

## — ГИДРОЛОГИЯ —

УДК 504.455:502

DOI 10.25587/SVFU.2022.26.2.005

*И.И. Жирков, Т.П. Трофимова*

СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

**САПРОПЕЛЕВЫЕ РЕСУРСЫ ОЗЕРА КУБАЛАХ Г. ЯКУТСКА**

*Аннотация.* В статье рассматриваются результаты геологического изучения (поиска и оценки) месторождения сапропеля на участке недр «Озеро Кубалах» (38 км автодороги «Виллой»). Выявление запасов сапропелевых отложений озера включает комплекс различных исследований, таких как геолого-гидрогеологические описание объекта исследования, зондировочное бурение, опробовательские, топографо-геодезические и лабораторные работы.

Зондировочное ручное бурение проводилось со льда с целью уточнения границ месторождения, получения данных о свойствах, условиях залегания, мощностях отложений. Зондировочная сеть озера состояла из пяти поперечников при площади озера 34,89 га, расположенных параллельно через 180 метров. По поперечникам заложен пикетаж через 40 метров. На каждом пикете производилось зондирование залежи с одновременным определением мощности сапропеля, глубины воды и характера минерального дна.

В результате исследования выявлено, что в участке недр развиты зоогеново-водорослевый, смешанно-водорослевый и диатомовый виды сапропелей. Мощность отложений изменяется от 0,3 до 2,60 м, составляя в среднем 1,66 м. Основная залежь сапропели сосредоточена в северном конце озера. Агрохимические показатели сапропелевых отложений: зольность – 38,8, влажность – 80,52, органическое вещество – 30,85 %; азот общий – 0,89, оксид калия – 0,17, оксид кальция – 4,32, оксид фосфора – 0,16 % на АВС. Концентрация 9 микроэлементов-металлов, в том числе кадмия, мышьяка, ртути, свинца установлена в пределах допустимых концентраций. Исследования на  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{137}\text{Cs}$  показали радиологическую безопасность сапропелевых отложений озера. Бактериологические исследования сапропелей показали отсутствие возбудителей сальмонеллеза, сибирской язвы, анаэробной и синегнойной микрофлоры, патогенного протей, кишечной палочки.

Подсчитанные геологические запасы сапропелей составили 525,8 тыс. м<sup>3</sup>, балансовые запасы сапропелевых отложений по категории C<sub>1</sub> – 301,2 тыс. м<sup>3</sup>.

*Ключевые слова:* озеро, сапропелевые отложения, зондировочные скважины, подсчёт запасов, физико-химический и биохимический состав, балансовый и геологический запасы.

---

*ЖИРКОВ Иннокентий Иннокентьевич* – к.г.н., доцент, научный руководитель ЛОЗ Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова. E-mail: yktlimno@mail.ru

*ZHIRKOV Innokenti Innokentyevich* – Candidate of Geographical Science, Associate Professor, Scientific Director, Laboratory of Limnology, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University. E-mail: yktlimno@mail.ru

*ТРОФИМОВА Тамара Петровна* – зав. ЛОЗ Института естественных наук СВФУ им. М.К. Аммосова. E-mail: tamara-tro67@mail.ru

*TROFIMOVA Tamara Petrovna* – Head of the Laboratory of Limnology, Institute of Natural Sciences, M.K. Ammosov North-Eastern Federal University. E-mail: tamara-tro67@mail.ru

I.I. Zhirkov, T.P. Trofimova

M.K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

## SAPROPEL RESOURCES OF LAKE KUBALAKH, YAKUTSK

**Abstract.** The article discusses the results of a geological study (search and evaluation) of sapropel deposit in the subsurface area “Lake Kubalakh” (38 km of the Vilyui motorway). The identification of sapropel deposits of the lake includes a complex of various studies, such as geological and hydrogeological description of the object of study, sounding drilling, testing, topographic and geodetic and laboratory work.

Probing manual drilling was carried out from the ice in order to clarify the boundaries of the deposit, to obtain data on the properties, conditions of occurrence, and capacities of deposits. The sounding network of the lake consisted of five cross-sections with a lake area of 34.89 hectares, located in parallel through 180 meters. A picket line is laid across 40 meters. At each picket, the deposits were probed with simultaneous determination of sapropel power, water depth and the nature of the mineral bottom.

The results of the study revealed that zoogenic-algal, mixed-algal and diatom sapropel species are developed in the subsurface area. The thickness of the deposits varies from 0.3 to 2.60 m, averaging 1.66 m. The main sapropel deposit is concentrated at the northern end of the lake. Agrochemical indicators of sapropel deposits: ash content – 38.8, humidity – 80.52, organic matter – 30.85 %; total nitrogen – 0.89, potassium oxide – 0.17, calcium oxide – 4.32, phosphorus oxide – 0.16 % on ABC. The concentration of 9 trace elements-metals, including cadmium, arsenic, mercury, lead is set within the permissible concentrations. Studies on  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  and  $^{137}\text{Cs}$  have shown the radiological safety of sapropel deposits of the lake. Bacteriological studies of sapropels have shown the absence of pathogens of salmonellosis, anthrax, anaerobic and pseudomonas microflora, pathogenic proteus, E. coli.

The estimated geological reserves of sapropels amounted to 525.8 thousand  $\text{m}^3$ , the balance reserves of sapropel deposits in category  $C_1$  – 301.2 thousand  $\text{m}^3$ .

**Keywords:** lake, sapropel deposits, sounding wells, reserves calculation, physico-chemical and biochemical composition, balance and geological reserves.

### Введение

Исследуемый участок недр расположен на территории городского округа «Город Якутск» Республики Саха (Якутия) в 37,2 км к западу от г. Якутска, в 1,2 к ЮЗ от 38 км Вилуйского тракта. В гидрологическом отношении озеро относится бассейну речки Куранах, правого притока р. Кенгкеме, Лено-Кенгкеминского водораздела. Площадь объекта исследования составляет 34,89 га. Географические координаты участка работ даны в табл. 1.

Таблица 1 – Географические координаты участка работ

| № №<br>точек | Северная широта |        |         | Восточная долгота |        |         |
|--------------|-----------------|--------|---------|-------------------|--------|---------|
|              | градусы         | минуты | секунды | градусы           | минуты | секунды |
| 1            | 62              | 03     | 27      | 129               | 06     | 34      |
| 2            | 62              | 03     | 20      | 129               | 06     | 55      |
| 3            | 62              | 02     | 59      | 129               | 07     | 00      |
| 4            | 62              | 02     | 51      | 129               | 06     | 34      |
| 5            | 62              | 03     | 11      | 129               | 06     | 28      |

**Морфометрические показатели исследованного озера:** длина – 1,338 км, ширина (максимальная) – 0,443 км, средняя глубина воды – 1,07 м, максимальная глубина – 1,7 м, объем воды – 254,9 тыс.  $\text{м}^3$ .

Основная цель поисково-оценочных работ по категории  $C_1$  – подсчёт геологических и балансовых запасов и оценка качества выявленных сапропелевых отложений озера Кубалах. Для оценки сапропелевой залежи было пробурено 30 зондировочных скважин ручного бурения по озеру (рис. 1).

Для решения предусмотренных задач на участке недр выполнен комплекс гидрографических, топографо-геодезических работ, зондировочного бурения, лабораторных и камеральных работ (табл. 2).



**Рис. 1.** Заложение поперечников и точек (скважин) для зондировки сапропелевых отложений.

Таблица 2 – Сводный перечень выполненных работ

| №   | Виды, методы, способы, условия производства   | Единица измерения | Фактический объем |
|-----|-----------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| 1   | 2                                             | 3                 | 4                 |
| 1.  | Проектирование                                | проект            | 1                 |
| 2.  | Гидрографическое обследование территории      | км                | 4,3               |
| 3.  | Привязка точек зондирования                   | точка             | 30                |
| 4.  | Мензольная съёмка                             | км <sup>2</sup>   | 0,35              |
| 5.  | Ручное бурение ледяного покрова льда          | точка             | 30                |
| 6.  | Зондировочное ручное бурение донных отложений | точка             | 30                |
| 7.  | Опробование сапропелевых отложений            | проба             | 18                |
| 8.  | Опробование воды                              | проба             | 2                 |
| 9.  | Морфологическое описание донных проб          | проба             | 6                 |
| 10. | Агрохимический анализ сапропелевых отложений  | проба             | 3                 |

Продолжение таблицы 2

| 1   | 2                                                                                                                      | 3     | 4 |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|
| 11. | Атомно-абсорбционный спектральный анализ (ААС) сапропелевых отложений на металлы                                       | проба | 3 |
| 12. | Анализ на радиационную безопасность                                                                                    | проба | 3 |
| 12. | Микроскопическое описание сапропелевых отложений на водоросли                                                          | проба | 3 |
| 13. | Микробиологическое тестирование сапропелевых отложений на наличие патогенных бактерий, микробов, личинок, яиц, куколок | проба | 8 |
| 14. | Физико-химический анализ воды                                                                                          | проба | 2 |
| 15. | Камеральные работы                                                                                                     | отчёт | 1 |
| 16. | Составление геологического отчёта                                                                                      | отчёт | 1 |

### Материалы и методы исследования

Материалами исследования являются пробы отложений и пробы водной массы для разных целей определения, отображенных в табл. 2.

Лабораторные работы по оценке качества сапропелевых ресурсов проводились в Испытательной лаборатории ГБУ РС (Я) «Служба земледелия РС (Я)». Санитарно-микробиологические характеристики анализировались в ГБУ РС (Я) «Якутская республиканская ветеринарно-испытательная лаборатория». Анализы физико-химических показателей воды проводились в Аккредитованном испытательском лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РС (Я)» и Лаборатории озерадения ИЕН СВФУ (аналитик Т.П. Трофимова).

Агрохимические, полуколичественные спектральные анализы донных осадков проводятся по гостированным методикам [1-9]. Анализы радиационной безопасности сапропелевых отложений проведены в соответствии с требованиями ГОСТов [10-12].

Состав озерной воды изучается химико-аналитическими и спектроскопическими методами согласно гостированным методикам [13-14].

Спектроскопические анализы проводятся с помощью «Лаборатории контроля воды» на основе спектрометра «Lambda-20» (Perkin-Elmer), атомно-абсорбционного спектрометр «Квант Z. ЭТА». Используются также анализатор жидкости «Флюорат-02М», система капиллярного электрофореза «Капель-105М» и жидкостной хроматограф «Люмахром». При определении радиационной безопасности сапропелевых отложений используется спектрометрический комплекс УСК «Гамма плюс».

### Результаты исследования

*Строение, состав и качество сапропелевых залежей озера Кубалах.* Поскольку озеро расположено в относительно широкой долине таежной речки в пределах междуречья Лены и Кенгеме, достаточно разветвлённой и неглубоко врезанной, в водном режиме этой озерно-долинной системы много общего с типичными «травянистыми речками» («от-юряхами»), которые, как известно, изобилуют небольшими озерами, характеризуются преимущественно сезонным стоком, отсутствием глубоко врезанных русел водотоков. Все влекомые частицы из приточных и проточных вод аккумулируются в озерах плесового типа и способствуют формированию озерных осадков, обогащенных растительными остатками, в том числе детритом.

В зимний сезон такие озера весьма интенсивно обедняются кислородом, разложение органики, особенно растительных остатков, в том числе детрита, идет по бескислородному варианту, с преобладанием сероводородной составляющей гниения.

Наличие оливковых озерных отложений, возможно, близких по долгодействию к оливковым сапропелям, свидетельствует о явном богатстве озера зоогеновыми и фитопланктонными

организмами, накапливающимися достаточно интенсивно за летние благоприятные сезоны их массового продуцирования.

Изученный разрез донных отложений озера Кубалах сложен преимущественно водорослевыми сапропелями с незначительной примесью терригенного материала (песка и глины) в отдельных прослойках. Анализ рассмотренного разреза позволяет выделить в нем три главные части. В нижнем слое (до 1,0 см) нижней части встречаются разнотерристые кварцевые пески с прослоями лигнитов, что указывает на до озерную историю котловины. По остальной высоте разреза встречаются окрашенные (преимущественно оливковые), тонко – до микрослоистых, сапропелевые отложения.

Озерное месторождение сапропеля имеет единую нулевую границу сапропелевых отложений и состоит из одного технологического участка в границе промышленной глубины сапропелевой залежи. Залежь на озерном месторождении составляет сапропели 2-х классов – органический и кремнистый, причем объем кремнистого класса достигает 72 % от общего объема сапропеля, таким образом, по сложности строения относится ко второй категории сложности.

Общий (геологический) объем сапропелевой залежи – 525,8 тыс. м<sup>3</sup>. Общие запасы в пересчете на 60 % условную влагу – 275,0 тыс. тонн. Балансовый объем сапропелевой залежи – 301,2 тыс. м<sup>3</sup>, запасы в пересчете на 60 % условную влагу – 157,5 тыс. тонн. Средняя мощность сапропелевых отложений составляет 1,66 м, максимальная – 2,6 м.

Средние качественные показатели балансовых запасов сапропеля: зольность – 38,8 %, влага – 80,52 %, органическое вещество – 30,85 %, оксид кальция – 4,32 %, азот общий – 0,89 %, обменная кислотность – 8,03 ед. рН (солевой). Количественные показатели сапропелевых залежей отображены в табл. 3.

Таблица 3 – Качественная характеристика запасов сапропеля

| Показатели/свойства                                      | Наименование запасов и видов сапропеля                         |          |         |                                          |          |         |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------|---------|------------------------------------------|----------|---------|
|                                                          | Общие (геологические) запасы в границе месторождения сапропеля |          |         | Балансовые запасы в промышленной глубине |          |         |
| Площадь, га                                              | 34,9                                                           |          |         | 34,9                                     |          |         |
| Средняя глубина, м                                       | 1,43                                                           |          |         | 1,43                                     |          |         |
| Объём тыс. м <sup>3</sup> запас при 60 % условной влажн. | 538,0<br>283,25                                                |          |         | 538,0<br>283,25                          |          |         |
|                                                          | Миним.                                                         | Средняя  | Максим. | Миним.                                   | Средняя  | Максим. |
| Зольность на АСВ, %                                      | 18,9                                                           | 38,8     | 77,9    | 18,9                                     | 38,8     | 77,9    |
| Влага, %                                                 | 64,5                                                           | 80,52    | 85,6    | 64,5                                     | 80,52    | 85,6    |
| Органическое вещество, %                                 | 11,1                                                           | 30,85    | 40,6    | 11,1                                     | 30,85    | 40,6    |
| Отношение C:N                                            | 19,9                                                           | 38,65    | 57,9    | 19,9                                     | 38,65    | 57,9    |
| Обменная кислотность, ед. рН                             | 7,6                                                            | 8,03     | 8,4     | 7,6                                      | 8,03     | 8,4     |
| Азот общий, % на АСВ                                     | 0,5                                                            | 0,89     | 1,8     | 0,5                                      | 0,89     | 1,8     |
| Оксид кальция, % на АСВ                                  | 2,33                                                           | 4,32     | 7,69    | 2,33                                     | 4,32     | 7,69    |
| Оксид калия, % на АСВ                                    | 0,05                                                           | 0,17     | 0,41    | 0,05                                     | 0,17     | 0,41    |
| Оксид фосфора, % на АСВ                                  | 0,08                                                           | 0,16     | 0,22    | 0,08                                     | 0,16     | 0,22    |
| <i>Тяжелые металлы:</i>                                  |                                                                |          |         |                                          |          |         |
| Кобальт, мг/кг                                           | <0,4                                                           | <0,4     | <0,4    | <0,4                                     | <0,4     | <0,4    |
| Никель, мг/кг                                            | <0,2                                                           | 1,72±0,8 | 4,7±1,4 | <0,2                                     | 1,72±0,8 | 4,7±1,4 |
| Ртуть, мг/кг                                             | <0,1                                                           | <0,1     | <0,1    | <0,1                                     | <0,1     | <0,1    |
| Хром общий, мг/кг                                        | <0,5                                                           | <0,5     | <0,5    | <0,5                                     | <0,5     | <0,5    |

Продолжение таблицы 3

|                 |         |        |        |         |        |        |
|-----------------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| Медь, мг/кг     | 0,1919  | 0,2303 | 0,2718 | 0,1919  | 0,2303 | 0,2718 |
| Цинк, мг/кг     | 6,259   | 11,138 | 18,586 | 6,259   | 11,138 | 18,586 |
| Кадмий, мг/кг   | 0,044   | 0,166  | 0,695  | 0,044   | 0,166  | 0,695  |
| Свинец, мг/кг   | 0,32,12 | 0,6719 | 1,1874 | 0,32,12 | 0,6719 | 1,1874 |
| Марганец, мг/кг | 34,75   | 89,345 | 158,2  | 34,75   | 89,345 | 158,2  |

Наибольшие запасы сапропеля приходятся на кремнистый класс сапропеля (до 72 % от общих запасов), который выявлен повсеместно по всей акватории озера. Представлен данный класс сапропеля диатомовым видом сапропеля. Средний слой залежи (диапазон 30-50 см) представлен смешанно-водорослевым видом, верхняя часть залежи (до 30 см) – зоогеново-водорослевым видом, которые относятся к органическому классу сапропеля.

Сапропель месторождения характеризуется следующим биологическим составом: диатомовые – 60-80 %, зеленые – 20-40 %, десмидиевые – единицы, золотистые – отсутствуют, синезеленые – единицы, желто-зеленые – единицы, высшие водные растения – до 15 %, споры и пыльца растений – до 5 %, остатки животных – до 5 %.

По своим качественным показателям все балансовые запасы сапропеля на озерном месторождении сапропеля «Кубалах» можно рекомендовать к использованию в качестве органико-кремнеземистого сапропеля в качестве удобрения.

Развитие фито- и зоопланктонных организмов, а также высших водных растений, активно сорбирующих металлы и последующее их биохимическое разложение способствуют в накоплении их в донных отложениях. Концентрации металлов в сапропелях закономерно должны быть выше, чем в водных толщах. Несмотря на это концентрации микроэлементов в сапропелевых отложениях исследуемого озера незначительны и находятся в комфортных величинах для освоения биотой. Анализ содержания и распределения микроэлементов в сапропелях озера Кубалах позволяет констатировать, что исследуемые сапропели обеднены микроэлементами, но богаче, чем почвы.

*Микробиологическая характеристика сапропелей озера.* По данным Якутской республиканской ветеринарно-испытательной лаборатории при микроскопическом исследовании проб сапропелевых отложений озера Кубалах створы яйца и личинки гельминтов не обнаружены.

Микробиологические анализы на возбудителей золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), анаэробных бактерий, патогенных микроорганизмов, в том числе сальмонелл, протей, на наличие синегнойной палочки, энтеропатогенной кишечной палочки показали отрицательные штампы, то есть их отсутствие в анализируемых пробах сапропелевых отложений.

Гуминовые кислоты, компоненты битумов оказывают бактерицидное действие на условно-патогенную микрофлору. В комплексе с микробами-антагонистами (плесневыми грибами рода *Penicillium*, бактериями рода *Bacillus* и *Pseudomonas*) они обуславливают антимикробный потенциал маломинерализованных пелоидов. Сапропели оказывают бактерицидный эффект в отношении бактерий группы кишечной палочки, золотистого и белого стафилококка, синегнойной палочки, протей, что и доказано лабораторными исследованиями.

Исследованные слои сапропелевых отложений озера Кубалах не содержат болезнетворной и патогенной микрофлоры и являются безопасными при приготовлении сапропелепродуктов.

*Радиационная характеристика донных отложений озера.* В сапропелевых отложениях озера Кубалах изучены радионуклиды (калий-40, радий-226, торий-232, цезий-137), которые не превышают предельно-допустимые концентрации (ПДК), содержатся в малых количествах. Исследование сапропелевых отложений озера показало естественное природное, в основном биологическое, происхождение изученных радиоактивных элементов, накопленных в донных отложениях в процессе биологической адсорбции гидробионтов, их последующим отмиранием и вовлечением в донные отложения.



## Заключение

В ходе выполнения поисково-оценочных работ получено следующее:

- донные отложения озера представлены сапропелевыми отложениями органо-кремнистого класса. В месторождении развиты зоогеново-водорослевый, смешанно-водорослевый и диатомовый виды сапропелей. Мощность отложений изменяется от 0,3 до 2,60 м, составляя в среднем 1,66 м. Основная залежь сапропеля сосредоточена в северном конце озера;
- подсчёт запасов сапропелевых залежей озера по категории  $C_1$ . Геологические запасы озера Кубалах составляют: 525,8 тыс. м<sup>3</sup>. Балансовые запасы залежи – 301,2 тыс. м<sup>3</sup>, запасы в перерасчете на 60 % условную влагу – 157 572 т.;
- вода озера Кубалах не насыщена металлами и загрязняющими органическими веществами, гидрокарбонатно-натриево-калиевого солевого состава, имеет «мягкую» жесткость и минерализацию до 230 мг/л.;
- агрохимические показатели сапропелевых отложений озера Кубалах невысокие, по сравнению с другими исследованными лабораторией сапропелевыми месторождениями Центральной Якутии;
- исследования на содержание 9 микроэлементов установило, что все тяжелые металлы в образцах используемого сапропеля присутствуют в допустимых концентрациях;
- исследования на <sup>40</sup>K, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th и <sup>137</sup>Cs показали радиологическую безопасность сапропелевых отложений озера;
- бактериологические исследования сапропелей показали отсутствие возбудителей сальмонеллеза, сибирской язвы, анаэробной и синегнойной микрофлоры, патогенного протей, кишечной палочки. Следовательно, сапропель озера можно использовать как экологически чистую добавку биологически активных веществ в рационы сельскохозяйственных животных и птицы, а также в качестве удобрений под сельскохозяйственные культуры. При применении сапропеля в животноводстве в качестве кормовых добавок, у животных повышается естественная сопротивляемость организма к заболеваниям, увеличивается продуктивность и прирост живой массы. При скармливании сапропеля скоту проявляются лечебные свойства, животные выздоравливают, тем самым снижая затраты на медикаменты;
- сапропелевые отложения по содержаниям органических остатков не очень высокого качества. По данным К.П. Иванова средняя скорость сапропеля в Центральной Якутии около 1 мм в год. Так что для накопления сапропеля мощностью 1 м необходимо (без существенных изменений лимнологических условий озера) около 1000 лет;
- в долгоживущих, богатых водной живности озёрах скорость накопления озёрных осадков может быть и выше. В озере Кубалах эта скорость могла быть даже ниже, так как озеро окружают обширные маревые ландшафты, откуда преимущественно поступали холодные и обогащенные гуминовыми кислотами воды, не способствующие интенсивному развитию водной живности;
- но, с другой стороны, в благоприятные периоды растительная и животная планктонная жизнь становилась, видимо, более продуктивной, так как в основных слоях сапропелевые отложения обладают некоторой тиксотропностью (студнеподобием);
- считаем, что некоторые участки месторождения (по площади) и некоторые слои (по вертикали) могут быть пригодными для гранулирования, хотя эти гранулированные удобрения – весьма дефицитная продукция, но само внедрение методики гранулирования – дело высокотратное. Чтобы решиться на него нужны предварительные очень серьезные экономические расчёты.

## Литература

1. ГОСТ 26712-94. Удобрения органические. Общие требования к методам анализа.

2. ГОСТ 26713-85. Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка.
3. ГОСТ 26714-85. Удобрения органические. Метод определения золы.
4. ГОСТ 26715-85. Удобрения органические. Методы определения общего азота.
5. ГОСТ 26716-85. Удобрения органические. Метод определения аммонийного азота.
6. ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Метод определения общего азота.
7. ГОСТ 26718-85. Удобрения органические. Метод определения общего калия.
8. РД 52.18.289-90. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом.
9. Руководство по санитарно-химическому исследованию почвы (нормативные документы). – М.: ЦИНАО, 1993. – 130 с.
10. МВИ № 40090.3Н700 от 22.12.2003 г. ГНЦМ «ВНИИФТРИ» Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектра с программным обеспечением «ПРОГРЕСС».
11. МУ 31-11/05 п.7 п.11. Методика выполнения измерений массовых концентраций ртути методом ИВА на анализаторах типа ТА.
12. МУ 31-18/06. Методика выполнения измерений массовых концентраций никеля и кобальта методом ИВА на анализаторах типа ТА.
13. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть 1 / под ред. Л.В. Боевой. – Ростов-на-Дону: Изд-во НОК, 2009. – 1045 с.
14. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Часть 2 / под ред. Л.В. Боевой. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. – 720 с.

## References

1. 1. GOST 26712-94. Udobreniya organicheskie. Obshchie trebovaniya k metodam analiza.
2. GOST 26713-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya vlagi i suhogo ostatka.
3. GOST 26714-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya zoly.
4. GOST 26715-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya obshchego azota.
5. GOST 26716-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya ammonijnogo azota.
6. GOST 26717-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya obshchego azota.
7. GOST 26718-85. Udobreniya organicheskie. Metod opredeleniya obshchego kaliya.
8. RD 52.18.289-90. Metodicheskie ukazaniya. Metodika vypolneniya izmerenij massovoj doli podviznyh form metallov (medi, svinca, cinka, nikelya, kadmiya, kobal'ta, hroma, marganca) v probah pochvy atomno-absorbcionnym analizom.
9. Rukovodstvo po sanitarno-himicheskomu issledovaniyu pochvy (normativnye dokumenty). – М.: CINAО, 1993. – 130 s.
10. MVI № 40090.3N700 ot 22.12.2003 g. GNCM «VNIIFTRI» Metodika izmereniya aktivnosti radionuklidov s ispol'zovaniem scintillyacionnogo gamma-spektra s programmym obespecheniem «PROGRESS».
11. MU 31-11/05 p.7 p.11. Metodika vypolneniya izmerenij massovyh koncentracij rtuti metodom IVA na analizatorah tipa TA.
12. MU 31-18/06. Metodika vypolneniya izmerenij massovyh koncentracij nikelya i kobal'ta metodom IVA na analizatorah tipa TA.
13. Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi. CHast' 1 / pod red. L.V. Boevoj. – Rostov-na-Donu: Izd-vo NOK, 2009. – 1045 s.
14. Rukovodstvo po himicheskomu analizu poverhnostnyh vod sushi. CHast' 2 / pod red. L.V. Boevoj. – Rostov-na-Donu: Izd-vo YUFU, 2012. – 720 s.