк» (по данным МС Аргаяш), а также в районе МС Шатрово метеорологические условия рассеяния примесей лучше, чем в остальных районах данной территории. Худшие условия рассеяния характерны для районов МС Бродокалмак и МС Верхний Уфалей (рис. 2). Полученные многолетние средние годовые ПЗА находятся в неплохом соответствии с данными районирования СССР по этому району Урала [13].

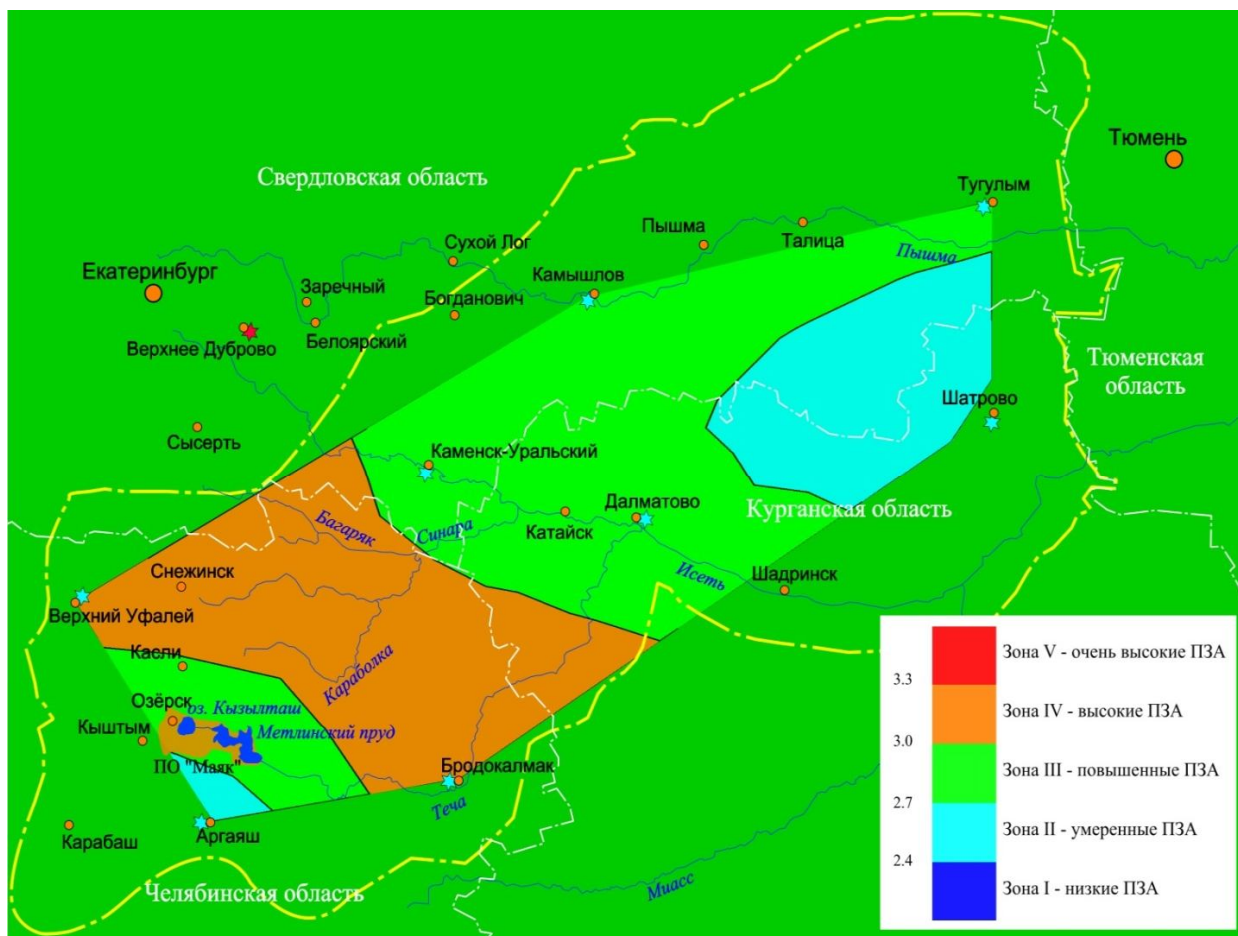


Рис. 2. Многолетние средние годовые ПЗА в зоне ВУРЗ

В течение года многолетние средние месячные ПЗА на территории ВУРЗ изменяются по-разному. Максимальный диапазон изменчивости месячных норм ПЗА равен 1,19 (от 3,61 в июне до 2,42 в октябре) и отмечен на МС Каменск-Уральский. Также значительная внутригодовая изменчивость ПЗА характерна для МС Бродокалмак и Верхний Уфалей — соответственно 1,11 (от 3,79 в июне до 2,68 в октябре) и 1,06 (от 3,59 в июне до 2,53 в октябре). Минимальная изменчивость месячных норм ПЗА составляет 0,44 (от 3,03 в декабре до 2,59 в апреле) и наблюдается на МС Камышлов. Кроме того, незначительная внутригодовая изменчивость ПЗА отмечена на МС Аргаяш и Шатрово — 0,49 (от 2,70 в декабре до 2,21 в октябре) и 0,59 (от 2,82 в январе и феврале до 2,23 в октябре) (рис. 3).

Во внутригодовом ходе на исследуемой территории месячные нормы ПЗА, как правило, имеют два максимума и два минимума. При

максимальных значениях ПЗА формируются наиболее неблагоприятные метеорологические условия для рассеяния примесей в приземной атмосфере. Минимальные величины ПЗА характерны для наиболее благоприятных условий рассеяния.

В зоне ВУРЗ первый годовой максимум ПЗА характерен для холодного периода года. Наибольшие значения ПЗА отмечаются в декабре на МС Бродокалмак (ПЗА 3,62, зона V), Каменск-Уральский (3,08, зона IV) и Камышлов (3,03, зона IV); в феврале — на МС Верхний Уфалей (ПЗА 3,59, зона V), Тугулым (3,04, зона IV) и Далматово (3,08, зона IV); в декабре — январе — на МС Аргаяш (2,70, зона II), в декабре — феврале — на МС Шатрово (2,81 и 2,82, зона III) (рис. 3).

Второй годовой максимум ПЗА наблюдается в теплый период года. Он отмечается в июне на семи МС (ПЗА от 2,68 до 3,79, зоны от II до V), в июле — на МС Камышлов (2,91, зона III).

На МС Тугулым в июне и июле достаточно близкие значения ПЗА (2,94 и 2,96, зона III). Необходимо отметить, что на МС Бродокалмак в марте имеется третий пик во внутригодовом ходе ПЗА (3,55, зона V), а на МС Камышлов в феврале (2,97, зона III) и марте (2,96, зона III)

метеорологические условия рассеяния примесей несколько хуже, чем в соседние месяцы. Таким образом, на МС Бродокалмак и МС Камышлов во внутригодовом ходе имеются третьи максимумы ПЗА (рис. 3).

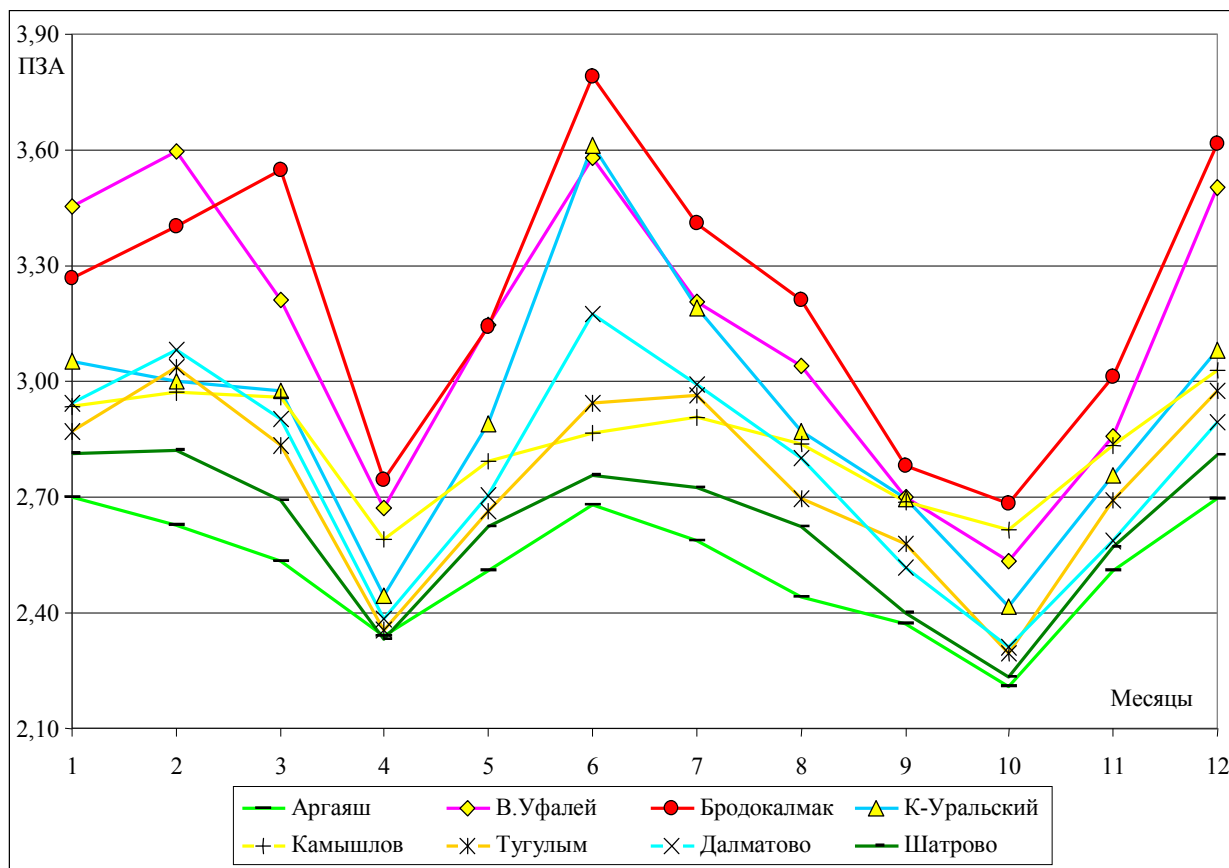


Рис. 3. Многолетние средние месячные ПЗА в зоне ВУРЗ

Минимальные величины ПЗА характерны для центральных месяцев переходных климатических сезонов (для весны и осени), т.е. для апреля и октября, когда увеличиваются скорости ветра и уменьшается повторяемость приземных инверсий, застоев воздуха и слабых ветров. В апреле в исследуемой зоне ВУРЗ значения ПЗА изменяются от 2,33 (МС Шатрово, зона I низких ПЗА) и 2,34 (МС Аргаяш, зона I низких ПЗА) до 2,74 (МС Бродокалмак, зона III повышенных ПЗА). В октябре ПЗА варьируются от 2,21 (МС Аргаяш, зона I низких ПЗА) и 2,23 (МС Шатрово, зона I низких ПЗА) до 2,61 (МС Камышлов, зона II умеренных ПЗА) и 2,68 (МС Бродокалмак, зона II умеренных ПЗА). Так как на МС Бродокалмак и МС Камышлов во

внутригодовом ходе ПЗА имеются третьи максимумы, то здесь также имеются третьи минимумы — отчетливо выраженный в январе на МС Бродокалмак (3,27, зона IV) и менее значимый на МС Камышлов (2,93, зона III) (рис. 3).

В зоне ВУРЗ по годовым величинам коэффициенты вариации минимальная относительная изменчивость ПЗА характерна для районов МС Камышлов (2,6%), МС Аргаяш (2,8%) и МС Шатрово (2,9%). А наибольшие колебания ПЗА отмечаются в горно-лесной части исследуемой зоны — в районе МС Верхний Уфалей (8,8%) (табл. 2).

Во внутригодовом ходе в исследуемом регионе по месячным величинам коэффициенты вариации наибольшая относительная изменчивость

ПЗА зафиксирована в районах МС Верхний Уфалей (диапазон значений коэффициента вариации от 10,1 до 30,5%), МС Бродокалмак (диапазон от 7,5 до 28,0%) и МС Каменск-

Уральский (диапазон от 6,4 до 24,6%). А наименьшая относительная внутригодовая изменчивость ПЗА свойственна району МС Камышлов (диапазон от 5,8 до 11,1%) (табл. 2).

Таблица 2

## Коэффициенты вариации ПЗА (V, %) в зоне ВУРЗ

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Аргаяш												
9,2	10,3	13,7	12,2	6,0	7,5	9,3	9,1	14,8	8,0	10,2	6,2	2,8
МС Верхний Уфалей												
28,4	30,5	19,9	15,2	13,6	21,6	11,7	13,0	11,3	10,1	12,5	15,4	8,8
МС Бродокалмак												
12,9	12,3	26,4	15,1	13,7	20,5	14,9	17,0	9,6	7,5	11,6	28,0	3,2
МС Каменск-Уральский												
15,4	13,6	19,9	12,7	12,1	24,6	11,3	6,4	9,0	9,5	10,9	15,9	3,6
МС Камышлов												
9,6	10,4	11,1	9,7	5,8	7,7	6,6	6,2	7,6	6,5	9,3	7,4	2,6
МС Тугулым												
14,9	17,5	17,5	12,3	6,9	18,4	13,0	11,1	22,1	8,4	14,3	11,0	4,4
МС Далматово												
12,0	19,4	17,0	17,3	8,5	20,5	16,1	19,0	12,8	10,0	12,3	10,0	5,2
МС Шадрово												
13,1	12,5	16,0	15,1	7,8	14,0	9,4	8,9	10,5	9,5	10,6	8,0	2,9

В заключение следует отметить, что практически вся территория ПО «Маяк» располагается в зоне повышенных ПЗА. Верхнее течение р.Теча с наиболее радиоактивно загрязненной поймой (до п. Муслиумово) и нижнее течение реки (от п. Верхняя Теча до г.Далматово) находятся в зоне повышенных ПЗА. Остальная часть реки Теча расположена в зоне высоких ПЗА. Головная часть Восточно-Уральского радиоактивного следа локализована в зонах умеренных, высоких и повышенных ПЗА, средняя и хвостовая часть следа — в зоне повышенных ПЗА.

Как ранее было отмечено в [21; 22], в зоне ВУРЗ атмосферные явления, сопровождаемые сильными и средними ветрами, в наибольшей степени способствуют дефляции радионуклидов с подстилающей поверхности в районе расположения ПО «Маяк», в головной части Восточно-Уральского радиоактивного следа и в верхнем течение реки Теча. Но именно в этом же районе зоны ВУРЗ формируются метеорологические условия, наиболее благоприятные для рассеяния выбросов в воздухе.

Наихудшие условия рассеяния примесей в приземной атмосфере зоны ВУРЗ наблюдаются с декабря по февраль (иногда по март) и с июня по июль. Наилучшие условия рассеяния приме-

сей характерны для центральных месяцев переходных климатических сезонов (весны и осени), т.е. для апреля и октября.

Наибольшая относительная изменчивость средних месячных ПЗА отмечается в районах расположения метеостанций с наиболее высокими значениями ПЗА: МС Верхний Уфалей, МС Бродокалмак, МС Каменск-Уральский.

В качестве практических рекомендаций следует отметить то, что полученные данные о пространственно-временной изменчивости потенциала загрязнения атмосферы в зоне ВУРЗ необходимо учитывать при планировании и осуществлении конкретных мероприятий с целью управления качеством воздушного бассейна в данном регионе. При повышенных, высоких и очень высоких значениях ПЗА следует уменьшать объемы выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников, а также ограничивать количество автомобилей на городских улицах. При низких и умеренных величинах ПЗА можно увеличить до определенных пределов объемы выбросов от стационарных источников и также увеличить количество автомобилей в городе.

На Урале выявлены изменения и колебания основных характеристик климата (скорости

ветра, атмосферных осадков и атмосферных явлений) [20; 22]. Это, безусловно, скажется на метеорологических условиях рассеяния примесей в приземном слое атмосферы. Тем более что с начала 2000-х гг. вследствие возобновле-

ния экономического роста в России отмечается рост количества стационарных и передвижных источников, а также увеличение объемов выбросов примесей в атмосферу.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авраменко М.И., Аверин А.Н., Лобойко Б.Г., Филин В.П., Глаголенко Ю.В., Дрожко Е.Г., Котов Э.С., Мокров Ю.Г., Романов Г.Н. Авария 1957 г. Оценка параметров взрыва и анализ характеристик радиоактивного загрязнения территории // Вопросы радиационной безопасности. 1997. № 3.
2. Алексахин А.И. История эксплуатации водоема Карачай. Обзорный очерк по архивным и отчетным материалам ПО «Маяк» // Вопросы радиационной безопасности. 2005. № 4.
3. Атлас Восточно-Уральского и Карачаевского радиоактивных следов, включая прогноз до 2047 года / Под ред. Ю.А.Израэля. М., 2013.
4. Бакуров А.С. Научный и практический опыт ликвидации последствий аварии 1957 г. // Вопросы радиационной безопасности. ВУРС-45. Спец. выпуск. 2002.
5. Бакуров А.С., Романов Г.Н., Шейн Г.Н. Динамика радиационной обстановки на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа // Вопросы радиационной безопасности. 1997. № 4.
6. Булдаков Л.А. 45 лет после аварии на химкомбинате «Маяк» // Вопросы радиационной безопасности. ВУРС-45. Спец. выпуск. 2002.
7. Волобуев П.В., Чуканов В.Н., Штинов Н.А., Алексеенко Н.Н. Техногенные радиационные инциденты в Уральском регионе, оценки и уточнения // Урал. Радиация. Реабилитация / Отв. ред. В.Н.Чуканов. Екатеринбург, 2004.
8. Восточно-Уральский радиоактивный след (Свердловская область) / Под ред. В.Н.Чуканова. Екатеринбург, 1996.
9. Генезис и концепция Государственной программы Российской Федерации по радиационной реабилитации Уральского региона и мерах по оказанию помощи пострадавшему населению на период до 1995 года. Екатеринбург, 1993.
10. Дегтева М.О., Воробьева М.И., Толстых Е.И., Шагина Н.Б., Кожеуров В.П. Дозиметрическая система реки Теча: реконструкция доз для оценки риска радиационных последствий // Вопросы радиационной безопасности. 2000. № 4.
11. Дрожко Е.Г., Иванов И.А. и др. Современное состояние подземной гидросферы ПО «Маяк» // Вопросы радиационной безопасности. 1996. № 1.
12. Изучение радиоэкологических, радиационно-гигиенических и социально-хозяйственных последствий массивного радиоактивного загрязнения больших площадей (1958—1984 гг.): Отчет по теме «Мираж» / Сост. Л.А.Милакина, П.М.Стукалов. Озерск, 2005. Т. 3.
13. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие / Под ред. Э.Ю.Безуглой и М.Е.Берлянда. Л., 1983.
14. Леонтьев Л.И., Данилов Н.И., Смирнов Л.А., Солобоев И.С., Чуканов В.Н. Экологические проблемы Урала // Наука в России. 1999. № 1 (109).
15. Оценка радиационной обстановки на территории, загрязненной в результате ветрового переноса радиоактивных аэрозолей в районе предприятия в 1967 году // Вопросы радиационной безопасности. 1996. № 4.
16. Романов Г.Н. Радиационная авария на ПО «Маяк»: практика контрмер, их эффективность и извлеченные уроки // Вопросы радиационной безопасности. 1997. № 3.
17. Словарь терминов. URL: <http://www.po-mayak.ru/wps/wcm/connect/mayak/site/Info/Education/glossary>
18. Справочник по климату СССР. Свердловск, 1966. Вып. 9. История и физико-географическое описание метеорологических станций и постов.
19. Терновский И.А., Корсаков Ю.Д. Отчет о санитарно-радиационной обстановке в зоне наблюдения в 1981 г. // Вопросы радиационной безопасности. 1996. № 1.
20. Тетерин А.Ф. Изменения основных характеристик климата на Урале за период инструментальных наблюдений // Вестн. Уральского отд-ния РАН. 2013. № 3 (45).
21. Тетерин А.Ф. Метеорологические условия формирования зоны Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения. Екатеринбург, 2003.
22. Тетерин А.Ф. Эколого-климатические особенности зоны Восточно-Уральского радиоактивного загрязнения. Екатеринбург, 2011.

## REFERENCES

1. Avramenko M.I., Averin A.N., Loboyko B.G., Filin V.P., Glagolenko Yu.V., Drozhko E.G., Kotov E.S., Mokrov Yu.G., Romanov G.N. Avariya 1957 g. Otsenka parametrov vzryva i analiz kharakteristik radioaktivnogo zagryazneniya territorii [Accident in 1957: Evaluating the explosion parameters and analysis of radioactive contamination] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 1997. № 3 (in Russian).
2. Aleksahin A.I. Istoriya ekspluatatsii vodoema Karachay. Obzornyj ocherk po arkhivnym i otchetnym materialam PO «Mayak» [History of operations at Karachay water reservoir. Review of archives and records of Mayak Production Association] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 2005. № 4 (in Russian).
3. Atlas Vostochno-Uralskogo i Karachaevskogo radioaktivnykh sledov, vklyuchaya prognoz do 2047 goda [Atlas of the East Ural and Karachai radioactive traces, including ecological forecast up to 2047] / Ed. by Yu.A.Izrael. Moscow, 2013 (in Russian).
4. Bakurov A.S. Nauchnyj i prakticheskiy opyt likvidatsii posledstviy avarii 1957 g. [Scientific and practical experience of eliminating the accident in 1957] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. VURS 45. Special issue. 2002 (in Russian).
5. Bakurov A.S., Romanov G.N., Sheyn G.N. Dinamika radiatsionnoy obstanovki na territorii Vostochno-Uralskogo radioaktivnogo sleda [The dynamics of radiation situation in the territory of East Ural Radioactive Trace] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 1997. № 4 (in Russian).
6. Buldakov L.A. 45 let posle avarii na khimkombinate «Mayak» [45 years after the accident at Mayak Chemical Plant] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. VURS 45. Special issue. 2002 (in Russian).
7. Volobuev P.V., Chukanov V.N., Shtinov N.A., Alekseenko N.N. Tekhnogennye radiatsionnye intsidenty v Uralskom regione, otsenki i utochneniya [Technogenic radiation incidents in the Urals region, evaluation and update] // *Ural. Radiatsiya. Reabilitatsiya* / Ed. by V.N.Chukanov. Ekaterinburg, 2004 (in Russian).
8. Vostochno-Uralskiy radioaktivnyj sled (Sverdlovskaya oblast) [East Ural Radioactive Trace (Sverdlovsk region)] / Ed. by V.N.Chukanov. Ekaterinburg, 1996 (in Russian).
9. Genezis i kontseptsiya Gosudarstvennoy programmy Rossiyskoy Federatsii po radiatsionnoy reabilitatsii Uralskogo regiona i merakh po okazaniyu pomoschi postradavshemu naseleniyu na period do 1995 goda [The genesis and concept of the Russian Federation State Program for Radiation Rehabilitation of the Ural region and the measures to assist the affected population for the period up to 1995]. Ekaterinburg, 1993 (in Russian).
10. Degteva M.O., Vorobeva M.I., Tolstykh E.I., Shagina N.B., Kozheurov V.P. Dozimetricheskaya sistema reki Techa: rekonstruktsiya doz dlya otsenki riska radiatsionnykh posledstviy [The dosimetry system of the Techa River: reconstruction of radiation doses for risk assessment of radiation consequences] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 2000. № 4 (in Russian).
11. Drozhko E.G., Ivanov I.A. et al. Sovremennoe sostoyanie podzemnoy gidrosfery PO «Mayak» [The current state of the underground hydrosphere at Mayak Chemical Plant] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 1996. № 1 (in Russian).
12. Izuchenie radioekologicheskikh, radiatsionno-gigienicheskikh i sotsialno-hozyaystvennykh posledstviy massirovannogo radioaktivnogo zagryazneniya bolshikh ploschadey (1958—1984 gg.): Otchet po teme «Mirazh» [Study of radioecological, radiation, hygiene and socio-economic impacts of massive radioactive contamination of large areas (1958—1984). Mirazh operation] / Comp. by L.A.Milakina, P.M.Stukalov. Ozersk, 2005. V. 3 (in Russian).
13. Klimaticheskie kharakteristiki usloviy rasprostraneniya primesey v atmosfere. Spravochnoe posobie [The climatic conditions for the dissemination of impurities in the atmosphere. Reference book] / Ed. by E.Yu. Bezuglaya and M.E.Berlyand. Leningrad, 1983 (in Russian).
14. Leontiev L.I., Danilov N.I., Smirnov L.A., Soloboev I.S., Chukanov V.N. Ekologicheskie problemy Urala [Ecological problems of the Urals region] // *Nauka v Rossii*. 1999. № 1 (109) (in Russian).
15. Otsenka radiatsionnoy obstanovki na territorii, zagryaznennoy v rezultate vetrovogo perenosa radioaktivnykh aerorozley v rayone predpriyatiya v 1967 godu [Evaluating the radiation conditions in the territory contaminated due to the wind transportation of radioactive aerosols in the vicinity of the production company in 1967] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 1996. № 4 (in Russian).
16. Romanov G.N. Radiatsionnaya avariya na PO «Mayak»: praktika kontrmer, ih effektivnost i izvlechennye uroki [Radiation accident at Mayak Chemical Plant: countermeasures, their effectiveness and lessons learned] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 1997. № 3 (in Russian).
17. Slovar terminov [Glossary]. URL: <http://www.po-mayak.ru/wps/wcm/connect/mayak/site/Info/Education/glossary>
18. Spravochnik po klimatu SSSR [Handbook on the USSR climate]. Sverdlovsk, 1966. Vypusk 9. Istoriya i fiziko-geograficheskoe opisanie meteorologicheskikh stantsiy i postov [Issue 9. History and physical-geographical description of meteorological stations] (in Russian).
19. Ternovskiy I.A., Korsakov Yu.D. Otchet o sanitarno-radiatsionnoy obstanovke v zone nablyudeniya v 1981 g. [Report on the sanitary and radiation conditions in the observation area in 1981] // *Voprosy radiatsionnoy bezopasnosti*. 1996. № 1 (in Russian).

20. Teterin A.F. *Izmeneniya osnovnykh kharakteristik klimata na Urale za period instrumentalnykh nablyudeniya* [The changes of essential climate characteristics in the Urals within the period of instrumental observations] // Proceedings of the Ural Branch of RAS. 2013. № 3 (45) (in Russian).

21. Teterin A.F. *Meteorologicheskie usloviya formirovaniya zony Vostochno-Uralskogo radioaktivnogo zagryazneniya* [Weather conditions leading to the development of the East-Ural radioactive contamination zone]. Ekaterinburg, 2003 (in Russian).

22. Teterin A.F. *Ekologo-klimaticheskie osobennosti zony Vostochno-Uralskogo radioaktivnogo zagryazneniya* [Ecological and climatic features in the East Ural radioactive contamination zone]. Ekaterinburg, 2011 (in Russian).

*A.F. Teterin  
Y.I. Markelov  
I.P. Aleksandrychev  
Ekaterinburg, Russia*

## POTENTIAL OF ATMOSPHERE POLLUTION IN THE EAST-URAL RADIOACTIVE CONTAMINATION ZONE

**Abstract.** The East-Ural radioactive contamination zone was generated due to two radiation incidents and one accident at Mayak Production Association. The radioactive polluted territory is located in northern part of Chelyabinsk and Kurgan regions, in southern and southeast part of Sverdlovsk region. The researchers have used physical and statistical method developed in the Main geophysical observatory named after A.I. Voejkov to determine the existential spatiotemporal variability of the meteorological conditions promoting pollution of surface atmosphere. According to this method, the complex characteristic showing the influence of meteorological conditions on the level of surface air pollution is considered to be the potential of atmosphere pollution. To calculate the potential of atmosphere pollution, the authors have used the data on frequency of near-surface air temperature inversions, weak winds, air stagnation and fogs during 1980—1991 registered at eight meteorological stations located in territory of the Urals Department of Hydrometeorology and Environment Monitoring. The meteorological stations are located evenly in the East-Ural radioactive contamination zone and are representative for various districts of the investigated region.

The average annual values of atmosphere pollution potential vary from 2.52 (meteorological station in Argayash) and 2.62 (meteorological station in Shatrovo) to 3.22 (meteorological station in Brodokalmak) and 3.12 (meteorological station in Verkhnij Ufaley), i.e. from a zone of middle atmosphere pollution potentials to a zone of high atmosphere pollution potentials.

As a rule, during a year the monthly values of atmosphere pollution potential in the East-Ural radioactive contamination zone have two maxima and two minima. When values of atmosphere pollution potential are maximal, the most adverse meteorological conditions for surface atmosphere impurity dispersion are formed, while the minimal quantities of atmosphere pollution potential are characteristic for favorable dispersion conditions. The worst conditions of impurity dispersion are observed within the period from December till February, sometimes till March and from June till July. The best conditions for impurity dispersion are characteristic for the central months of transition climatic seasons, i.e. in April and October.

The greatest relative variability of annual and monthly values of atmosphere pollution potential is marked in areas of meteorological stations with the highest values of atmosphere pollution potential, i.e. in meteorological stations in Verkhnij Ufaley, Brodokalmak and Kamensk-Uralskiy.

It is worth noting that the obtained data on the existential spatiotemporal variability of atmosphere pollution potential in the East-Ural radioactive contamination zone is important for planning and realizing the measures aimed at quality management of air basin in the given region.

In case of raised, high and very high values of atmosphere pollution potential it is necessary to reduce the emissions of polluting substance from stationary sources, and also to reduce the intensity of transportation. In case of low and middle values of atmosphere pollution potential, it is possible to increase the emissions from stationary sources to certain limits and also to increase the amount of transport in cities and settlements.

**Key words:** East-Ural radioactive contamination zone; meteorological conditions of pollution dispersion; atmosphere pollution potential; existential variability of atmosphere pollution potential.

**About the authors:** Alexander Fedorovich Teterin, Candidate of Geography, Senior Researcher; Yuri Ivanovich Markelov, Candidate of Physics and Mathematics, Chief of Atmosphere Laboratory; Igor Pavlovich Aleksandrychev, candidate of Physics and Mathematics, Senior Researcher.

**Place of employment:** Institute of Industrial Ecology UB RAS, Atmosphere Laboratory.

УДК 504.064.2.001.18

**И.Ю. Усманов**

Уфа, Россия

**Е.С. Овечкина**

Нижевартовск, Россия

**Э.Р. Юмагулова**

Нижевартовск, Россия

**В.Б. Иванов**

Нижевартовск, Россия

**А.В. Щербаков**

Уфа, Россия

**Р.И. Шаяхметова**

Нижевартовск, Россия

## ПРОБЛЕМЫ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ ПРИ АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО КОМПЛЕКСА

**Аннотация.** Целью работы является комплексная оценка влияния антропогенных факторов разной природы в ходе нефтедобычи в условиях различных экосистем Среднего Приобья, которая ранее не проводилась. В связи с этим планируется проведение системных исследований с применением методов анализа разных составляющих экосистем. На уровне целостных экосистем будет проведен геоботанический и ресурсный анализ (проведение геоботанических описаний в районах распространения антропогенных факторов и оценка изменения вклада разных видов растений в общую продуктивность биоценоза); почвенный анализ (анализ трансформации почвенных характеристик под влиянием действующих факторов и анализ накопления и перераспределения элементов загрязнения в илах и почвенных горизонтах экосистем Среднего Приобья).

Ландшафтно-географический и гидрологический анализ в совокупности с ресурсно-геоботаническим и почвенным анализом позволит выявить черты сходства и различия в механизмах распределения и природной утилизации загрязнителей разной природы. Ландшафтно-географический анализ позволит выделить альтернативные варианты природной утилизации загрязнителей и, в конечном итоге, создать типологию функционирования различных экосистем при антропогенном прессе/стрессе.

На уровне целого растения будет изучена изменчивость параметров продуктивности основных видов растений биогеоценозов (экосистем) под влиянием антропогенного пресса (морфологический анализ формирования растений основных видов сообществ; накопление и распределение биомассы в растениях в условиях антропогенного пресса; изменчивость биологической продуктивности по частям растений; соотношение вегетативной и репродуктивной частей (репродуктивное усилие); иные морфологические индексы, используемые в системах экологического тестирования).

На физиолого-биохимическом уровне будет проведена физиологическая и биохимическая оценка влияния загрязнителей на жизненно важные функции растений, оценка эколого-физиологических параметров растений при отсутствии антропогенного пресса; оценка накопления и распределения по органам растений загрязнителей; оценка вероятности накопления загрязнителей в хозяйственно-ценных частях растений (ягоды, орехи, другие части растений).

На системно-аналитическом уровне планируется создание альтернативных моделей функционирования разных экосистем и их основных элементов в условиях антропогенного загрязнения; построение сетевых схем распределения загрязнителей; построение перкаляционных моделей условий достижения загрязнителями критических уровней в экосистемах разной конфигурации; разработка технологий выделения критических точек для трансформации перкаляционных процессов и предотвращения формирования критических экологических ситуаций.

На основании проведенных исследований будет проведен сравнительный анализ параметров приспособительных и деструктивных изменений в экосистемах (биогеоценозах) и растениях с целью дифференциальной оценки наиболее уязвимых и устойчивых элементов различных экосистем Среднего Приобья. На основании эколого-социо-экономических критериев будет предложена схема стимуляции и оптимизации процессов самовосстановления экосистем при антропогенном стрессе в условиях Среднего Приобья.

**Ключевые слова:** устойчивость экосистем, самовосстановление, трансформация загрязнителей, антропогенный стресс, миграция элементов.

**Сведения об авторах:** Усманов Искандер Юсуфович<sup>1</sup>, доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, Овечкина Елена Сергеевна<sup>2</sup>, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, Юмагулова Эльвира Рамилевна<sup>3</sup>, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, Иванов Вячеслав Борисович<sup>4</sup>, кандидат педагогических наук, доцент кафедры экологии, Щербаков Аркадий Владимирович<sup>5</sup>, доктор биологических наук, Шаяхметова Раиса Иршатовна<sup>6</sup>, техник научно-исследовательской лаборатории геоэкологических исследований.

**Места работы:** <sup>1</sup> Башкирский государственный университет, <sup>2,3,4,6</sup> Нижневартковский государственный университет, <sup>5</sup> Уфимский государственный университет экономики и сервиса.

**Контактная информация:** <sup>1</sup> 450076, г. Уфа, ул. З.Валиди, д. 32, тел.: 3472736712, e-mail: iskander.usmanov@mail.ru; <sup>2</sup> 628605, г. Нижневартовск, ул. Ленина, 56, к. 219, тел.: 9821565120, e-mail: pinus64@mail.ru; <sup>3</sup> 628609, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, 11, к. 317, тел.: 9129366116, e-mail: elvirau2009@yandex.ru; <sup>4</sup> 628609, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, 11, к. 319, e-mail: karatazh@yandex.ru; <sup>5</sup> 450076, г. Уфа, ул. З.Валиди, д. 32, тел.: 3472646259, e-mail: Humanist314@rambler.ru; <sup>6</sup> 628609, г. Нижневартовск, ул. Дзержинского, 11, к. 208, тел.: 9224175323, e-mail: 19raj83@rambler.ru

Экосистемные функции, которые ранее считались неисчерпаемыми, в действительности оказались не беспредельны и существуют благодаря природному биологическому разнообразию, любые нарушения которого ведут к неизбежному снижению их эффективности. Усиление антропогенного давления на природу ведет к сокращению биоразнообразия, разрушению естественных природных комплексов и деградации жизненно важных экосистемных функций. Это приносит существенный экономический ущерб и представляет реальную угрозу для жизни и здоровья людей. При сохранении современных темпов уничтожения живой природы потери экосистемных услуг могут приобрести необратимый характер.

Особо выделяют природные системы, которые имеют длительный период развития и являются наиболее уязвимыми при антропогенном воздействии. Восстановление их требует длительного времени. Смена сообществ на более простые и устойчивые к негативному воздействию способствует образованию антропогенных экосистем.

В настоящее время накоплен значительный материал об изменениях болотных и заболоченных северных экосистем в США и Канаде, Северной Европе и Европейской части России. В рамках международных программ исследуются таежные биомы Енисейского меридиана. К таковым относится проект IGBP-NES, имеющий целью изучение глобальных изменений в Северной Евразии [11].

В июне 2007 г. в Хайлигендамме (Германия) лидеры стран «Большой восьмерки» (включая Российскую Федерацию) одобрили проект «The Economics of Ecosystem and Biodiversity — ТЕЕВ» («Экономика экосистем и биоразнооб-

разия»), направленный на выявление реальных выгод, предоставляемых для устойчивого развития глобальных экосистем, а также на оценку экономических потерь в результате снижения биоразнообразия.

Вопросы о миграции и аккумуляции загрязняющих веществ в экосистемах, об их влиянии на процессы биологических объектов разного уровня организации становятся все более актуальными сегодня. Изучению на молекулярном и геномном уровнях изменений функциональных свойств организмов посвящено много научных исследований как за рубежом, так и России [16—19; 21].

Развитие нефтяной и газовой добывающей промышленности на территории Среднего Приобья началось с середины 60-х гг. прошлого столетия, интерес вызывало только изучение ее геологии. В первые годы происходило интенсивное разрушение биомов, озера и болота, леса и реки загрязнялись нефтяными разливами. Связано это было и с ограничениями технологическими, и с удаленностью территории от густонаселенного центра России. Территория долгое время оставалась практически не изученной биологами и экологами. В начале 90-х гг. были получены первые сведения о флоре и фауне, растительных сообществах и оценке влияния на экосистемы нефтяного загрязнения [5; 13]. Экспедиционные исследования стали регулярными, значительный научный вклад внесли ботаники, зоологи Тюменского государственного университета, Уральской лесотехнической академии, Института экологии УрОАН [1—3; 6—8; 12]. В этот период появляются охраняемые территории: природные парки, заказники и памятники природы окружного значения.

И все же литература о состоянии и динамике экосистем Среднего Приобья крайне малочисленна и фрагментарна. В связи с этим необходимо создание комплексной программы проведения всесторонних исследований экосистем Среднего Приобья и получение сопоставимых с мировыми количественных схем трансформации загрязнителей и самовосстановления экосистем. В результате реализации программы исследования самовосстановления экосистем Среднего Приобья при антропогенных воздействиях нефтедобывающего комплекса будут получены данные по приспособительным изменениям в экосистемах и растениях, включая реакцию на загрязнения при нефтедобыче с целью дифференциальной оценки наиболее уязвимых и устойчивых элементов различных экосистем, а также особенностей их самовосстановления. Ранее комплексные исследования экосистем Среднего Приобья не проводились, работа носит пионерный характер. Целью настоящей публикации является обсуждение основных черт программы «Самовосстановление природы Среднего Приобья».

В последние годы исследование адаптивных механизмов на разных уровнях и моделирование дальнейшего развития процессов становится необходимостью для оценки современного состояния экосистем. В зарубежных и российских научных журналах имеется много сведений по различным биотам. Биологические системы разных уровней организации (генетического, молекулярного, организменного, популяционного, биогеоценотического) — звенья взаимосвязанных и иерархически соподчиненных единиц, изменения которых взаимообусловлены. Физиологические и химические исследования транспорта, связанные с различными видами загрязнителей, и влияние их на функциональные особенности растений и растительных сообществ изучаются особенно активно. В России имеется несколько центров проведения подобных исследований: Пушкино, Карелия, Новосибирск и т.д. Зарубежные авторы все больше внимания уделяют поиску механизмов восстановления и ранней диагностике антропогенных изменений растений и сообществ, а также их биоиндикации.

В настоящее время авторами программы накоплен обширный экспериментальный материал, свидетельствующий о влиянии загрязняющих веществ на фотосинтез, дыхание, транспирацию, окислительные процессы в мембранах

клеток, водный обмен, поглощение и транспорт неорганических веществ в растениях. Патологические изменения физиологических процессов находят свое отражение в изменении морфологических признаков растений, таких как хлороз, некроз, замедление роста, преждевременное старение. Дальнейшее развитие поврежденных приводит к исчезновению чувствительных видов и появлению более экологически пластичных устойчивых видов, снижению альфа- и бета-разнообразия, изменению продукционных процессов в растительных сообществах [4; 9; 10; 14; 15; 20].

Место закладки постоянных площадок определено с учетом природно-климатических условий Нижневартовского района и времени эксплуатации нефтяных месторождений. Первая группа площадок будет располагаться на территории Самотлорского месторождения — самого первого и наиболее интенсивно эксплуатируемого. Месторождение располагается в районе озера Самотлор, в подзоне средней тайги. Нефтяные шламы, промышленные площадки, трубопроводы и дороги — объекты, которые сопровождают развитие нефтяной добычи — это одна группа нарушений. В другую анализируемую группу биосистем будут включены прилегающие к ним площади, на которые оказывается косвенное воздействие.

В ходе работ по проекту будет решен ряд задач.

1. Рассмотрен процесс распространения антропогенных факторов — загрязнителей в различных ландшафтах и экосистемах Среднего Приобья. Основные загрязнители: нефтепродукты и их производные, в том числе продукты деградации; подтоварные засоленные воды; антропогенные факторы эвтрофикации — соли азота, фосфора, калия, других веществ. Будет изучен процесс распространения загрязнителей по различным каналам миграции и трансформация антропогенных загрязнителей разной природы в ходе распространения по основным каналам: перенос загрязнителей с водными потоками; осаждение и переход загрязнителей в осадочные илы и растительные элементы торфов и торфянистых почв; поглощение загрязнителей активно вегетирующими растениями и дальнейшее их распространение по трофическим цепям.

2. Проведена комплексная оценка распространения нарушений элементов экосистем (растения и растительный покров в целом, торфы

и почвы, другие элементы биоты) по ходу основных потоков загрязнителей.

3. Выполнена дифференциальная оценка динамики самовосстановления антропогенно нарушенных экосистем и их основных элементов при разных видах антропогенного пресса. По результатам будут внесены рекомендации по коррекции схем, сроков и технологий рекультивации с учетом особенностей ландшафтов и экосистем.

Комплексная оценка влияния антропогенных факторов разной природы в ходе нефтедобычи в условиях различных экосистем Среднего Приобья ранее не проводилась. В связи с этим планируется проведение системных исследований с применением методов анализа разных составляющих экосистем.

На уровне **целостных экосистем** будет проведен геоботанический и ресурсный анализ (проведение геоботанических описаний в районах распространения антропогенных факторов и оценка изменения вклада разных видов растений в общую продуктивность биоценоза); почвенный анализ (анализ трансформации почвенных характеристик под влиянием действующих факторов и анализ накопления и перераспределения элементов загрязнения в илах и почвенных горизонтах экосистем Среднего Приобья).

Ландшафтно-географический и гидрологический анализ в совокупности с ресурсно-геоботаническим и почвенным анализами позволит выявить черты сходства и различия в механизмах распределения и природной утилизации загрязнителей разной природы. Ландшафтно-географический анализ позволит выделить альтернативные варианты природной утилизации загрязнителей и, в конечном итоге, создать типологию функционирования различных экосистем при антропогенном прессе/стрессе.

На уровне **целого растения** будет изучена изменчивость параметров продуктивности основных видов растений биогеоценозов (экосистем) под влиянием антропогенного пресса (морфологический анализ формирования растений основных видов сообществ; накопление и распределение биомассы в растениях в условиях антропогенного пресса; изменчивость биологической продуктивности по частям растений; соотношение вегетативной и репродуктивной частей (репродуктивное усилие); иные морфологические индексы, используемые в системах экологического тестирования); типы эколо-

гических стратегий болотных растений, выявленные на основе параметров структуры биомассы растений с использованием дискриминантного анализа.

На **физиолого-биохимическом** уровне будет проведена физиологическая и биохимическая оценка влияния загрязнителей на жизненно важные функции растений, оценка эколого-физиологических параметров растений при отсутствии антропогенного пресса; оценка накопления и распределения по органам растений загрязнителей; оценка вероятности накопления загрязнителей в хозяйственно-ценных частях растений (ягоды, орехи, другие части растений). За основу взяты следующие параметры:

— особенности водного обмена путем определения содержания воды в органах, интенсивности транспирации листьев, водоудерживающей и водопоглощающей способности листьев, свободной и связанной воды в них;

— особенности фотосинтеза и дыхания у сосудистых растений верховых болот газометрическим методом;

— особенности строения и функционирования устьичного аппарата сосудистых растений верховых болот путем определения устьичного сопротивления, площади листовых пластинок, количества устьиц на единицу площади листа, длины и ширины устьичной щели с применением цифрового микроскопа КН-7700 (Япония);

— особенности количественного содержания пигментов в листьях и в плодах болотных растений спектрофотометрическим методом;

— биохимические особенности синтеза основных групп органических соединений в различных частях растений болот путем определения содержания общего и нитратного азота, растворимых сахаров, углерода, белка, ферментов алкогольдегидрогеназы и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы, физиологически активных веществ специализированного обмена — флавоноидов, органических кислот, а также зольных элементов атомно-адсорбционным методом анализа;

— особенности накопления и распределения химических загрязнителей (нефтепродуктов и их производных, солей подтоварных вод) по органам растений, в том числе и в хозяйственно-ценных частях растений (ягоды, орехи, другие части растений);

— типы экологических стратегий у болотных растений, определенные на основе физиологических параметров с использованием дискриминантного анализа.

На **системно-аналитическом** уровне планируется создание альтернативных моделей функционирования разных экосистем и их основных элементов в условиях антропогенного загрязнения; построение сетевых схем распределения загрязнителей; построение перкаляционных моделей условий достижения загрязнителями критических уровней в экосистемах разной конфигурации; разработка технологий выделения критических точек для трансформации перкаляционных процессов и предотвращения формирования критических экологических ситуаций.

На основании проведенных исследований будет проведен сравнительный анализ параметров приспособительных и деструктивных изменений в экосистемах (биогеоценозах) и растениях с целью дифференциальной оценки наиболее уязвимых и устойчивых элементов различных экосистем Среднего Приобья. На основании эколого-социо-экономических критериев будет предложена схема стимуляции и оптимизации процессов самовосстановления экосистем при антропогенном стрессе в условиях Среднего Приобья.

Таким образом, отправной точкой проекта является почти полное отсутствие знаний о механизмах распространения и трансформации элементов антропогенного загрязнения нефтедобывающего комплекса в различных экосистемах Нижневартовского района. В связи с этим общей задачей является получение комплексного массива сведений об особенностях распространения и трансформации элементов антропогенного загрязнения на основных уровнях организации экосистем. Практическим результатом обработки полученных массивов данных будет оптимизация схем усиления и поддержки природных механизмов самовосстановления экосистем.

На уровне экосистем будет прослежено перераспределение загрязнителей по основным потокам и пулам. Эти потоки будут сравниваться по доле участия в распределении исходной массы загрязнителя, скорости распространения и трансформации в различных экосистемах. С высокой долей вероятности будет различаться и качественный состав продуктов трансформации загрязнителей в зависимости от

ландшафтных, физико-химических и биотических, в том числе генетических особенностей популяций растений, формирующих соответствующие ценозы.

Первый поток загрязнителей — это поверхностный смыв загрязнителей при наличии постоянных или сезонных потоков воды. При этом загрязнители связываются и трансформируются в нижележащих экосистемах либо попадают в ручьи и реки.

Второй поток — формирование донных илов с участием загрязнителей либо включение загрязнителей в состав торфяных масс вблизи от первичного источника антропогенного загрязнения. При этом загрязнитель может депонироваться как в данной экосистеме (биогеоценозе), так и в соседних, обладающих иным набором свойств.

Третий поток — накопление и поглощение загрязнителей активно вегетирующими растениями (высшие растения, мхи, лишайники). В качестве рабочей гипотезы предполагается, что экосистемы ландшафтных провинций Среднего Приобья формируют специфические наборы режимов, которые, в свою очередь, формируют кардинальные различия в формировании итоговых пулов загрязнителей и их трансформантов.

На уровне отдельных растений будут рассмотрены основные пути распространения загрязнителей по видам растений, входящих в экосистемы; по метаболическим цепям в растениях с их трансформацией в токсичные либо нейтральные формы; по трофическим цепям от растений к животным и человеку; переход загрязнителей в растительный опад с последующей консервацией в торфах.

На системно-аналитическом уровне — создание альтернативных моделей функционирования разных экосистем и их основных элементов в условиях антропогенного загрязнения; построение сетевых схем распределения загрязнителей; построение перкаляционных моделей условий достижения загрязнителями критических уровней в экосистемах разной конфигурации; разработка технологий выделения критических точек для трансформации перкаляционных процессов и предотвращения формирования критических экологических ситуаций.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арестова И.Ю., Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Кукушкин С.Ю. Эколого-геохимическая оценка состояния природной среды в районах нефтедобычи // Геохимия биосферы. М.; Смоленск, 2006.
2. Водяницкий Ю.Н., Аветов Н.А., Савичев А.Т., Трофимов С.Я., Шишконова Е.А. Содержание химических элементов в торфяных почвах, засоленных буровыми сточными водами на участке добычи нефти в Среднем Приобье // Агрехимия. 2013. № 1.
3. Волегова Е.А., Шепелева Л.Ф. Эколого-морфологическая классификация растительности долинного комплекса Оби (Среднее Приобье) // Вестн. Тюменского гос. ун-та. 2012. № 6.
4. Иванов В.Б., Мухаметдинова Э.А., Королик В.С. Распределение загрязнения тяжелыми металлами в снежном покрове г. Нижневартовск // Вестн. Тюменского гос. ун-та. 2010. № 3.
5. Иванова Н.А., Юмагулова Э.Р. Биохимические особенности растений олиготрофных болот в условиях Среднего Приобья // Естественные науки. 2012. № 4.
6. Казанцева М.Н. Влияние нефтедобычи на живой напочвенный покров таежных лесов Западной Сибири // Сибирский экологический журнал. 2011. Т. 18. № 6.
7. Казанцева М.Н., Гашев С.Н., Казанцев А.П. Влияние нефтедобычи на состояние и продуктивность живого напочвенного покрова и *Oxycoccus palustris* Pers. верховых болот Среднего Приобья // Растительные ресурсы. 2002. Т. 38. № 1.
8. Козлов С.А., Аветов Н.А. Воздействие шламовых амбаров на видовой состав и структуру растительных сообществ верховых болот Среднего Приобья // Сибирский экологический журнал. 2014. Т. 21. № 3.
9. Москвина И.Л., Овечкина Е.С., Овечкин Ф.Ю. Изменение некоторых морфологических параметров сосны обыкновенной в зоне влияния факелов сжигания попутного нефтяного газа Среднего Приобья // Проблемы региональной экологии. 2006. № 3.
10. Овечкина Е.С., Шаяхметова Р.И. Морфологические изменения сосны обыкновенной на территории Нижневартовского района // Вестн. Нижневарт. гос. ун-та. 2013. № 3.
11. Петренко Е., Муратова Е. Меридиан научного сотрудничества // Наука в Сибири. 1998. № 3—4 (2139—2140).
12. Сартаков М.П. Адсорбционная способность гуминовых кислот торфов Среднего Приобья // Вестн. Алтайского гос. аграрного ун-та. 2011. № 4 (78).
13. Титов Ю.В., Овечкина Е.С. Растительность поймы реки Вах. Нижневартовск, 2000.
14. Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю. Экологическая физиология растений. М., 2001.
15. Щербаков А.В., Усманов И.Ю., Нуриев И.Ф. Биохимия вторичного метаболизма. Уфа, 2001.
16. Biester H., Keppler F. Halogen retention, organohalogenes, and the role of organic matter decomposition on halogen enrichment in two Chilean peat bogs // Environ. Sci. Technol. 2004. V. 37.
17. Chmielewski F.-M., Rötzer T. Response of tree phenology to climate change across Europe // Agricultural and Forest Meteorology. 2001. V. 108.
18. Crommentuijn T., Polder M.D., Van de Plassche E.J. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for metals, taking background concentrations into account // RIVM Report 601501001. Bilthoven, 1997.
19. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. 4<sup>th</sup> ed. Boca Raton, FL, 2010. P. 331.
20. Rakhmankulova Z.F., Ramazanova G.A., Usmanov I.Yu. Growth and respiration in plants from various adaptation groups as affected by mineral nutrient deficiency // Russian Journal of Plant Physiology. 2001. T. 48. № 1.
21. Savichev A.T., Vodyanitskii Yu.N. Determination of barium, lanthanum and cerium contents in soils by the X-Ray radiometric method // Euras. Soil Sci. 2009. V. 42. № 13.

## REFERENCES

1. Arestova I.Yu., Opekunova M.G., Opekunov A.Yu., Kukushkin S.Yu. Ekologo-geohimicheskaya otsenka sostoyaniya prirodnoy sredy v rayonahk nefte dobychi [Ecological and geochemical assessment of the environment in the oil production areas] // Geohimiya biosfery. Moscow; Smolensk, 2006 (in Russian).
2. Vodyanitskiy Yu.N., Avetov N.A., Savichev A.T., Trofimov S.Ya., Shishkonakova E.A. Soderzhanie khimicheskikh elementov v torfyanykh pochvakh, zasolennykh burovymi stochnymi vodami na uchastke dobychi nefi v Srednem Priobje [Chemical elements in peat soils, saline drilling wastewater in the oil production area of the Middle Ob region] // Agrohimiya. 2013. № 1 (in Russian).
3. Volegova E.A., Shepeleva L.F. Ekologo-morfologicheskaya klassifikatsiya rastitelnosti dolinnogo kompleksa Obi (Srednee Priobje) [Ecological and morphological classification of vegetation of the Middle Ob region] // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo univerviteta [Proceedings of Tyumen State University]. 2012. № 6 (in Russian).

4. Ivanov V.B., Muhametdinova E.A., Korolik V.S. Raspredelenie zagryazneniya tyazhelymi metallami v snezhnom pokrove g. Nizhnevartovsk [Distribution of heavy metals in snow cover of Nizhnevartovsk] // Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta [Proceedings of Tyumen State University]. 2010. № 3 (in Russian).
5. Ivanova N.A., Yumagulova E.R. Biohimicheskie osobennosti rasteniy oligotrofnikh bolot v usloviyakh Srednego Priobjya [Biochemical characteristics of plants growing in oligotrophic swamps of the Middle Ob region] // Estestvennye nauki. 2012. № 4 (in Russian).
6. Kazantseva M.N. Vliyanie neftedobychi na zhivoy napochvennyj pokrov taezhnykh lesov Zapadnoy Sibiri [The impact of oil production on the ground vegetation of taiga forests in Western Siberia] // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. 2011. Vol. 18. № 6 (in Russian).
7. Kazantseva M.N., Gashev S.N., Kazantsev A.P. Vliyanie neftedobychi na sostoyanie i produktivnost zhivogo napochvennogo pokrova i *Oxycoccus palustris* Pers. verhovnykh bolot Srednego Priobjya [The impact of oil production on the state and productivity of the ground vegetation and *Oxycoccus palustris* Pers. in the raised swamps of the Middle Ob region] // Rastitelnye resursy. 2002. Vol. 38. № 1 (in Russian).
8. Kozlov S.A., Avetov N.A. Vozdeystvie shlamovykh amбаров na vidovoy sostav i strukturu rastitelnykh soobshchestv verhovnykh bolot Srednego Priobjya [The impact of sludge pits on the species composition and structure of plant communities in the raised swamps of the Middle Ob region] // Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal. 2014. Vol. 21. № 3 (in Russian).
9. Moskvina I.L., Ovechkina E.S., Ovechkin F.Yu. Izmenenie nekotorykh morfologicheskikh parametrov sosny obyknovennoy v zone vliyaniya fakelov szhiganiya poputnogo neftyanogo gaza Srednego Priobjya [The changes in some morphological parameters of common pines in the area subjected to the impact of the oilwell gas torches in the Middle Ob region] // Problemy regionalnoy ekologii. 2006. № 3 (in Russian).
10. Ovechkina E.S., Shayahmetova R.I. Morfologicheskie izmeneniya sosny obyknovennoy na territorii Nizhnevartovskogo rayona [Morphological changes in common pines in Nizhnevartovsk region] // Vestnik Nizhnevartovskogo gosudarstvennogo universiteta [Proceedings of Nizhnevartovsk State University]. 2013. № 3 (in Russian).
11. Petrenko E., Muratova E. Meridian nauchnogo sotrudnichestva [Meridian scientific cooperation] // Nauka v Sibiri. 1998. № 3—4 (2139—2140) (in Russian).
12. Sartakov M.P. Adsorbtsionnaya sposobnost guminovykh kislot torfov Srednego Priobjya [The adsorption capacity of humic acids in peats of the Middle Ob region] // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [Proceedings of Altay State Agricultural University]. 2011. № 4 (78) (in Russian).
13. Titov Yu.V., Ovechkina E.S. Rastitelnos poymy reki Vakh [Floodplain vegetation of the Vakh River]. Nizhnevartovsk, 2000 (in Russian).
14. Usmanov I.Yu., Rahmankulova Z.F., Kulagin A.Yu. Ekologicheskaya fiziologiya rasteniy [Environmental plant physiology]. Moscow, 2001 (in Russian).
15. Scherbakov A.V., Usmanov I.Yu., Nuriev I.F. Biokhimiya vtorichnogo metabolizma [Biochemistry of secondary metabolism]. Ufa, 2001 (in Russian).
16. Biester H., Keppler F. Halogen retention, organohalogenes, and the role of organic matter decomposition on halogen enrichment in two Chilean peat bogs // Environ. Sci. Technol. 2004. V. 37.
17. Chmielewski F.-M., Rötzer T. Response of tree phenology to climate change across Europe // Agricultural and Forest Meteorology. 2001. V. 108.
18. Crommentuijn T., Polder M.D., Van de Plassche E.J. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for metals, taking background concentrations into account // RIVM Report 601501001. Bilthoven, 1997.
19. Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. 4<sup>th</sup> ed. Boca Raton, FL, 2010. P. 331.
20. Rakhmankulova Z.F., Ramazanova G.A., Usmanov I.Yu. Growth and respiration in plants from various adaptation groups as affected by mineral nutrient deficiency // Russian Journal of Plant Physiology. 2001. T. 48. № 1.
21. Savichev A.T., Vodyanitskii Yu.N. Determination of barium, lanthanum and cerium contents in soils by the X-Ray radiometric method // Euras. Soil Sci. 2009. V. 42. № 13.

**I. Yu. Usmanov**

Ufa, Russia

**E. S. Ovechkina**

Nizhneartovsk, Russia

**E. R. Yumagulova**

Nizhneartovsk, Russia

**V. B. Ivanov**

Nizhneartovsk, Russia

**A. V. Shcherbakov**

Ufa, Russia

**R. I. Shayakhmetova**

Nizhneartovsk, Russia

## THE PROBLEM OF ECOLOGICAL SELF-RECOVERY IN THE MIDDLE OB REGIONS SUBJECT TO ANTROPOGENIC OIL PRODUCTION IMPACT

**Abstract:** This work is devoted to a comprehensive assessment of the different anthropogenic impact in the course of oil production in a variety of ecosystems of the Middle Ob region, which has not previously been evaluated. Therefore it is planned to hold systematic studies using different analytical methods to assess various components of ecosystems. The researchers plan to hold a geobotany and resource analysis of integral ecosystems (geobotanic description in areas subject to anthropogenic factors and assessment of changes in the contribution of different plant species in the overall productivity of ecological community); a soil analysis (analysis of the soil transformation under the impact and analysis of the accumulation and redistribution of pollution elements in sediments and soil horizons in the ecosystems of the Middle Ob).

The landscape-geographical and hydrological analysis joined with the resource-geobotanical and soil analysis will allow the researchers to determine the similarities and differences in the mechanisms of distribution and natural utilization of various contaminants. The landscape-geographical analysis will highlight the natural alternatives for utilizing the pollutants and, ultimately, allow creating a typology of different ecosystems under anthropogenic stress.

A whole plant will be studied for the variability of the productivity parameters of the major biogeocenosis (ecosystems) plant species subject to the anthropogenic stress (morphological analysis of development of plants belonging to the major types of plant communities, accumulation and distribution of biomass in plants under anthropogenic stress; variability of biological productivity in parts of plants; ratio of the autonomic and reproductive parts (reproductive effort); other morphological indices used in the environmental testing).

In terms of the physiological and biochemical level, the researchers will hold a physiological and biochemical assessment of the pollutant impact on the vital functions of plants, an evaluation of ecological and physiological parameters of plants in the absence of anthropogenic stress; an assessment of accumulation and distribution of pollutants in plant organs; an assessment of the probability of pollutant accumulation in economically valuable parts of plants (berries, nuts, other parts of plants).

In terms of the system-analytical level, it is planned to develop alternative functioning models of different ecosystems and their basic elements subject to anthropogenic pollution; to build a network of pollutant distribution schemes; to develop various percolation models of the conditions for critical levels of pollutants in ecosystems; to develop the technologies for determining critical points for transforming the percolation processes and preventing critical environmental situations.

Based on the study, the researchers will hold a comparative analysis of the parameters characterizing adaptive and destructive changes in ecosystems (biogeocenoses) and plants in order to make a differential assessment of the most vulnerable and stable elements of different ecosystems in the Middle Ob region. On the basis of ecological and socio-economic criteria, the researchers will put forward a scheme to stimulate and optimize the self-recovery of ecosystems under anthropogenic stress in the Middle Ob region.

**Key words:** ecosystem sustainability; self-recovery; transformation of pollutants; anthropogenic stress; migration of elements.

**Authors:** Iskander Yusufovich Usmanov<sup>1</sup>, Doctor of Biology, Professor at the Department of Botany; Elena Sergeevna Ovechkina<sup>2</sup>, Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Ecology; Elvira Ramilevna Yumagulova<sup>3</sup>, Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Ecology; Vyacheslav Borisovich Ivanov<sup>4</sup>, Candidate of Pedagogy, Assistant Professor at the Department of Ecology; Arkady Vladimirovich Shcherbakov<sup>5</sup>, Doctor of Biology; Raisa Irshatovna Shayakhmetova<sup>6</sup>, Technician at the Geo-ecological Research Laboratory.

**Place of employment:** <sup>1</sup>Bashkir State University, <sup>2,3,4,6</sup>Nizhneartovsk State University, <sup>5</sup>Ufa University of Economics and Service.

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

УДК 57.043; 612.014.45

*И.А.Погонышева**Д.А.Погонышев**А.А.Крылова**Нижевартовск, Россия***ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ  
И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

**Аннотация.** Проведена оценка воздействия высокого шумового фона на психофизиологические параметры нервной системы и работоспособность организма человека. Исследование динамики функционального состояния показателей нервной системы проводилось в двух группах обследуемых. Акустическая среда рабочей зоны контрольной группы не характеризовалась высоким шумовым фоном. В ходе исследования выявлено, что психофизиологические параметры нервной системы у обследуемых экспериментальной группы, находившейся в течение дня на рабочих местах, где зарегистрировано превышение предельно допустимых уровней звука, имеют динамику увеличения времени простой и сложной реакции на световой сигнал, уменьшения силы нервной системы, снижения подвижности процессов торможения и возбуждения, что приводит к ухудшению работоспособности, концентрации внимания, памяти, способности к восприятию и обработке информации. У представителей контрольной группы эти изменения были выражены в меньшей степени, работоспособность к концу рабочего дня оставалась на достаточно высоком уровне.

**Ключевые слова:** шумовое воздействие, работоспособность, нервная система.

**Сведения об авторах:** Погонышева Ирина Александровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Погонышев Денис Александрович, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии; Крылова Анна Александровна, студент.

**Место работы:** Нижевартовский государственный университет.

**Контактная информация:** 628600, г. Нижевартовск, ул. Дзержинского, 11, каб. 213, тел.: 3466576830, e-mail: d.pogonyshev@mail.ru

В сфере обеспечения экологической безопасности существенное место отводится решению вопроса защиты населения от воздействия шума. Если рассматривать шум как экологический фактор, то он является одним из существенных загрязнителей окружающей среды в городах, оказывающим весьма неблагоприятное влияние на здоровье и трудоспособность человека. Источниками шума являются промышленные и энергетические предприятия, средства наземного и воздушного транспорта, инженерное и санитарно-техническое оборудование, а также шумовой фон внутри кварталов, связанный с жизнедеятельностью людей. Исследования, проведенные в последние годы в ряде городов России, показали, что 25—40% городского населения уже сейчас проживает на территории, где уровень шума значительно превышает санитарные нормы [3].

Усугубляет данную проблему и тот факт, что человек не имеет надежной защиты от шума. В этой связи возникает острая необходимость в проведении наиболее тщательных санитарно-гигиенических и психофизиологических исследова-

ний по изучению влияния шума на организм человека с использованием наиболее чувствительных и адекватных методик [2].

Субъективное восприятие шума зависит от физической структуры шума и психофизиологических особенностей человека. Реакции на шум у населения неоднородны. Сверхчувствительны к шуму 30% людей, имеют нормальную чувствительность — 60%, нечувствительны — 10%. На степень психологического и физиологического восприятия акустического стресса влияют тип высшей нервной деятельности, индивидуальный биоритмический профиль, характер сна, уровень физической активности, количество стрессовых ситуаций в течение суток, степень нервного и физического перенапряжения [4].

Центральная нервная система обладает высокой чувствительностью к шумовому влиянию, так как изменение ее функционирования происходит еще до тех уровней акустического давления, которые вызывают нарушение слухового анализатора. Важными показателями функционального состояния центральной нервной

системы при воздействии различных факторов среды являются способность к концентрации внимания и умственная работоспособность. Нарушение состояния центральной нервной системы под воздействием шума приводит к снижению внимания и работоспособности, особенно умственной. При уровне шума свыше 60 дБА уменьшаются скорость перенесения информации, объем кратковременной памяти, количественные и качественные показатели умственной работоспособности, изменяется реакция на различные жизненные ситуации [1].

Целью исследования явилась оценка воздействия высокого шумового фона на психофизиологические параметры и работоспособность организма человека.

Изучение влияния шума на организм человека проводилось на предприятии г. Нижневартовска ХМАО—Югры, сфера деятельности которого заключается в производстве и эксплуатации подъемно-транспортного оборудования, предоставлении услуг по его монтажу, ремонту и техническому обслуживанию. На территории предприятия находится станочный цех, цех гидравлики, моторный участок, участок ремонта подъемных установок и автомобильных кранов.

Был обследован персонал предприятия (экспериментальная, или I группа): инженеры, мастера ремонтно-механических мастерских (деятельность которых не относится к тяжелому физическому труду).

В категорию обследуемых вошли 35 человек. Исследование динамики функционального состояния параметров нервной системы проводилось в различные периоды рабочего дня: утром (до нагрузки), днем (во время нагрузки), вечером в конце смены (после нагрузки).

Контрольную группу составили работники офиса (II группа), рабочие места которых не характеризовались превышением допустимого уровня по шуму. Количество обследуемых — 35 человек. Психофизиологическое тестирование проводилось утром и вечером (в конце рабочего дня).

Оценку состояния акустической среды на производстве проводили с помощью шумомера SVAN-959 согласно ГОСТ 12.1.050-86. «Система стандартов безопасности труда. Методы измерения шума на рабочих местах».

Для определения влияния шума на психофизиологическое состояние обследуемых был использован прибор «Активациометр универсальный», модель АЦ6, методика Ю.А.Цагарелли. Для выявления функциональных состояний и ра-

ботоспособности обследуемых использовались результаты диагностики времени простой двигательной реакции и сложной реакции выбора. Проводилась диагностика силы/слабости нервной системы («Теппинг-тест»), подвижности/инертности нервной системы, диагностика тремора. Определялась точность реакции на движущийся объект.

В результате измерения состояния акустической среды рабочей зоны экспериментальной группы получены следующие данные:

- уровень звукового давления: 85,2 дБ SPL;
- эквивалентный уровень звука: 75,4 дБА;
- максимальный уровень звука: 93,1 дБ;
- минимальный уровень звука: 72,8 дБ.

Это говорит о превышении предельно допустимых уровней звука на рабочих местах согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки».

В результате измерения состояния акустической среды рабочей зоны контрольной группы получены следующие данные:

- уровень звукового давления: 42,5 дБ SPL;
- эквивалентный уровень звука: 40,9 дБА;
- максимальный уровень звука: 48,3 дБ;
- минимальный уровень звука: 33,3 дБ.

Полученные данные не превышают предельно допустимых уровней звука на рабочих местах.

Результаты измерения простой двигательной реакции и сложной реакции выбора позволяют диагностировать уровень утомления, при нарастании которого время простой и сложной реакции увеличивается.

Диагностика подвижности нервных процессов проводилась по средним значениям, полученным в результате исследований три раза в течение рабочего дня у обследуемых экспериментальной группы (табл. 1).

На основе измерения времени реакции определяется скорость и качество реагирования на зрительный стимул. Анализ результатов диагностики показывает, что время как простой, так и сложной реакции значительно увеличивается к завершению рабочего дня, что свидетельствует о быстром нарастании утомления, снижении концентрации внимания и замедлении процессов обработки и восприятия информации у обследуемых экспериментальной группы. У представителей контрольной группы наблюдалась лишь тенденция увеличения времени простой и сложной реакции (табл. 1).

Таблица 1

**Простая двигательная реакция и сложная реакция выбора  
у обследуемых экспериментальной (I) и контрольной (II) групп**

Время регистрации	Время реакции, мс		Подвижность общая, %		Скорость переключаемости внимания, мс	
	I	II	I	II	I	II
8:00—9:00	231±4,6	225±2,16	133,8±4,3	139,3±2,48	398±9,9	367±2,7
13:00—14:00	240±4,5	—	117,6±4,5	—	411±4,1	—
17:00—18:00	259±4,8	233±2,09	111,8±4,6	130,6±3,01	433±4,7	382±2,1

В процессе работы в условиях повышенного шумового фактора подвижность нервных процессов у обследуемых первой группы значительно снизилась к концу смены, что говорит о замедлении скорости возбуждения и торможения нервных процессов. Внешне это проявляется в неспособности быстро и адекватно реагировать на раздражители, быстро успокаиваться после сильного возбуждения, а также легко переходить в состояние возбуждения или в момент возбуждения быстро реагировать на тормозные команды. У обследуемых второй группы снижение подвижности нервных процессов происходит незначительно.

Скорость переключаемости внимания (сложная реакция выбора) у обследуемых экспериментальной группы имеет ту же динамику, что и простая двигательная реакция: к концу рабочего

дня происходит уменьшение скорости переноса внимания с одного объекта на другой, обследуемым стало сложнее оперативно реагировать на изменение текущей ситуации. У представителей второй группы эти изменения выражены в меньшей степени, работоспособность к концу рабочего дня остается на достаточно высоком уровне.

Точность реакции на движущийся объект (РДО) зависит от ощущения времени и пространства, а также от точности психомоторных действий. Обработка результатов осуществляется программой автоматически. По результатам десяти основных измерений вычисляется среднеарифметический показатель ошибок РДО, тенденция РДО к запаздыванию и тенденция РДО к упреждению (табл. 2).

Таблица 2

**Результаты измерения реакции на движущийся объект у обследуемых**

Время регистрации	Показатель ошибок, усл. ед.		Тенденция к запаздыванию, усл. ед.		Тенденция к упреждению, усл. ед.	
	I	II	I	II	I	II
8:00—9:00	54,19±1,2	46,6±1,16	49,08±2,0	58,6±2,04	47,6±1,8	47,08±1,14
13:00—14:00	46,28±1,2	—	39,8±1,9	—	41,6±1,9	—
17:00—18:00	78,28±1,4	48,1±1,06	79,35±2,0	44,15±2,01	80,1±2,0	52,07±1,83

Согласно полученным результатам, количество ошибок у обследуемых экспериментальной группы к концу рабочего дня увеличилось на 44,5%, что иллюстрирует степень снижения точности реакции на движущийся объект. В начале рабочего дня точность РДО имела оценку «ниже среднего», в середине дня — «низкую». У представителей второй группы количество ошибок увеличилось незначительно.

Тенденция РДО к запаздыванию свидетельствует о преобладании процессов торможения в моторных зонах ЦНС, а тенденция к упреждению — процессов возбуждения. Анализ полу-

ченных данных позволил выявить индивидуальные особенности РДО у обследуемых. До нагрузки 40% обследуемых первой группы имели очень сильную тенденцию к запаздыванию, сильная и существенная тенденция к упреждению была зарегистрирована у остальных 60% работников. После нагрузки наблюдалось увеличение до 65% обследуемых с очень сильной тенденцией к запаздыванию, что говорит о преобладании процессов торможения и снижении функциональных возможностей к завершению рабочей смены.

Таблица 3

**Результаты диагностики подвижности/инертности  
нервной системы у обследуемых экспериментальной группы**

Время регистрации	Коэффициент подвижности процессов возбуждения НС, усл. ед.	Коэффициент подвижности процессов торможения НС, усл. ед.
8:00—9:00	0,97±0,01 (средний)	1,15±0,02 (средний)
13:00—14:00	0,74±0,04 (инертный)	0,80±0,03 (инертный)
18:00—19:00	0,39±0,02 (очень инертный)	0,43±0,02 (очень инертный)

Диагностика подвижности/инертности нервной системы на приборе «Активациометр» происходит с помощью кинематометрической методики Е.П.Ильина. Обработка результатов осуществляется программой анализа автоматически (табл. 3).

Подвижность возбуждения связана со скоростью реакции на неожиданные раздражители, быстротой включения в новую для человека деятельность. Полученные данные показывают, что в течение рабочего дня подвижность процессов возбуждения у обследуемых экспериментальной группы неуклонно снижалась (табл. 3). К концу рабочего дня коэффициент подвижности процессов возбуждения НС уменьшился в три раза.

Подвижность процессов торможения у обследуемых первой группы имеет ту же динами-

ку, что и подвижность возбуждения. К концу смены процесс торможения НС у обследуемых можно охарактеризовать как «очень инертный». У представителей второй группы оба определенных коэффициента НС имели средний уровень подвижности.

Обработка результатов измерения силы/слабости нервной системы («Теппинг-тест») проводилась путем анализа кривых, представленных на графике, и отнесении их к одному из трех типов, указанных в методике. На следующем этапе интерпретировался коэффициент силы нервной системы (КСНС) по 25-балльной диагностической шкале силы/слабости нервной системы (табл. 4).

Таблица 4

**Усредненные результаты измерения силы/слабости НС**

Время регистрации	Характеристика КСНС, усл. ед.		Коэффициент силы НС, %	
	I	II	I	II
8:00—9:00	7±0,04	9±0,03	11,2±0,09	7,2±0,04
13:00—14:00	9±0,07	—	14,4±0,07	—
17:00—18:00	15±0,03	10±0,01	16,3±0,03	12,9±0,02

Полученные данные о типах кривых показывают, что у 90% представителей первой группы до рабочей нагрузки отмечался ровный тип кривой, что говорит о среднесильной нервной системе, у 10% уже в начале рабочего дня была выявлена слабость нервной системы. Коэффициент силы нервной системы в среднем был равен 7 усл. ед., что соответствует небольшой выраженности слабости нервной системы у обследуемых.

В середине рабочего дня, в период нагрузки у 56% обследуемых экспериментальной группы отмечалась среднесильная НС, у 44% — слабая НС. КСНС был равен 9 усл. ед., что соответствует средней выраженности слабости НС. К кон-

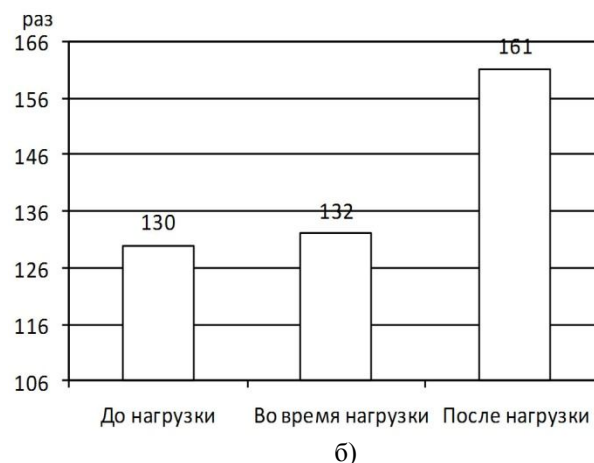
цу рабочей смены отмечались следующие изменения: показатели среднесильной НС регистрировались у 32% испытуемых, слабой НС — у 68%. КСНС — 15 усл. ед., что говорит о высокой выраженности слабости нервной системы. Это свидетельствует о понижении общей работоспособности и функциональных резервов нервной системы к концу смены.

У 6% работников офиса до нагрузки отмечен выпуклый тип кривой, что свидетельствует о высокой силе нервной системы, у 47% — ровный тип кривой (среднесильная нервная система), у 47% уже в начале рабочего дня отмечалась слабость нервной системы. КСНС был равен 9 усл. ед.

К концу рабочей смены отмечались незначительные изменения: среднесильная НС у 46%, слабая НС у 54% обследуемых. Коэффициент силы НС соответствовал 10 усл. ед. — средняя выраженность слабости НС. Такая динамика свидетельствует о незначительном снижении работоспособности и функциональных резервов нервной системы.



Тремор пальцев кисти рук диагностировался по степени дрожания путем подсчета количества касаний спицы о края прорезей и отверстий в металлической пластине активациометра. По результатам измерений была составлена гистограмма (рис. 1).



**Рис. 1. Результаты измерения тремора кистей у обследуемых экспериментальной (а) и контрольной (б) групп**

Полученные данные показывают, что к концу смены тремор кистей рук обследуемых экспериментальной группы значительно усиливается, что свидетельствует о переутомлении обследуемых. Усиление тремора у человека обычно связано с утомлением или переживанием сильных эмоций, поэтому его увеличение может интерпретироваться как индикатор этих негативных явлений.

Результаты измерения тремора у обследуемой второй группы показывают, что к концу рабочего дня тремор кистей рук практически не изменился по сравнению с утренними показателями. Это означает, что нагрузка на нервную систему у работников офиса незначительна и может объясняться отсутствием шума как фактора-раздражителя.

С целью выявления факторов риска здоровью у обследуемых обеих групп было проведено анкетирование.

Основное количество обследуемых экспериментальной группы имеет стаж работы в условиях повышенного шумового фона более 10 лет.

В результате анализа влияния производственного микроклимата на функциональное со-

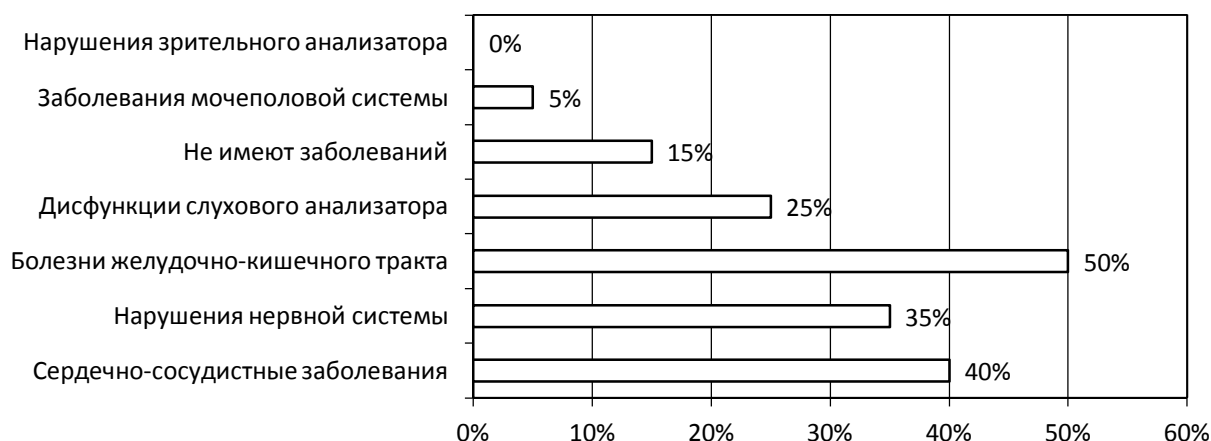
стояние организма представителей первой группы выявлено:

- у 60% респондентов отсутствуют конфликтные ситуации с коллегами;
- 40% оценили силу шума на рабочем месте как «умеренный», 50% — «сильный», остальные — «очень сильный»;
- на 85% обследуемых шум действует большую часть смены;
- 65% опрошенных плохо переносят шум на рабочем месте, он вызывает у них утомление, мешает сосредоточиться на работе;
- у 35% отмечается привыкание к шуму.

В результате анализа состояния здоровья мы получили следующие данные (самооценка опрошенных) (рис. 3):

- 70% анкетированных считают себя достаточно нервными и раздражительными;
- 45% отмечают нарушения сна (прерывистый сон, бессонница), столько же редко чувствуют себя отдохнувшими после сна;
- 10% употребляют лекарства, успокаивающие нервную систему.

Уходят на больничный раз в год — 40%, продолжают работать даже при сильном недомогании — 60%.



**Рис. 2. Хронические заболевания у обследуемых экспериментальной группы**

Не имеют хронических заболеваний всего 15% работников.

Хронические заболевания нервной системы (неврозы и неврозоподобные состояния, астенический синдром, нарушение сна) отмечают 35% работников.

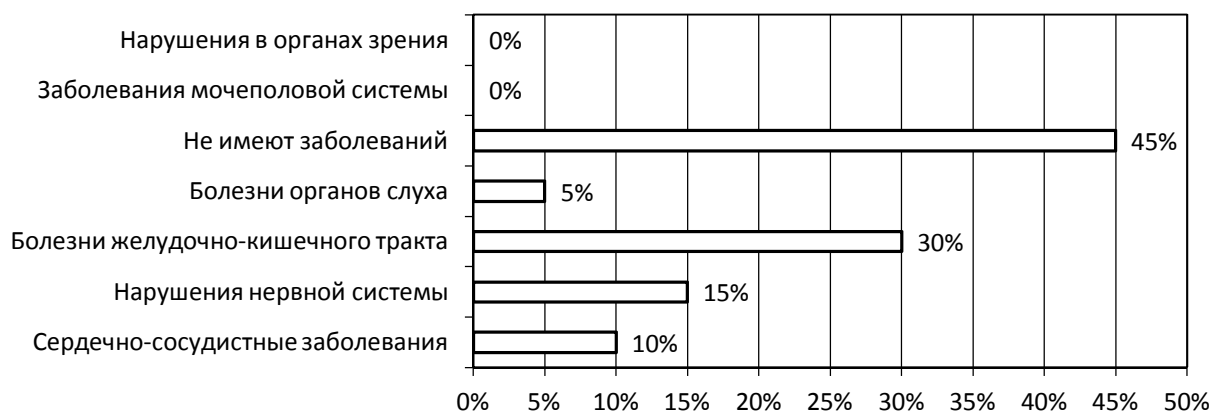
Заболевания сердечно-сосудистой системы (гипертония, ишемическая болезнь сердца, стенокардия, вегето-сосудистая дистония) отмечают у себя 45% обследуемых.

Болезни ЖКТ (гастрит, дуоденит, панкреатит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки, холецистит, колит) — 50%, т.е. половина коллектива.

Болезни органов слуха (отит, ушной шум, тугоухость) отмечают 25% анкетированных (рис. 2).

В результате анализа состояния здоровья контрольной группы мы получили следующие данные (самооценка опрошенных):

- не имеют заболеваний или не знают о них 45% обследуемых;
- 30% отмечают хронические заболевания желудочно-кишечного тракта (гастрит, дуоденит);
- 15% имеют заболевания нервной системы, 10% — сердечно-сосудистые заболевания (рис. 3).



**Рис. 3. Хронические заболевания у обследуемых контрольной группы**

В ходе исследования выявлено, что психофизиологические параметры нервной системы у обследуемых экспериментальной группы в течение рабочего дня имеют динамику увеличения

времени простой и сложной реакции на световой сигнал, уменьшения силы НС, снижения подвижности процессов торможения и возбуждения, что приводит к ухудшению работоспособности,

концентрации внимания, памяти, способности к восприятию и обработке информации. Динамика анализируемых показателей у представителей второй группы свидетельствует о незначительном снижении работоспособности и функциональных резервов нервной системы. Результаты психофизиологического тестирования были подтверждены данными анкетирования. Срав-

нение результатов измерения параметров нервной системы у обследуемых экспериментальной и контрольной групп подтвердило гипотезу о значительном влиянии шума на функциональную активность нервной системы, а следовательно, на производительность труда работников в условиях шумового загрязнения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Артамонова В.Г., Шаталов Н.Н. Профессиональные болезни. М., 1988.
2. Некипелов М.И., Некипелова О.О. и др. Влияние шума на оппонентные психофизиологические системы памяти человека // Успехи современного естествознания. 2005. № 9.
3. Некипелова О.О., Коновалова А.Н. и др. Шум как экологический фактор среды обитания // Современные наукоемкие технологии. 2004. № 2.
4. Шишелова Т.И., Малыгина Ю.С., Суан Дат Нгуен. Влияние шума на организм человека // Успехи современного естествознания. 2009. № 8.

#### REFERENCES

1. Artamonova V.G., Shatalov N.N. Professionalnye bolezni [Work-related diseases]. Moscow, 1988 (in Russian).
2. Nekipelov M.I., Nekipelova O.O. et al. Vliyanie shuma na opponenitnye psihofiziologicheskie sistemy pam'yati cheloveka [The effect of noise on opponent psychophysiological systems of human memory] // Uspehi sovremenno-go estestvoznaniya. 2005. № 9 (in Russian).
3. Nekipelova O.O., Konvalova A.N. et al. Shum kak ekologicheskiy faktor sredy obitaniya [Noise as an environmental factor of human habitat] // Sovremennye naukoemkie tehnologii. 2004. № 2 (in Russian).
4. Shishelova T.I., Malygina Yu.S., Suan Dat Nguen Vliyanie shuma na organizm cheloveka [The impact of noise on a human organism] // Uspehi sovremennogo estestvoznaniya. 2009. № 8 (in Russian).

*I.A.Pogonysheva  
D.A.Pogonyshev  
A.A.Krylova  
Nizhnevartovsk, Russia*

#### NOISE IMPACT ON HUMAN PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND PERFORMANCE

**Abstract.** In the study the researchers have assessed the impact of high background noise on the physiological parameters of the nervous system and performance of human body. The study of the nervous system was conducted in two study groups. As for the control group, the acoustic environment of the working area was not characterized by high level of background noise. The study has revealed that the nervous system for those people in the experimental group who were subjected to the high level noise level exceeding the permissible limit at their workplace during the day showed certain changes in its physiological parameters, such as increase in time required for simple and complex reaction to the light signal, reduced strength of the nervous system, reduced mobility of the extinction and activation processes. This lead to poor performance, less concentration, memory degradation, and poor ability to perceive and process information in the experimental group. The representatives of the control group have showed much less changes in the performance by the end of the day, as their performance remained at a high level.

**Key words:** noise impact; performance; nervous system.

**Authors:** Irina Alexandrovna Pogonysheva, Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Ecology; Denis Alexandovich Pogonyshev, Candidate of Biology, Assistant Professor at the Department of Ecology; Anna Alexandrovna Krylova, student.

**Place of employment:** Nizhnevartovsk State University.

## Уважаемые коллеги!

11—12 февраля 2016 года в Нижневарттовском государственном университете состоится  
V Международная научно-практическая конференция

### «КУЛЬТУРА, НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ»

Приглашаем аспирантов, молодых ученых, преподавателей и сотрудников образовательных учреждений, специалистов-практиков принять участие в конференции, целью которой является обсуждение актуальных проблем и перспектив развития культуры, науки и образования.

По итогам конференции будет издан сборник научных трудов.

Сборник научных трудов постатейно размещается в *Научной электронной библиотеке (Российский индекс научного цитирования (РИНЦ))* (договор № 1131-05/2014К), а также будет размещен в международных базах цитирования.

Издаваемый сборник по материалам конференции — официальный: присваиваются индексы ББК, авторский знак и ISBN — Международный стандартный номер книги (International Standard Book Number).

Материалы конференции будут находиться в свободном доступе на сайте <http://elibrary.ru>

#### Основные направления работы конференции:

- Гуманитарное направление;
- Естественнонаучное направление;
- Психолого-педагогическое направление;
- Физико-математическое направление;
- Информационные технологии и вычислительные системы;
- Экономика и менеджмент;
- Физическая культура и спорт;
- Философия и культурология;
- Культура и искусство;
- Электроэнергетика и электротехника.

#### Требования к оформлению материалов:

Регистрационная форма и текст статьи представляется в Оргкомитет до 11 января 2016 г. В электронном виде должно быть отправлено 2 файла: 1) регистрационная форма; 2) текст статьи. Файлы должны содержать фамилию автора и назначение файла (Пример: Иванов-рег-форма; Иванов-статья).

#### Оформление текста:

- размер бумаги А4 (21х29,7);
- поля: слева — 1,9 см; справа — 1,9 см; сверху — 1,9 см; снизу — 2,1 см;
- текст — в текстовом редакторе Word для Windows;
- гарнитура шрифта — Times New Roman;
- размер шрифта: для текста — 12 пт, для таблиц — 11 пт, для сносок — 10 пт;
- междустрочный интервал — одинарный;
- без переносов;
- абзацный отступ, одинаковый по всему тексту — 1,0 см.

#### Структура текста:

- по левому краю — код УДК;
- по правому краю строчными буквами — инициалы и фамилия автора (авторов), город и организация;
- через один интервал по центру прописными буквами печатается название доклада;
- аннотация статьи (250—300 знаков);
- ключевые слова;

- по правому краю строчными буквами — инициалы и фамилия автора (авторов), город и организация (на английском языке);
  - через один интервал по центру прописными буквами печатается название доклада (на английском языке);
  - аннотация статьи (250—300 знаков) (на английском языке);
  - ключевые слова (на английском языке);
  - через один интервал с красной строки печатается текст;
  - сноски к цитатам размещают в квадратных скобках в конце предложения, указывая первым номер источника по списку литературы, затем, через запятую, номер страницы, точка в конце предложения ставится после квадратных скобок;
  - список литературы размещают в строгом алфавитном порядке в конце статьи по ГОСТ Р 7.0.5-2008.
  - список литературы;
  - список литературы (транслитерация и перевод на английском языке);
- Объем материалов: 4—6 страниц.  
Оргкомитет оставляет за собой право отбора материалов.

Финансовые условия:

1 страница — 150 руб. За каждого соавтора дополнительно доплачивается 300 руб. за статью (оплата не постраничная). Автору полагается один экземпляр сборника, независимо от числа соавторов. Автор может приобрести дополнительные экземпляры сборника, стоимость одного дополнительного экземпляра составляет 350 руб. После отправления материалов вам придет письмо с расчетом стоимости и реквизитами на оплату.

Внимание! К окончательной сумме прибавляется дополнительно 120 руб. за расходы по пересылке материалов конференции.

Реквизиты для оплаты публикации материалов будут высланы после просмотра материалов.

**Регистрационная форма участника конференции**

Ф.И.О. (полностью)	
Ученая степень, уч. звание, должность	
Организация	
Структурное подразделение	
Почтовый адрес с индексом	
E-mail	
Контактный телефон	
Форма участия (очное, заочное)	
Название статьи	

Командировочные расходы — за счёт направляющей стороны.

**Контактный адрес оргкомитета конференции:** 628605, г. Нижневартовск, ул. Ленина, д. 56, каб. 219, главный корпус НВГУ (Управление научных исследований).

**Контактный телефон:** (3466) 45-18-20.

**E-mail:** [kultyra-nvgu@mail.ru](mailto:kultyra-nvgu@mail.ru)

**Web:** [www.nggu.ru](http://www.nggu.ru), [nggu.pf](http://nggu.pf)

## **Уважаемые коллеги!**

Издательство Нижневартковского государственного университета приглашает ученых, преподавателей, сотрудников научно-исследовательских институтов и лабораторий, аспирантов, соискателей опубликовать результаты своих исследований в области гуманитарных, естественных и технических наук.

«Вестник Нижневартковского государственного университета» — периодическое научное издание. Журнал выходит ежеквартально.

Журнал выходит в двух тематических выпусках, отражающих следующие научные направления:

- Математические и естественные науки.  
05.06.01 Науки о Земле.  
06.06.01 Биологические науки.
- Гуманитарные науки. Образование и педагогические науки.  
45.06.01 Языкознание и литературоведение.  
46.06.01 Исторические науки и археология.  
44.06.01 Образование и педагогические науки.

Тематические выпуски скомплектованы в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников, утвержденной приказом Минобрнауки России от 25.02.2009 № 59 (в ред. Приказов Минобрнауки РФ от 11.08.2009 № 294, от 10.01.2012 № 5), и таблицей соответствия направлений (аспирантура), утвержденной приказом Минобрнауки России от 06.11.2013 № АК-2589/05.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55479 от 25 сентября 2013 г.

«Вестник Нижневартковского государственного университета» зарегистрирован в ISSN реестре: ISSN 2311-1402 (печатная версия журнала); ISSN 2311-4444 (электронная версия журнала).

Журнал включен в Каталог российской прессы «Почта России» (подписной индекс: 24943) и в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Публикация в журнале бесплатная.

### **Как опубликовать статью?**

Вы отправляете нам статью и сведения об авторе по адресу e-mail: uni@nggu.ru.

Оформление статьи: формат листа — А4, поля вокруг текста — 2 см, гарнитура шрифта — Times New Roman, размер шрифта — 12 пт, межстрочный интервал — одинарный, абзацный отступ — 1 см, список литературы — по ГОСТ 7.0.5.2008. Статья помимо основного текста должна содержать аннотацию и ключевые слова (на русском и английском языках), код УДК. Сведения об авторе: Ф.И.О. полностью, ученая степень, ученое звание; аспиранты, соискатели — указать вуз и кафедру; место работы (город, организация, подразделение), должность; корреспондентский почтовый адрес; контактный телефон; контактный e-mail.

Аспиранты и соискатели дополнительно предоставляют отзыв научного руководителя на статью.

Статья направляется на рецензирование (7—14 рабочих дней). При положительной рецензии работа публикуется в ближайшем выпуске, соответствующем тематике Вашей статьи; один экземпляр издания направляется Вам.

В случае отказа в публикации автору направляется мотивированный отказ.

### **Контактная информация**

Адрес: 628600, Россия, г. Нижневартовск, ул. Ленина, д. 56, Нижневартковский государственный университет, управление научных исследований (каб. 219).

Телефон: (3466) 451820

E-mail: uni@nggu.ru

Web: www.nggu.ru или нггу.рф

Куратор: Овечкина Елена Сергеевна, начальник управления научных исследований