

КУДАШЕВ ИГОРЬ ГЕННАДЬЕВИЧ

**САПРОПЕЛИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ: ГЕОЛОГИЯ, ГЕНЕЗИС, РЕСУРСЫ И
ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Специальность 25.00.11 – «Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых,
минерагения»

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Томск – 2004

Работа выполнена в Томском политехническом университете

Научный руководитель: кандидат геолого-минералогических наук, доцент
Бернатонис Вилис Казимирович

Официальные оппоненты: доктор геолого-минералогических наук, профессор
Цыкин Ростислав Алексеевич,
кандидат геолого-минералогических наук
Быкова Валентина Васильевна

Ведущая организация: Кафедра экологии и природопользования
Сибирской государственной геодезической
академии (г. Новосибирск)

Защита состоится 18 февраля 2004 г. в 15 часов в 210 аудитории 1 корпуса ТПУ на заседании диссертационного совета Д 212.269.07 при Томском политехническом университете

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке Томского политехнического университета

Автореферат разослан «8» января 2004 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета, д. т. н.

Евсеев В.Д.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Озерные сапропели – это природные органо-минеральные образования, представляющие значительный интерес для использования в народном хозяйстве. Основным потребителем сапропелевого сырья является сельское хозяйство: кормовые добавки в рационы сельскохозяйственных животных и птиц, приготовление удобрений с использованием сапропеля, нейтрализующее средство для кислых почв, кольматация почв и др. Применение сапропелей в медицине (бальнеология, фармакология, грязелечение) дает положительные результаты при лечении целого ряда заболеваний. В ветеринарии экстракты сапропеля используются при лечении и профилактике заболеваний сельскохозяйственных животных. В промышленности имеется опыт применения сапропелей в разных отраслях: производство строительных материалов, тепло- и звукоизоляционных плит, формовочных смесей и пористой керамики, химическая переработка, приготовление буровых промывочных жидкостей и т.д.

Томская область расположена в природно-климатической зоне, благоприятной для образования сапропелей. Геологические их ресурсы (с учетом высокоминерализованных разностей) оценены в 3.98 млрд т.

Однако в настоящее время сапропели в области изучены слабо и используются в очень ограниченных количествах. Вовлечение их ресурсов в эксплуатацию является перспективным направлением в недропользовании. Это предопределяет необходимость всестороннего геологического изучения сапропелевых месторождений для последующего их лицензирования и освоения.

Основной целью работы является изучение геологии, состава и генезиса сапропелей Томской области с оценкой прогнозных ресурсов сырья и определением возможных направлений его использования в народном хозяйстве.

Основные задачи исследований:

- обобщение сведений о запасах и прогнозных ресурсах сапропелей по результатам ранее выполненных геологоразведочных и научно-исследовательских работ;
- обследование озер в южных районах области с целью оценки прогнозных ресурсов сапропелей;
- изучение состава и свойств сапропелей;
- исследование условий формирования сапропелей на территории области;
- определение возможных направлений использования сапропелевого сырья в зависимости от его состава и свойств;
- разработка рекомендаций по дальнейшему геологическому изучению, лицензированию и освоению месторождений сапропеля.

Методы исследования и объем материала. Учет запасов и прогнозных ресурсов сапропелей по результатам предшествующих геологоразведочных и научно-исследовательских работ проводили с использованием фондовых материалов и опубликованной литературы. Категорийность запасов и прогнозных ресурсов во всех случаях приведена в соответствие с ныне действующими требованиями (Инструкция..., 1988).

В летне-осенний период 2001 года были обследованы 304 водоема (озера, старицы, пруды) в южных районах области. В каждом из них проводили зондирование и опробование донных отложений с оценкой прогнозных ресурсов сапропелей по категории Р₂. Всего были отобраны 332 пробы. Во всех водоемах с помощью шпурового радиометра СРП-68-03 измеряли общую радиоактивность донных отложений, а с использованием переносного ионометра определяли рН, Eh, электропроводность и температуру воды.

Детальные гидрогеохимические исследования выполнены на 20 озерах, расположенных в поймах рек Оби, Томи, Чулыма, Кии, Шегарки и Чети. В 10 озерах отобраны пробы воды на микробиологические исследования.

В лабораториях Томского политехнического университета (ТПУ) определены зольность, влажность и песчанистость донных отложений, а также содержания в них оксидов железа и кальция, микроскопическим способом исследован состав глинистой и песчаной фракций, выполнены биологические и палеонтологические анализы сапропелей, микробиологические анализы сапропелей и озерных вод, нейтронно-активационным методом выявлены уровни накопления в сапропелях микроэлементов, с помощью термодинамических расчетов установлены формы миграции химических элементов в озерных водах и их минералообразующая способность.

Научная новизна:

- показано, что природные условия Томской области являются благоприятными для образования озерных сапропелей;

- установлено, что в условиях Томской области формирование сапропелей происходит в озерах с преимущественно гидрокарбонатно-кальциево-магниевым типом вод с минерализацией от 72.22 до 533.15 мг/л, нейтральной или слабощелочной реакцией и, чаще всего, окислительной обстановкой;

- сапропелевые озера характеризуются высокой биологической продуктивностью. Наряду с водной растительностью и донными организмами в них установлено повышенное количество фито-, зоо- и бактериопланктона. Фитопланктон представлен диатомовыми, жгутиковыми и зелеными водорослями, зоопланктон – инфузориями, дафниями и циклопами, бактериопланктон – гетеротрофными и автотрофными микроорганизмами, включенными в геохимические циклы углерода, азота, железа и серы;

- экспериментальным путем показана роль микробиологических процессов в окислении терригенных минералов и формировании биогенных минералов сапропелей;
- на основе термодинамических расчетов установлена роль комплексных соединений и незакомплексованных ионов в миграции основных макро- и микрокомпонентов;
- определена способность озерных вод к образованию разнообразных вторичных минералов: оксидов, гидроксидов, карбонатов, сульфатов и др.;
- с использованием ряда гидрогеохимических и микробиологических показателей выявлен трофический статус сапропелевых озер.

Практическая значимость:

- выполнен учет запасов и прогнозных ресурсов сапропелей по результатам предшествующих геологоразведочных и научно-исследовательских работ;
- по результатам обследования озер оценены прогнозные ресурсы сапропелей и высокоминерализованных сапропелей;
- впервые предложено использовать в народном хозяйстве высокоминерализованные сапропели с зольностью 85-95 %;
- определены возможные направления использования сапропелей в зависимости от состава их органической и минеральной массы;
- разработаны рекомендации по дальнейшему геологическому изучению, лицензированию и освоению ресурсов сапропелей.

Апробация работы. Материалы диссертационной работы получены в процессе выполнения хоздоговорных работ с Главным управлением природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР по Томской области. Отдельные разделы диссертации докладывались и обсуждались на ряде региональных и международных научных и научно-практических конференций в Томске (2001, 2002, 2003) и Красноярске (2001).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ и одна статья сдана в печать.

Объем и структура работы. Диссертация состоит из введения, 6-ти глав и заключения. Она изложена на 149 страницах машинописного текста, содержит 16 рисунков, 47 таблиц и 4 приложения. Список опубликованной литературы включает 103 наименования.

В первой главе диссертации изложена методика исследований. Во второй главе охарактеризованы природные условия Томской области. Третья глава содержит сведения о запасах и прогнозных ресурсах сапропеля. В четвертой главе рассмотрены состав и свойства сапропелей. Пятая глава посвящена условиям формирования сапропелей. В заключительной главе описаны возможные направления использования сапропелей и предложена концепция их геологического изучения, лицензирования и освоения.

Диссертационная работа выполнена под научным руководством к. г.-м. н., доцента ТПУ В.К. Бернатониса, которому диссертант выражает искреннюю признательность.

За ценные консультации и помощь в проведении полевых и лабораторных исследований автор приносит благодарность сотрудникам ТПУ, НИИ ядерной физики при ТПУ, Сибирского НИИ торфа СО РАСХН (г. Томск), НИИ биологии и биофизики при Томском государственном университете, ГУП Территориальный Центр «Томскгеомониторинг»: к. х. н. В.С. Архипову, к. т. н. С.Г. Маслоу, к. ф.-м. н. В.Г. Меркулову, к. б. н. Ю.И. Прейс, к. б. н. В.А. Базанову, к. г.-м. н. В.А. Льготину, к. г.-м. н. Э.Д. Рябчиковой, к. г.-м. н. Н.А. Трифоновой, к. х. н. Р.Ф. Зарубиной, к. г.-м. н. Е.М. Дутовой, к. г.-м. н. Ю.Г. Копыловой, к. г.-м. н. Е.В. Черняеву, к. г.-м. н. П.В. Бернатонису, научным сотрудникам В.М. Марулевой, А.А. Хващевской, А.Н. Ефимовой, Н.И. Шердаковой, аспирантам Н.А. Антроповой, Т.М. Королевич и Н.О. Тихомировой, лаборанту К.К. Кузеванову.

ОСНОВНЫЕ ЗАЩИЩАЕМЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. В результате обобщения материалов торфоразведочных работ и специализированных геологоразведочных и научно-исследовательских работ на озерные сапропели, а также в процессе обследования озер выявлены и учтены значительные запасы и прогнозные ресурсы сапропелей (как сопутствующих полезных ископаемых на месторождениях торфа и собственно озерных). Геологические ресурсы нормальнозольных озерных сапропелей оценены в количестве 1.18 млрд т.

Территория области хорошо увлажнена и поэтому имеет развитую речную сеть, а также большую степень заозеренности (112.9 тыс. озер общей площадью 4451 км²). Количество озер возрастает от южных районов к северным. Они встречаются на поверхности озерно-аллювиальных равнин, речных террас и долин. Значительная их часть приурочена к торфяно-болотным массивам. Благоприятным фактором формирования сапропелевых отложений является высокая биологическая продуктивность озер.

Систематические специализированные работы на сапропель в Томской области не проводились. Оценка сапропелевых ресурсов осуществлялась в основном попутно в процессе проведения геологоразведочных работ на торф.

Сапропели как сопутствующие полезные ископаемые на месторождениях торфа, локализованные под залежами торфа и в озерах, выявлены на 52 торфяных месторождениях и их участках. При этом запасы и прогнозные ресурсы сапропеля составляют (табл. 1): под торфяной залежью (40 месторождений и их участков) – 28958 тыс. т и 13746 тыс. м³ (P₁ – 19953 тыс. т и 2986 тыс. м³, P₂ – 9005 тыс. т и 10760 тыс. м³); в озерах (35 месторождений и их участков) – 41658 тыс. т и 1562 тыс. м³ (C₂ – 23151 тыс. т, P₁ – 7496 тыс. т и 1562 тыс. м³, P₂ –

Структура запасов и прогнозных ресурсов сапропелей как
сопутствующих полезных ископаемых на месторождениях торфа

| № № п.п. | № по кадастру (1997) | Административ- ный район | Месторождение | Запасы и прогнозные ресурсы, тыс. т (* тыс. м ³) | | | | |
|---|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | под торфяной залежью | | в озерах | | |
| | | | | P ₁ | P ₂ | C ₂ | P ₁ | P ₂ |
| 1 | 29 | Александровский | Ларино | | | | 61 | |
| 2 | 460 | Каргасокский | Васюганское: | | | | | |
| 3 | | | - участок 5 | 161 | | | | |
| 4 | | | - участок 22 | 797 | | 66 | | |
| 5 | 497 | | - участок «Югинское» | | 10760* | | 5551 | |
| 6 | 500 | | Щучий Мыс (уч. 61) | 236 | | | | |
| 7 | 338 | | Каргасокское 1 | 265 | | 73 | | |
| 8 | 364 | | Компасское | | | | | 884 |
| 9 | 379 | | Кочиядровское | | | | | 3495 |
| 10 | 395 | | Трех Озер | | | | | 457 |
| 11 | 397 | | Траверное | | | | | 778 |
| 12 | 512 | | Большое Окунево | | | | | 3334 |
| | | | | Пассал (уч. 63) | | 247 | | |
| 13 | 573 | Парабельский | Малаковское | | 774 | 11 | 501 | |
| 14 | 575 | | Дубровка | 103 | | | | |
| 15 | 576 | | Айгарово | 280 | | 478 | | |
| 16 | 603 | Колпашевский | Комаровка (уч. 177) | | | 268 | | |
| 17 | 607 | | Березовское (уч. 47) | 827 | | 1285 | | |
| 18 | 617 | | Карасево (уч. 42) | 1819 | | 2162 | | |
| 19 | 630 | | Колпашевское (уч. 7, 8) | 364 | | 443 | | |
| 20 | 639 | | Игнашкино | 646 | | | | |
| 21 | 599 | | Копыловское (уч. 164) | | 1910 | | | |
| 22 | 780 | Верхнекетский | Центральное (уч. 37) | 190 | | 1179 | | |
| 23 | 781 | | Полуденовское (уч.50) | 547 | | 3662 | | |
| 24 | 736 | | Костяное Тяпса-Марга (уч. 188) | | | | | 1865 |
| 25 | 779 | | Городецкое (уч. 33) | | 1233 | | | |
| 26 | 791 | Березовское (уч. 81) | | | | | 198 | |
| 27 | 858 | Чаинский | Чаинское | | 100 | | 273 | |
| 28 | 874 | Молчановский | Семиозерье | 99 | | 1069 | | |
| 29 | 905 | | Колмахтон | 599* | | | | |
| 30 | 898 | | Закрытое | | 1110 | | | |
| 31 | 943 | Бакчарский | Суховское (уч. 16) | | 108 | | 159 | |
| 32 | 935 | | Озерное | 386 | | 412 | | |
| 33 | 954 | | Чаинское | 274 | | | | |
| 34 | 977 | Кривошеинский | Чангарское 1 | 1762 | 680 | 426 | | |
| 35 | 965 | | Щучье | | | | 589 | |
| 36 | 1006 | Асиновский | Березовая Грива | 290 | | 101 | | |
| 37 | 1032 | | Ишколь | 201 | | 290 | | |
| 38 | 1034 | | Кусково | 1115 | | 148 | | |
| 39 | 1005 | | Болван | | 2515 | | 1562* | |
| 40 | 1024 | Тегульдетский | Лучай | | | | 362 | |
| 41 | 1217 | Шегарский | Гусевское | 7113 | | 9665 | | |
| 42 | 1230 | | Кулмановское | 622 | 328 | | | |
| 43 | 1233 | | Обское 1 | 758 | | 204 | | |
| 44 | 1313 | Томский | Карбышевское | 2054* | | | | |
| 45 | 1321 | | Таган | 209 | | | | |
| 46 | 1244 | | Рыжиково | | | 47 | | |
| 47 | 1270 | | Большое Клюквенное | 135 | | 457 | | |
| 48 | 1274 | | Клюквенное | 104 | | | | |
| 49 | 1274 | | Темное | 56 | | | | |
| 50 | 1278 | | Бочеровское | 365 | | | | |
| 51 | 1345 | Зырянский | Челбак 3 | 333* | | | | |
| 52 | 1444 | Кожевниковский | Симанский Бор | 229 | | 705 | | |
| Всего: 70 616 тыс.т + 15308 тыс. м ³ | | | | 19953 2986* | 9005 10760* | 23151 | 7496 1562* | 11011 |

Структура запасов и прогнозных ресурсов озерных сапропелей
(по результатам предшествующих
научно-исследовательских и геологоразведочных работ)

| №№ п.п. | Название озера | Класс (вид) сапропеля | Мощность залежи, м | Стадия работ | Запасы и прогнозные ресурсы, тыс. м ³ |
|--------------------|----------------|---|--------------------------|----------------------------|--|
| Томский район | | | | | |
| 1 | Кирек | Известковый, органо-железистый, торфянистый | 0.2-8.5 | Поисково- оценочные | C ₂ – 2242.6 в нулевом контуре |
| 2 | Пиявочное | Глинистый | До 8.0 | Нет сведений | Не оценены |
| 3 | Яково | Органический, органо-силикатный | До 1.2 | Детальные поиски | P ₁ -260.0 в нулевом контуре |
| 4 | Семиозерки 1 | Органический, органо-силикатный | 1.3 (среднее) | Детальные поиски | P ₁ – 26.0 в промышленном контуре |
| 5 | Семиозерки 3 | Опробование не проводилось | – | Детальные поиски | Не оценены |
| 6 | Ларино | Органический | 0.3-0.6 | Поисково- оценочные | Не оценены |
| 7 | Гудеево | Кремнистый | 0.05-0.35 | Поисково- оценочные | C ₂ – 2.0 в нулевом контуре |
| 8 | Большезерское | Органический | До 0.35 | Общие поиски | Не оценены |
| Шегарский район | | | | | |
| 9 | Жарково | Известковый, органо-известковистый, глинисто- известковистый | 2.01 (среднее) | Поисково- оценочные | C ₂ – 907.0 в промышленном контуре |
| Первомайский район | | | | | |
| 10 | Малые Чертаны | Органический | 0.07-0.6 | Детальные поиски | P ₁ – 40.0 в нулевом контуре |
| 11 | Чертаны | Органический | 1.28 (среднее) | Поисково- оценочные | C ₂ – 973.0 в нулевом контуре |
| Колпашевский район | | | | | |
| 12 | Карасевое | Торфянистый, известковый, известково-железистый, органо-железистый, органо-известковистый | До 4.5 | Поисково- оценочные | C ₂ – 8652.0 в промышленном контуре |
| 13 | Темное | Глинистый | 0.05-1.4 | Детальная разведка | A – 25.6 в промышленном контуре |
| 14 | Круглое | Глинистый | 0.3-1.2 | Предварительна разведка | C ₁ – 21.1 в нулевом контуре |
| 15 | Светлое 1 | Органический | До 3.5 | Нет сведений | Не оценены |
| 16 | Светлое 2 | Органический | 0.2-0.5 | Нет сведений | Не оценены |
| 17 | Чистое | Глинистый | До 0.4 | 5 точек | Не оценены |
| 18 | Малое Кривое | Глинистый | 0.1-0.2 | 3 точки | Не оценены |
| 19 | Подковка | Глинистый | До 0.3 | 5 точек | Не оценены |
| 20 | Кубышкино | Глинистый | 0.3-0.7 | 5 точек | Не оценены |

11011 тыс. т). Суммарные запасы и прогнозные ресурсы сапропелей как сопутствующих полезных ископаемых на месторождениях торфа равны 70616 тыс. т и 15308 тыс. м³.

Из таблицы 1 видно, что основные запасы и прогнозные ресурсы сопутствующих сапропелей локализованы на торфяных месторождениях Каргасокского (31.5%) и Шегарского (21.8%) районов (рис. 1), затем следуют Колпашевский (11.3%), Верхнекетский (10.3%) и Асиновский (7.2%) районы. Доля остальных районов области в балансе запасов и прогнозных ресурсов сопутствующих торфу сапропелей колеблется от 0.1 до 4.0%.

Подторфяные и озерные сапропели в структуре запасов и прогнозных ресурсов представлены практически равными количествами (рис. 2). При этом основной объем сапропелевых отложений был выявлен в процессе проведения детальной и предварительной разведки месторождений торфа. Учитывая низкую степень изученности подавляющего большинства торфяных месторождений области, общие ресурсы сопутствующих им сапропелевых отложений должны быть весьма значительны.

Сапропелевые отложения на торфяных месторождениях области относятся в основном к органическому, органо-силикатному и карбонатному классам. Они пригодны для различных направлений использования: удобрения, мелиоранты, кормовые добавки, лечебные грязи, производство буровых промывочных жидкостей и т.д.

Ресурсы озерных сапропелей. Собственно озерные месторождения сапропеля были изучены в южных районах области при проведении научно-исследовательских (гидрогеологическая партия конторы «Геоминвод», 1974 г.; Томский НИИ курортологии и физиотерапии, 1979 – 1981 гг.; Томский политехнический университет, 2001 г.) и геологоразведочных (ООО «Сапропек», 1991 г.; ПГО «Новосибирскгеология», 1993 г.) работ.

В процессе выполнения предшествующих научно-исследовательских и геологоразведочных работ сапропели были выявлены в 20 озерах (табл. 2). Суммарные запасы и прогнозные ресурсы сапропелей составляют в них 13149.3 тыс. м³, в том числе: А – 25.6 тыс. м³, С₁ – 21.1 тыс. м³, С₂ – 12776.6 тыс. м³, Р₁ – 326.0 тыс. м³. Наиболее перспективными для дальнейшего геологического изучения и освоения являются сапропели озер Кирек, Пиявочное, Яково, Семиозерки 1 (Томский район), Жарково (Шегарский район), Чертаны (Первомайский район), Карасево, Темное, Круглое и Светлое 1 (Колпашевский район).

В 2001 году в южных районах области нами были обследованы 304 озера (их участка) и старых пруда, в том числе в Кожевниковском районе – 50, Кривошеинском – 70, Томском – 45, Асиновском – 71, Зырянском – 43 и Шегарском – 25. Суммарная площадь зеркала воды изученных водоемов составила 2487.93 га.

Сапропелевые отложения с зольностью до 85 % нами установлены в 69 водоемах на площади 844.99 га. Их суммарные прогнозные ресурсы по категории Р₂ составляют 6606.3 тыс. т (табл. 3). Удельные ресурсы сапропелей равны 2.66 тыс. т/1 га водоема. Геологические

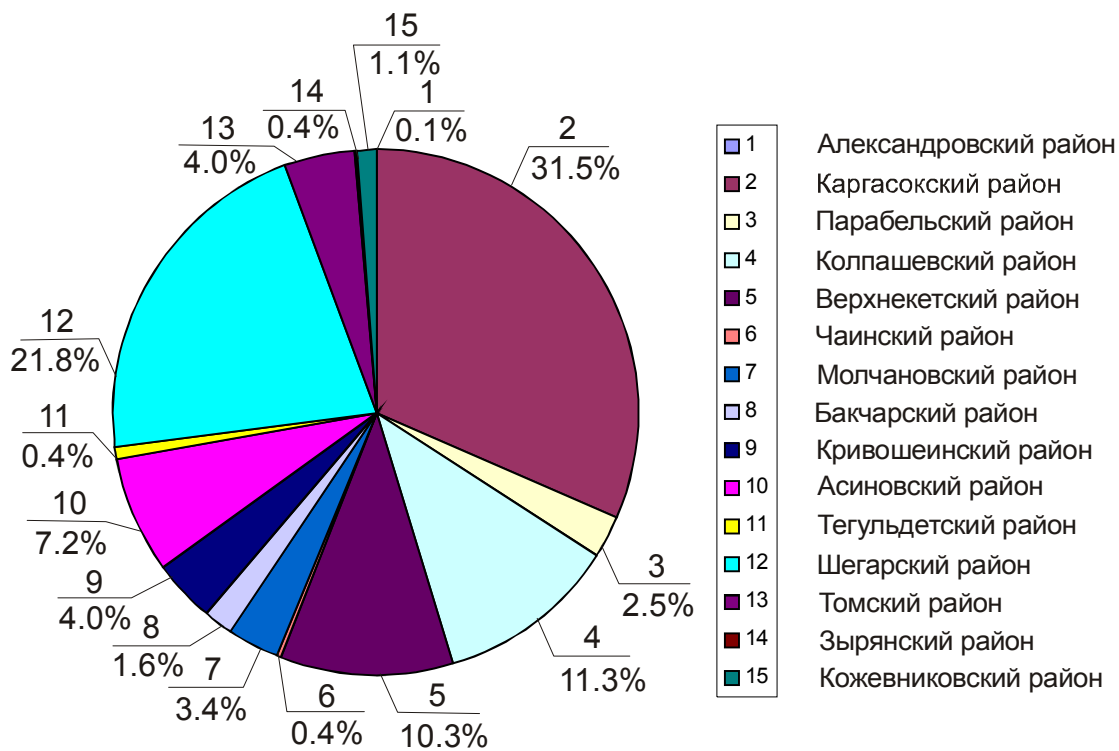


Рис. 1. Региональная структура запасов и прогнозных ресурсов сапропелей как сопутствующих полезных ископаемых.

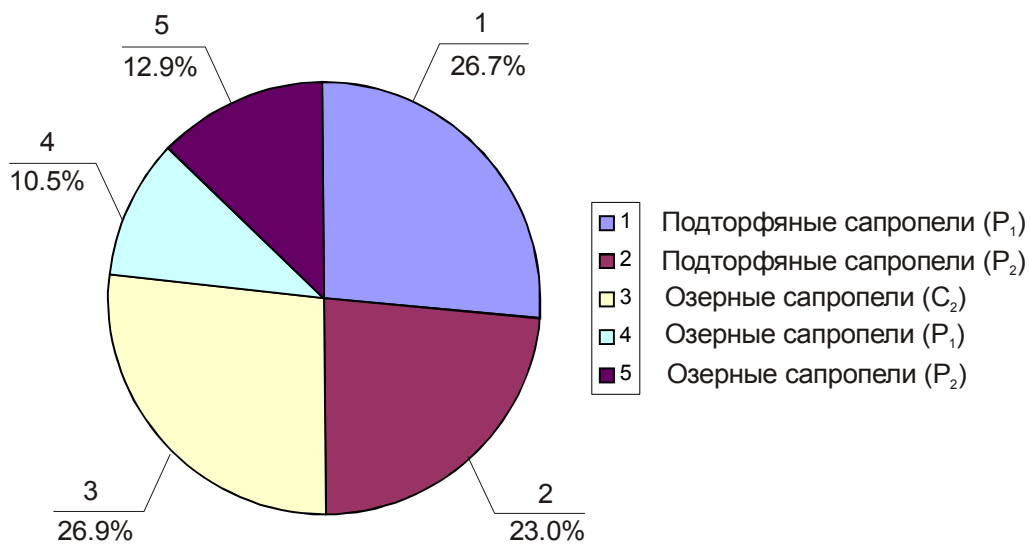


Рис. 2. Структура запасов и прогнозных ресурсов сапропелей как сопутствующих полезных ископаемых по условиям залегания и степени изученности.

ресурсы озерных сапропелей, оцененные нами исходя из удельной сапропеленосности озер, составляют 1.18 млрд т.

Таблица 3

Прогнозные ресурсы озерных сапропелей в южных районах области
(по результатам работ Томского политехнического университета)

| Административный район | Количество озер (участков) | Общая площадь озер, га | Суммарные прогнозные ресурсы по категории P ₂ , тыс. т |
|------------------------|----------------------------|------------------------|---|
| Кожевниковский | 28 | 294.35 | 1465.4 |
| Кривошеинский | 10 | 31.18 | 299.9 |
| Томский | 4 | 36.26 | 79.4 |
| Асиновский | 10 | 87.80 | 448.0 |
| Зырянский | 11 | 310.40 | 3629.0 |
| Шегарский | 6 | 85.00 | 684.6 |
| Всего | 69 | 844.99 | 6606.3 |

В Томской области сапропели используются в очень ограниченных количествах. Колхозом СПК «Луговое» получена лицензия на использование сапропелей озера Жарково (Шегарский район, 58.4 га) в сельскохозяйственных целях. В лечебных целях сапропели уже длительное время используются в Колпашевском районе ГЛСРУ «Санаторий Чажемто» (оз. Карасево, 156 га). Выданы также лицензии на разработку сапропелей еще 3-м недропользователям: АОЗТ «Сапропель» (ЮВ часть оз. Карасево Колпашевского района, 58.4 га), ОАО «Синий Утес» (оз. Кирек Томского района, участок № 2 в ЮВ части озера, 0.06 га), ООО «Сапропек» (оз. Кирек, 0.45 га).

2. Перспективным видом сырья являются высокоминерализованные сапропели (А = 85-95 %). Их геологические ресурсы составляют в области 2.8 млрд т. Использование этих образований в народном хозяйстве позволяет значительно расширить сырьевую базу сапропелей.

Наряду с обычными сапропелями в южных районах области нами были выявлены органно-минеральные отложения с зольностью 85 – 95 %, которые мы предлагаем относить к высокоминерализованным сапропелям. Такие сапропели установлены в 221 водоеме с общей площадью зеркала воды 1508.71 га. Прогнозные ресурсы высокоминерализованных сапропелей по категории P₂ составляют 15640.8 тыс. т (табл. 4). Удельные ресурсы этих сапропелей достигают 6.29 тыс. т/1 га водоема. Их геологические ресурсы в области, оцененные по статистическому способу, равны 2.8 млрд т.

По составу органических компонентов и минеральной массы высокоминерализованные сапропели практически не отличаются от обычных сапропелей. В зависимости от состава они могут использоваться в народном хозяйстве в качестве удобрений, мелиорантов и для нейтрализации кислых почв, а также для приготовления буровых промывочных жидкостей. Поэтому высокоминерализованные сапропели должны изучаться на всех стадиях

геологоразведочных работ с обязательным подсчетом запасов или оценкой прогнозных ресурсов.

Таблица 4

Прогнозные ресурсы высокоминерализованных озерных сапропелей
в южных районах области
(по результатам работ Томского политехнического университета)

| Административный район | Количество озер (участков) | Общая площадь озер, га | Суммарные прогнозные ресурсы по категории P ₂ , тыс. т |
|------------------------|----------------------------|------------------------|---|
| Кожевниковский | 22 | 155.93 | 1316.1 |
| Кривошеинский | 58 | 193.00 | 1980.7 |
| Томский | 40 | 176.05 | 1630.4 |
| Асиновский | 54 | 564.08 | 6338.7 |
| Зырянский | 31 | 304.60 | 3468.9 |
| Шегарский | 16 | 115.05 | 906.0 |
| Всего | 221 | 1508.71 | 15640.8 |

3. Исследованные озерные сапропели относятся в основном к органно-силикатному и силикатному классам. На основе изучения состава и свойств сапропелей определены возможные направления их использования в народном хозяйстве. Освоение ресурсов подторфяных и озерных сапропелей на месторождениях торфа не целесообразно.

Изученные нами сапропелевые отложения локализованы главным образом в пойменных озерах. Поэтому большинство из них по содержанию золы относится к группе высокозольных (65.22 % - 45 озер), следом идет группа повышеннозольных сапропелей (20.29 % - 14 озер), затем средnezольных (11.59 % - 8 озер) и, наконец, малоzольных (2.90 % - 2 озера).

Из минеральной составляющей сапропелей были выделены песчаная и глинистая фракции. Преобладает песчаная фракция (80.0 – 99.6 %, среднее содержание 96.3 %), а глинистая находится в подчиненном положении.

Важным компонентом сапропелей является органическое вещество. Установлено, что основную его часть в сапропелях Томской области составляет аморфный детрит, содержание которого колеблется от 15 % до 80 % на органическое вещество, достигая в отдельных случаях 90 %.

Фауна представлена моллюсками (гастроподами – *Planorbis planorbis* Linne., *Galba glabra* Mull., *Lumnaea* sp. Lam., *Valvata cristata* Mull., *Ancylus fluviatilis* Mull., *Anisus* (*Spiralina*) *vortex* Linne., *Vitrea cristallina* Fitzinger, *Radix auricula* Linne., *Succinea putris* Linne., *Conchlicopa lubrica* Risso, *Radix auricula* Linne и двустворками – *Corbicula fluminalis* Mull., *Pisidium amnicum* Pfeiffer), реже остракодами. Из растительных остатков, кроме детрита, часто присутствуют семена двух видов покрытосеменных.

Значительную часть органического вещества сапропелей составляют водоросли. В исследованных нами сапропелях широко распространены диатомовые, реже жгутиковые и зеленые водоросли. Диатомовые водоросли определены в 75.36 % сапропелевых проб. Их количество достигает 21 % на органическое вещество. Жгутиковые и зеленые водоросли большой роли в образовании органического вещества не играют. Наряду с аморфным детритом и водорослями выявлены остатки животных организмов и водной растительности, которые также принимают участие в образовании органического вещества сапропелей. Остатки животных составляют 5 – 15 % органического вещества, а водной растительности от 5 до 30 %, а в ряде случаев до 50 %.

На потребительские свойства сапропелей оказывает влияние их химический состав (макро- и микрокомпонентный). Содержание Fe_2O_3 в исследованных сапропелях колеблется от 0.45 % до 30.45 %, CaO – от 0.05 % до 27.37 %, Na – от 0.01 % до 0.79 % на сухое вещество. Содержание подавляющего большинства микрокомпонентов в сапропелях Томской области не превышает их кларковых концентраций. Только средние содержания Sc и Co несколько выше кларка.

Естественная радиоактивность сапропелей не превышает фоновых значений и колеблется от 4.6 до 11.5 мкР/ч.

Большинство изученных нами сапропелевых отложений области (92.7 %) относится к кластогенному типу, органно-силикатному и силикатному классам. В современных экономических условиях наиболее рационально использовать их в качестве удобрений, мелиорантов, раскислителя почв, кормовых добавок, лечебных грязей и для производства буровых промывочных жидкостей, то есть в тех направлениях, которые не требуют больших капитальных затрат на создание добывающих и перерабатывающих предприятий.

Перспективными для дальнейшего геологического изучения и освоения из исследованных нами месторождений сапропеля являются КОС – 1 (озеро без названия), КОС – 16 (пруд на р. Кумлова), КОС – 18 (пруд), КОС – 19 (озеро без названия), КОС – 21 (озеро без названия), КОС – 40 (озеро без названия), КОС – 44 (озеро без названия), КОС – 50 (пруд) в Кожевниковском районе, ТОС – 45 (пруд на р. Порос) в Томском, АСС – 49 (старица р. Кужербак) в Асиновском, ЗЫС – 23 (пруд), ЗЫС – 40 (оз. Марчиха) в Зырянском, ШЕС – 4 (оз. Жарково, северная часть), ШЕС – 18 (озеро без названия), ШЕС – 21 (пруд), ШЕС – 25 (озеро без названия) в Шегарском. В их числе из-за повышенных содержаний CaO можно рекомендовать для разработки месторождения ТОС – 45 (CaO – 10.92 %), ШЕС – 4 (CaO – 17.23 %), ШЕС – 18 (CaO – 27.37 %), ШЕС – 21 (CaO – 11.91 %).

Использование сапропелей как сопутствующих полезных ископаемых на месторождениях торфа возможно в тех же направлениях, что и обычных озерных сапропелей.

Однако их освоение экономически не целесообразно из-за сложных горнотехнических условий.

В настоящее время в Томской области сапропелевое сырье востребовано слабо. Это обусловлено отсутствием платежеспособного спроса на него и, главным образом, целым рядом неценовых факторов. Поэтому необходима разработка адаптированной к условиям экономики переходного типа концепции изучения, освоения и лицензирования месторождений сапропеля.

Область располагает значительными прогнозными ресурсами и запасами сапропелей. Освоение этих ресурсов возможно лишь при условии формирования устойчивого потребительского спроса, проведения геолого-экономической оценки месторождений и эффективного управления ресурсами.

4. Основными региональными факторами сапропелеобразования являются: гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевый тип озерных вод, миграция подавляющего большинства компонентов в виде незакомплексованных ионов, значительная минералообразующая способность озерных вод, повышенное количество фито-, зоо- и бактериопланктона.

Характер сапропелеобразования и микробиологических процессов в озерах определяется в основном трофическим статусом водоемов. В эвтрофных (гиперэвтрофных) озерах преобладают процессы продукции органического вещества над его деструкцией, а в дистрофных водоемах, наоборот, доминирует разложение остатков растений и животных.

Гидрогеохимические особенности сапропелевых озер. В исследованных озерах преимущественным развитием пользуются гидрокарбонатно-сульфатные воды кальциево-магниевого катионного состава. Встречаются также гидрокарбонатно-сульфатно-хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридно-сульфатные, гидрокарбонатно-сульфатные и гидрокарбонатные геохимические типы вод пестрого катионного состава: Ca – Mg, Ca – Mg – Na, Ca – Na, Ca. Минерализация вод колеблется от 72.22 до 533.15 мг/л, составляя в среднем 254.71 мг/л. Их общая жесткость варьирует от 0.4 до 6.2 мг-экв/л. Реакция вод нейтральная или слабощелочная (pH = 6.88-8.46). Режим озер чаще всего окислительный (Eh = +32 - +237 мВ). Лишь в зарастающих озерах с торфянистым видом сапропеля наблюдается восстановительная обстановка (Eh от –43 до –82 мВ). Электропроводность вод изменяется от 0.079 до 0.512 мСм/см.

Содержания основных ионов, определяющих химический тип озерных вод, составляют (мг/л): HCO_3^- - 48.8-439.2; SO_4^{2-} - 2.0-14.0; Cl - 4.26-21.3; Ca^{2+} - 8.0-92.0; Mg^{2+} - 1.22-19.52; Na^+ - 0.6-9.1; K^+ - 0.6-8.9. Концентрации остальных компонентов в водах низкие (мг/л): NO_3^- - 0.13-0.52; NO_2^- - не обнаружен; CO_3^{2-} - 3.0-12.0; PO_4^{3-} - 0.007-0.170; NH_4^+ - 0.247-1.444; $\text{Fe}_{\text{общ.}}$ - 0.09-4.35.

Обращает на себя внимание высокое содержание в водах органических веществ, в силу чего они нередко приобретают желтовато-бурый цвет. Цветность вод колеблется от 13.9 до 104.4 градусов по Pt-Co шкале. Перманганатная окисляемость изменяется от 2.00 до 18.56 мгО₂/л. Бихроматная окисляемость (ХПК) составляет 9.0-100.0 мгО₂/л. Содержание С_{орг} варьирует в пределах 3.3-37.5 мг/л.

Обогащение вод органическими соединениями обусловлено высокой биологической продуктивностью сапропелевых озер. Наряду с водной растительностью для них характерно повышенное количество фито-, зоо- и бактериопланктона.

Фитопланктон представлен в изученных озерах жгутиковыми и диатомовыми водорослями, а зоопланктон – инфузориями, дафниями и циклопами.

В водах сапропелевых озер выявлен большой комплекс микрокомпонентов. Повышенные концентрации (мкг/л) характерны для Al (60.0 – 135.0), Si (189.0 – 9720.0), Li (1.0 – 11.0), Sr (80.0 – 1150.0), I (10.0 – 23.0), Br (<10.0 – 250.0), F (23.0 – 396.0), Zn (4.0 – 40.0), Ni (<0.6 – 8.5), Ti (4.2 – 22.5), Mn (4.2 – 73.0), Cr (<0.63 – 18.67) и Ba (10.7 – 303.9). Содержания других микрокомпонентов, в том числе биологически активных (Cu, Co, Mo, V и др.) и токсичных (Hg, Pb, Sb, Cd, As и др.), низкие.

Формы миграции элементов в озерных водах. Макрокомпоненты мигрируют в озерных водах, согласно выполненным нами термодинамическим расчетам, преимущественно в виде собственных незакомплексованных ионов, доля которых для натрия составляет 99.14-99.86%, магния – 93.771-98.583%, кальция – 90.672-98.374%. Роль комплексных соединений в миграции этих макрокомпонентов весьма невелика. У натрия они представлены гидрокарбонатными (0.12-0.85%), карбонатными (0.01-0.08%) и сульфатными (0.01-0.02%) формами, магния – гидрокарбонатными (0.733-4.388%), карбонатными (0.041-2.930%), сульфатными (0.195-0.911%), фторидными (0.006-0.024%) и хлоридными (0.001-0.01%), кальция – карбонатными (0.089-6.149%), гидрокарбонатными (0.753-4.496%), сульфатными (0.209-0.978%) и хлоридными (0.01-0.03%). При этом заметное значение в миграции макрокомпонентов комплексные соединения приобретают в озерах ТОС – 3 (эвтрофное с признаками мезотрофности) и ЗЫС – 40 (эвтрофное).

Формы миграции микрокомпонентов более разнообразны. Значительную роль собственные ионы играют в миграции марганца, железа закисного и цинка, а комплексные соединения – железа окисного, меди и свинца.

Минералообразующая способность озерных вод. Миграция элементов в озерных водах лимитируется их способностью к образованию разнообразных вторичных минералов. Оценку равновесности вод с алюмосиликатными минералами проводили путем нанесения данных состава вод, контролирующих то или иное минеральное равновесие, на построенные по методике Р.М. Гаррела и Ч.Л. Крацста диаграммы полей устойчивости конкретных

минералов (рис. 3). Кроме того, по методике М.Б. Букаты рассчитывали показатели состояния системы «вода-порода» (индексы неравновесности) для широкого спектра минералов.

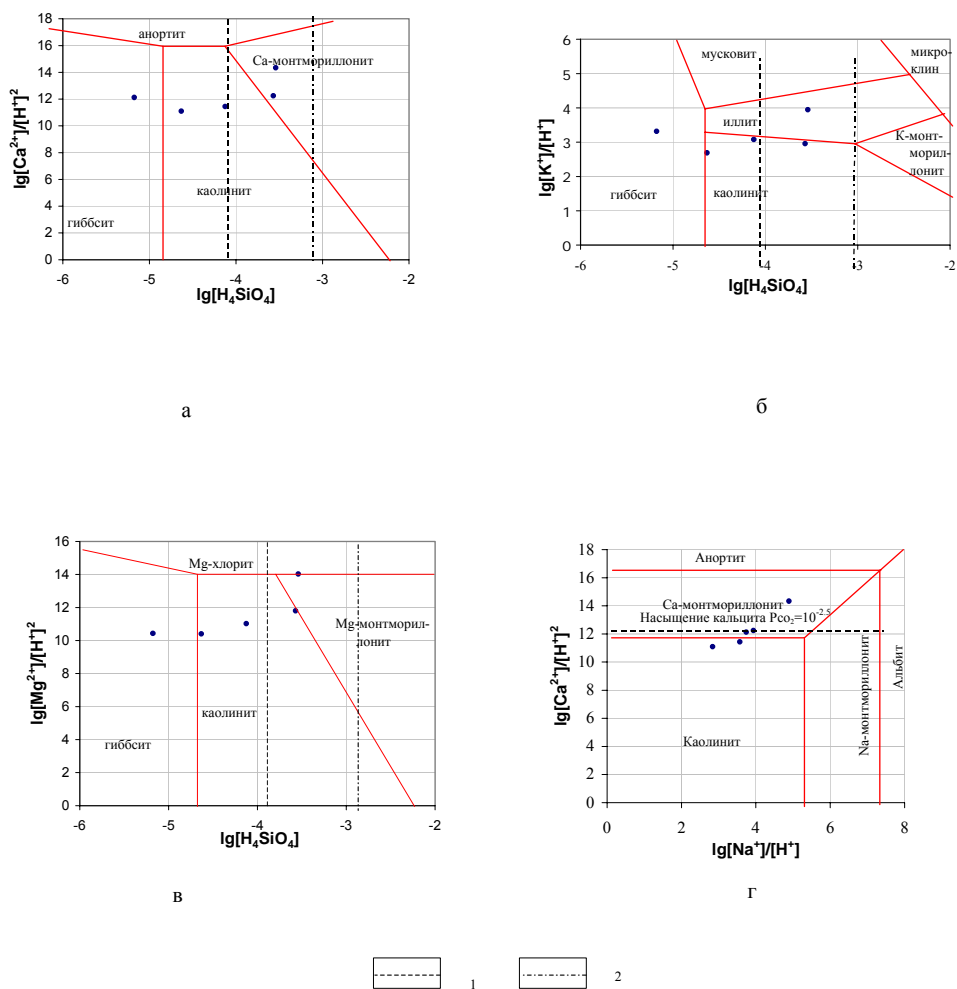


Рис. 3. Диаграммы равновесия в системе вода – алюмосиликаты при стандартных условиях с нанесением данных по составу вод: *а* – система $\text{HCl} - \text{H}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CO}_2 - \text{CaO} - \text{SiO}_2$; *б* – система $\text{HCl} - \text{H}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CO}_2 - \text{K}_2\text{O} - \text{SiO}_2$; *в* – система $\text{HCl} - \text{H}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CO}_2 - \text{MgO} - \text{SiO}_2$; *г* – система $\text{HCl} - \text{H}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CO}_2 - \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$ при $\lg[\text{H}_4\text{SiO}_4] = -3,5$. 1–2 – границы растворимости кварца (1) и аморфного кремнезема (2).

Признаком равновесности озерных вод (на диаграммах) по отношению к тому или иному минералу является положение точки состава воды в поле устойчивости этого минерала. В свою очередь, положительные значения индексов неравновесности свидетельствуют о способности системы к образованию тех или иных минералов, а отрицательные – к их разрушению. Исходя из этого, можно сделать вывод, что все изученные озерные воды недонасыщены относительно анортита, мусковита, микроклина, альбита, Mg-, K- и Na-монтмориллонита, ряда оксидов и гидроксидов, большинства карбонатов, всех сульфатов и галогенидов. В тоже время они равновесны с гиббситом, каолинитом, Са-монтмориллонитом,

иллитом, Mg-хлоритом, гетитом, иногда с кварцем, арагонитом, кальцитом, доломитом, сидеритом, стронцианитом, церусситом и малахитом. Все эти минералы способны к выпадению из озерных вод, выводя из них соответствующие элементы.

Микрофлора озерных вод. Микробиологическими исследованиями установлено, что в озерных водах доминируют гетеротрофные бактерии, включенные в геохимические циклы углерода, азота и железа. Исключением являются лишь азотфиксирующие бактерии, обнаруженные только в одной пробе воды. Их развитие обусловлено симбиотическими взаимоотношениями с корневой системой водной растительности. Поэтому роль азотфиксирующих микроорганизмов должна быть более значительной в придонных слоях воды зарастающих озер.

Менее развиты в количественном отношении автотрофные бактерии, такие как нитрифицирующие микроорганизмы и автотрофные штаммы железобактерий. Следует отметить, что последние плохо выявляются при прямом микроскопировании препаратов, полученных путем внесения исследуемых проб в питательные среды.

Доминирующими морфологическими типами микроорганизмов озерных вод являются палочковидные, реже встречаются кокки, спириллы и коринеформные бактерии. Среди микроорганизмов с характерной морфологией выявлены *Leptothrix*, *Beggiatoa*, *Spirillum*, *Mycobacterium*, *Arthrobacter*, *Thiovulum*, *Azotobacter* и *Caulobacter*.

Следует отметить, что между содержанием в водах органического вещества и численностью гетеротрофных бактерий прямой связи не наблюдается. Эти связи обычно нарушаются из-за антагонистических взаимоотношений бактерио-, фито- и зоопланктона.

Микрофлора донных отложений. Из-за различий физико-химических условий в сапропелях развиваются несколько иные микробные ценозы, нежели в озерных водах. Так, в сапропелях отсутствуют нитрифицирующие микроорганизмы и автотрофные железобактерии. Здесь выявлены сульфатовосстанавливающие бактерии и метанобразующие микроорганизмы, живущие в обедненных кислородом условиях. Наблюдается также снижение роли аллохтонных сапрофитных бактерий и увеличение количества автохтонных микроорганизмов в иловых отложениях по сравнению с водами озер.

Кроме того, донные отложения имеют большую степень бактериальной обсемененности, чем озерные воды. Общее количество клеток бактерий в 1 г сырого ила составляет 6.3 – 9.5 млн, в то время как в озерных водах лишь 0.04 – 2.6 млн в 1 мл воды.

Результаты наших экспериментальных исследований по вторичному микробиологическому илообразованию, выполненные по методике Б.В. Перфильева, свидетельствуют о том, что отложение в озерах гидроксидов железа в значительной степени обусловлено микробиологическими процессами. Другие типы озерных осадков также

формируются, по-видимому, при участии микроорганизмов, имеющих различную геохимическую специализацию.

Трофический статус сапропелевых озер. Содержание растворенного органического вещества и азота общего, отношение (Na+K) к (Ca+Mg) и индекс олиготрофности (отношение численности олиготрофных бактерий к количеству микроорганизмов, растущих на мясо-пептонном агаре) свидетельствуют о принадлежности исследованных озер к эвтрофному типу (табл. 5). Правда, четыре озера по некоторым параметрам имеют признаки олиго- и мезотрофности.

Таблица 5

Трофический статус озер

| № № п. п. | Шифр озера | С _{орг.} , мг/л | N _{общ.} , мг/л | Олиготрофные/ гетеротрофные бактерии, тыс. кл./мл | Индекс олиготрофнос- ти | Na+K Ca+Mg | Трофический статус озер | | |
|--|---------------|-----------------------------|-----------------------------|--|-------------------------------|---------------|-------------------------|------------------|-----------|
| | | | | | | | олиго- трофные | мезо- трофные | эвтрофные |
| 1 | АСС-14 | 18.3 | 0.998 | 210/510 | 0.4 | 0.18 | | | + |
| 2 | АСС-15 | 8.8 | 0.765 | 67/370 | 0.2 | 0.17 | | | + |
| 3 | АСС-26 | 4.1 | 0.426 | 1730/865 | 2.0 | 0.18 | + | + | + |
| 4 | АСС-48 | 10.1 | 1.435 | 42/124 | 0.3 | 0.20 | | | + |
| 5 | АСС-65 | 6.0 | 1.062 | 378/1005 | 0.4 | 0.29 | | | + |
| 6 | ТОС-1 | 3.3 | 0.377 | --- | --- | 0.45 | + | | + |
| 7 | ТОС-3 | 14.2 | 1.679 | 13.2/27 | 0.5 | 0.36 | | + | + |
| 8 | ТОС-9 | 12.7 | 1.784 | --- | --- | 0.22 | | | + |
| 9 | КОС-1 | 4.5 | 0.775 | 336/112 | 3.0 | 0.14 | + | + | + |
| 10 | КОС-16 | 10.8 | 1.064 | --- | --- | 0.19 | | | + |
| 11 | КОС-26 | 15.0 | 1.462 | --- | --- | 0.16 | | | + |
| 12 | ЗЫС-13 | 7.5 | 0.730 | 133.5/173.2 | 0.8 | 0.07 | | + | + |
| 13 | ЗЫС-25 | 27.3 | 0.681 | --- | --- | 0.30 | | | + |
| 14 | ЗЫС-40 | 37.5 | 1.297 | --- | --- | 0.11 | | | + |
| 15 | КРС-36 | 16.5 | 1.454 | --- | --- | 0.18 | | | + |
| 16 | КРС-42 | 16.1 | 1.650 | --- | --- | 0.33 | | | + |
| 17 | КРС-23 | 8.2 | 0.621 | 360/1320 | 0.3 | 0.09 | | | + |
| 18 | ШЕС-3 | 8.4 | 1.059 | 17.6/1320 | 0.01 | 0.15 | | | + |
| 19 | ШЕС-18 | 11.2 | 0.906 | --- | --- | 0.09 | | | + |
| 20 | ШЕС-19 | 16.1 | 1.586 | --- | --- | 0.16 | | | + |
| Показатели трофического статуса озер | | | | | | | | | |
| С _{орг.} , мг/л (Л.А. Калинина, Э.А. Румянцева, 1980) | | | | | | | 1.7-6.0 | | 6.0-13.0 |
| N _{общ.} , мг/л (С. Forsberg, S.O. Ryding, 1980) | | | | | | | <0.4 | 0.4-0.6 | 0.6-1.5 |
| Индекс олиготрофности (Т.В. Аристовская, 1965) | | | | | | | >1.0 | 1.0-0.5 | <0.5 |
| (Na+K):(Ca+Mg) (А.А. Zafar, 1959) | | | | | | | >2.0 | 2.0-1.2 | <1.2 |

Показателем трофического статуса озер является также уровень их гумификации, обусловленный степенью насыщенности воды гуминовыми соединениями, определяющими ее цветность. По ее величине изученные озера относятся в основном к мезо- и олигогумозным, реже к ультра- и полигумозным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Территория Томской области характеризуется благоприятными условиями для формирования сапропелей. Она имеет высокую степень заболоченности (до 40 %), заторфованности (24.4 %) и заозеренности (112.9 тыс. озер с суммарной площадью зеркала

воды 4451 км²). Значительное количество озер приурочено к поймам рек и крупным торфяно-болотным массивам водораздельного типа, что накладывает определенные особенности на процесс отложения сапропелей. Образованию сапропелей способствует высокая биологическая продуктивность озер, обусловленная природно-климатическими условиями региона.

Оценка сапропелей осуществлялась в основном попутно при проведении геологоразведочных работ на торф. Сапропели как сопутствующие полезные ископаемые, локализованные под залежами торфа и в озерах, выявлены на 52 торфяных месторождениях и их участках. Их суммарные запасы и прогнозные ресурсы составляют 70616 тыс. т и 15308 тыс. м³.

Предшествующими специализированными геологоразведочными и научно-исследовательскими работами, проводившимися в небольших объемах в период с 1974 по 1993 г., выявлено 20 месторождений озерных сапропелей с суммарными запасами и прогнозными ресурсами 13149.3 тыс. м³. В качестве перспективных для освоения были рекомендованы сапропели озер Кирек, Пиявочное, Яково, Семиозерки 1 (Томский район), Чертаны (Первомайский район), Карасевое, Темное, Круглое и Светлое 1 (Колпашевский район).

В процессе выполнения диссертационной работы в южных районах Томской области нами были обследованы 304 озера и старых пруда. В 69 водоемах выявлены отложения сапропелей с зольностью до 85 %. Их суммарные прогнозные ресурсы по категории P₂ составили 6606.3 тыс. т, а удельные – 2.66 тыс. т/1 га водоема. Геологические ресурсы озерных сапропелей в области, оцененные по статистическому способу, равны 1.18 млрд т.

Кроме того, в 221 водоеме автором установлены выскоминерализованные сапропели с зольностью 85-95 %. Их суммарные прогнозные ресурсы по категории P₂ составили 15640.8 тыс. т, а удельные – 6.29 тыс. т/1 га водоема. Геологические ресурсы таких сапропелей оценены в количестве 2.8 млрд т.

Основная масса сапропелей исследованных озер, согласно ныне действующей классификации, относится к кластогенному типу, органо-силикатному и силикатному классам. Так как опробыванию были подвергнуты в основном пойменные озера, то большая часть сапропелей принадлежит к группе высокозольных. Основу минеральной части сапропелей составляет песчаная фракция. Содержание глинистой фракции колеблется от 2 до 10 %. Органическая масса сапропелей представлена аморфным детритом (15 – 90 %), диатомовыми, жгутиковыми и зелеными водорослями (1 – 21 %), остатками животных (5 – 15 %) и водной растительности (5 – 50 %).

Содержание оксидов, являющееся одним из видовых признаков сапропеля, составляет (%): Fe₂O₃ – 0.45-30.45; CaO – 0.05-27.37. Концентрация микрокомпонентов обычно не

АСС – 49 в Асиновском; ЗЫС – 23, ЗЫС – 40 в Зырянском, ШЕС – 4, ШЕС – 18, ШЕС – 21, ШЕС – 25 в Шегарском.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Бернатонис В.К., Буркатовский Б.А., Кудашев И.Г. Изменчивость основных оценочных параметров на месторождениях торфа // Региональная геология. Геология месторождений полезных ископаемых: Материалы Международной научно-технической конференции «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науке и производству». – Томск: Изд-во ТПУ, 2001. – С. 181-188.

2. Кудашев И.Г., Надеина И.А. Болотные фосфаты и карбонаты Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: Труды Пятого Международного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: STT, 2001. – С. 254-255.

3. Бернатонис В.К., Архипов В.С., Кудашев И.Г., Надеина И.А., Королевич Т.М., Тихомирова Н.О. Концептуальные подходы к освоению озерно-болотных минеральных ресурсов Томской области // Роль минерально-сырьевой базы Сибири в устойчивом функционировании плодородия почв: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск, 2001. – С. 78-81.

4. Бернатонис В.К., Кудашев И.Г. Совершенствование методики оконтуривания и подсчета запасов месторождений торфа // Известия Томского политехнического университета. – 2001. – Т. 304. – Вып. 1. – С. 148-154.

5. Кудашев И.Г. Сапропелевые ресурсы Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: Труды Пятого Международного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: STT, 2001. – С. 253-254.

6. Кудашев И.Г. Озерные сапропели южных районов Томской области // Проблемы геологии и освоения недр: Труды Шестого Международного научного симпозиума им. академика М.А. Усова студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск: Изд-во НТЛ, 2002. – С. 217-218.

7. Бернатонис В.К., Трифонова Н.А., Кудашев И.Г., Бернатонис П.В. Микрофлора сапропелевых озер Томской области // Известия Томского политехнического университета. Геология, поиски и разведка полезных ископаемых Сибири. – 2002. – Т. 305. – Вып. 6. – С. 337-347.

8. Бернатонис В.К., Кудашев И.Г., Копылова Ю.Г., Рябчикова Э.Д., Трифонова Н.А., Бернатонис П.В., Архипов В.С., Маслов С.Г., Меркулов В.Г. Гидрогеохимические особенности сапропелевых озер Томской области // Обской вестник. – 2003 (в печати).

9. Бернатонис В.К., Архипов В.С., Маслов С.Г., Кудашев И.Г., Яковлев В.Г., Антропова Н.А., Трифонова Н.А., Рябчикова Э.Д., Бернатонис П.В. Сапропелевые ресурсы Томской области и перспективы их использования // Высокие технологии добычи, глубокой переработки и использования болотно-озерных отложений: Тезисы докладов Международной научно-практической конференции. – Томск: Сибирский НИИ торфа СО РАН, 2003. – С. 15-16.

10. Бернатонис В.К., Кудашев И.Г., Архипов В.С., Маслов С.Г., Бернатонис П.В. Озерные сапропели Томской области // Вестник Томского государственного университета. Серия «Науки о Земле» (геология, география, метеорология, геодезия). Приложение № 3. – 2003. – С. 210-213.

11. Бернатонис В.К., Кудашев И.Г., Бернатонис П.В., Архипов В.С. Сапропели как сопутствующие полезные ископаемые на торфяных месторождениях Томской области // Вестник Томского государственного университета. Серия «Науки о Земле» (геология, география, метеорология, геодезия). Приложение № 3. – 2003. – С. 213-215.