

УЛАНОВА С.С., КОНДЫШЕВ О.Ю.

**ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДОХРАНИЛИЩА ДЕЕД-ХУЛСУН
И ЕГО ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОЛЕВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2012-2014 ГГ.¹**

Аннотация: В статье приведены результаты комплексного геоэкологического мониторинга водохранилища Деед-Хулсун за трехлетний период исследований с 2012 по 2014 гг. Показана динамика качества поверхностных и грунтовых вод, рассмотрен состав и структура растительных сообществ экотонных территорий водохранилища.

Ключевые слова: геоэкологический мониторинг, поверхностные и грунтовые воды, водохранилище Деед-Хулсун, растительные сообщества, экотонные системы.

Организация специальной информационной системы наблюдения и анализа состояния природной среды – комплексного геоэкологического мониторинга водохранилищ на базе геосистемного подхода – является одной из актуальных задач современного природопользования аридного региона. К важнейшим функциям геоэкологического мониторинга относится оценка состояния и изменения окружающей природной среды. Оценка геоэкологического состояния экспериментальных объектов должна проводиться на основе количественных аналогичных или близких по значению признаков (показателей), характеризующих различные стороны исследуемых объектов, в состав которых должны входить физико-географические (ландшафтные), экологические (геоэкологические), антропогенные (техногенные), медико-демографические признаки. Они могут быть выражены как абсолютными, так и относительными величинами [1, 2]. Методологией исследования были определены количественные признаки,

¹ «Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Министерства образования и науки Республики Калмыкия в рамках научного проекта №14-45-01-004 «р_юг_a» – Региональный конкурс <Юг России>.

определяющие ландшафтные характеристики (гидрохимический состав поверхностных и грунтовых вод, относительные отметки высот мезорельефа, глубина залегания грунтовых вод; состав и структура почв; состав и продуктивность господствующих фитоценозов экотонных территорий). Экологические признаки оценки, в нашем случае, характеризуют изменение показателей проявления деградационных природно-антропогенных процессов во времени (сокращение площади водной поверхности водоемов, изменение минерализации вод, ухудшение гидрологических и гидрохимических параметров водоемов, превышение показателей ПДК веществ, снижение продуктивности фитоценозов). К третьей группе признаков нами были отнесены показатели антропогенных воздействий, таких как загрязнение природных сред, застройка животноводческими стоянками и загрязнение экотонной территории [4, 5]. Последние формируются в результате взаимодействия водной и наземной среды. Одной из главных особенностей экотонных территорий является повышенная динамическая активность, обусловленная флуктуациями факторов среды. Этим определяется их специфическая структура, режим функционирования, степень устойчивости, чувствительности, инерции, периода релаксации и другие свойства. Основными факторами, влияющими на формирование экотонов «вода-суша», являются колебания уровня водоема (флуктуации), изменение глубины залегания грунтовых вод, микро- и мезорельеф местности, степень антропогенной трансформации водоема. Экотонные системы «вода-суша» состоят из нескольких структурных блоков, различающихся периодичностью увлажнения, рельефом местности, составом видов, режима грунтовых вод и качеством воды [3]. Засушливый климат и дефицит воды на территории Калмыкии придают особое значение водоемам искусственного происхождения, в связи с этим изучение закономерностей трансформации природных комплексов и водного режима под влиянием антропогенного воздействия, является особенно актуальным.

Исследования проводились согласно созданной и апробированной ранее нами методике комплексного изучения искусственных водоемов и экотонных зон «вода-суша» для аридных территорий, сочетающей наземные исследования с геоинформационными технологиями [5]. Наземные исследования включали мониторинг поверхностных вод водоемов и изучение прилегающих к ним территорий, находящихся в зоне воздействия водохранилищ, называемых экотонными зонами «вода-суша». Полевые исследования проводились во время вегетационного периода с апреля по октябрь. На побережьях водохранилищ прокладывали топоэкологические профили перпендикулярно урезу воды, от водоема вглубь побережья до зональной растительности. Топоэкологическое инструментальное профилирование побережий включало заложение пробных площадок с подробным изучением почв, растительности, грунтовых вод и определением высотных отметок рельефа на профиле с помощью нивелира. На протяжении топоэкологического профиля закладывались скважины до уровня почвенно-грунтовых вод. Количество скважин регламентировалось рельефом и растительностью. При вскрытии почвенно-грунтовых вод отмечалась глубина, замерялась скорость подъема воды, фиксировался установившийся уровень. Дополнительно отбирались образцы вскрытых почвенно-грунтовых вод в емкость объемом 1,5 литра. Характеристика почв дана на основе морфологического описания почвенного профиля по результатам бурения. В лабораторных условиях определяли степень минерализации по сухому остатку и химический состав солей. Все описания сопровождалось отбором проб для изучения: минерализации воды в водоемах и грунтовых вод; морфологической структуры и солевого состава почв; видового состава и биологической продуктивности растительных сообществ [4]. Анализ химизма и минерализации поверхностных и грунтовых вод был выполнен в Калмыцком филиале ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии им. А.Н. Костюкова в соответствии со стандартом ГОСТ 26449.1-85: катионно-анионный состав – титриметрическим методом, определение сухого остатка – гравиметрическим, определение pH – потенциометрическим. Водная вытяжка почвенных проб была проанализирована в этой лаборатории в соответствии с ГОСТами: 26425-85; 26424-85; 26426-85; 26427-85; 26428-85; 26483-85.

Для оценки степени химического загрязнения поверхностных вод были проведены исследования проб воды по 70 химическим элементам в лаборатории ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского» методами анализа масс – спектральный с индуктивно-связанной плазмой (МС), атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой (АЭ) по методикам НСАМ №480-ХС и ГОСТ Р 51309-99. Определение экологического состояния водного объекта оценивали по показателю химического загрязнения воды (ПХЗ-10) [6].

Объект исследований – водохранилище Деед-Хулсун, расположенное в Даванском ландшафтном районе Приергенинско-Сарпинско-Даванской подобласти Прикаспийской области. Водоохранилище было создано в 1970-80 гг. в устье реки Яшкуль (площадь водосбора 1938 км²), берущей начало с возвышенности Ергени. Ранее здесь был небольшой лиман, наполнявшийся атмосферными осадками и

пересыхающий в летнее время. Однако после строительства в 1960 году Черноземельской обводнительно-оросительной системы (ЧООС) и земляной плотины водоем стал питаться не только водами реки Яшкуль, но и дренажно-сбросными водами, поступающими из ЧООС по каналу УС-3. В 2003 году минерализация водоема составляла 2,07 г/л у плотины и 7,73 г/л в его хвостовой части. Тип засоления вод – натриево-сульфатно-хлоридный [5]. Вода из водоема по распределительному каналу, выходящему из плотины, используется на лиманное орошение. На побережье водоема имеются две функционирующие животноводческие стоянки, где разводят крупный и мелкий рогатый скот, воды водоема используются для водопоя скота. Анализ данных дистанционного зондирования с 1975 по 2004 гг. показывает, что максимальное наполнение водоема наблюдалось в 1988 г., площадь его составила 17,21 км², минимальное наполнение и площадь – 6,54 км² отмечены в 1999 г. [5]. Площадь водоема по результатам космической съемки за 28 октября 2013 г. составила 13,53 км² (ИСЗ «Landsat-7», ETM+).

Мониторинг природных экосистем водохранилища проводили на двух ключевых участках в течение 2012-2014 гг. Первый ключевой участок был расположен в юго-восточной части побережья водоема, на расстоянии 500 м от плотины. Второй ключевой участок находится на северном берегу водоема, на расстоянии 5,11 км от плотины.

Анализ качества вод в течение 2012-2014 гг. показал значительную динамику минерализации поверхностных и грунтовых вод (рис. 1 – 4).

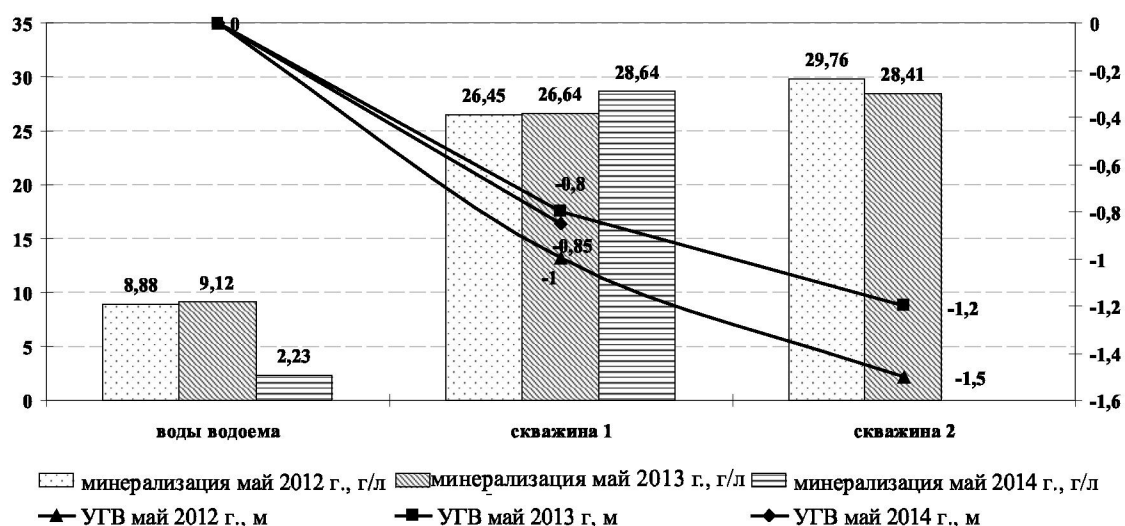


Рис.1. Изменение минерализации поверхностных и грунтовых вод в приплотинной части водохранилища Деед-Хулсун по результатам весенних полевых исследований 2012-2014 гг.

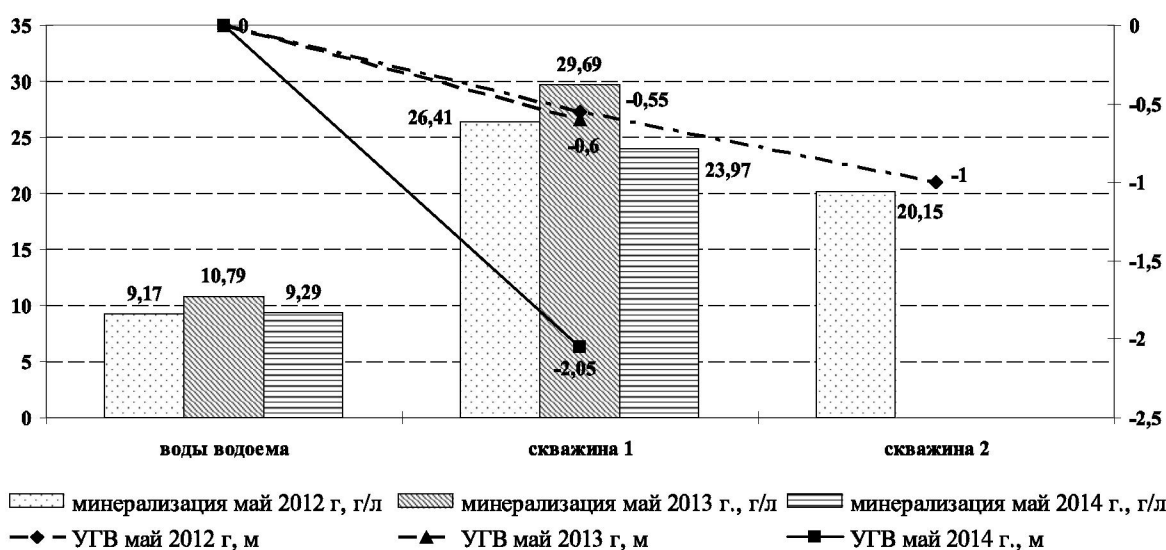


Рис.2. Изменение минерализации поверхностных и грунтовых вод в зоне выклинивания подпора водохранилища Деед-Хулсун по результатам весенних полевых исследований 2012-2014 гг.

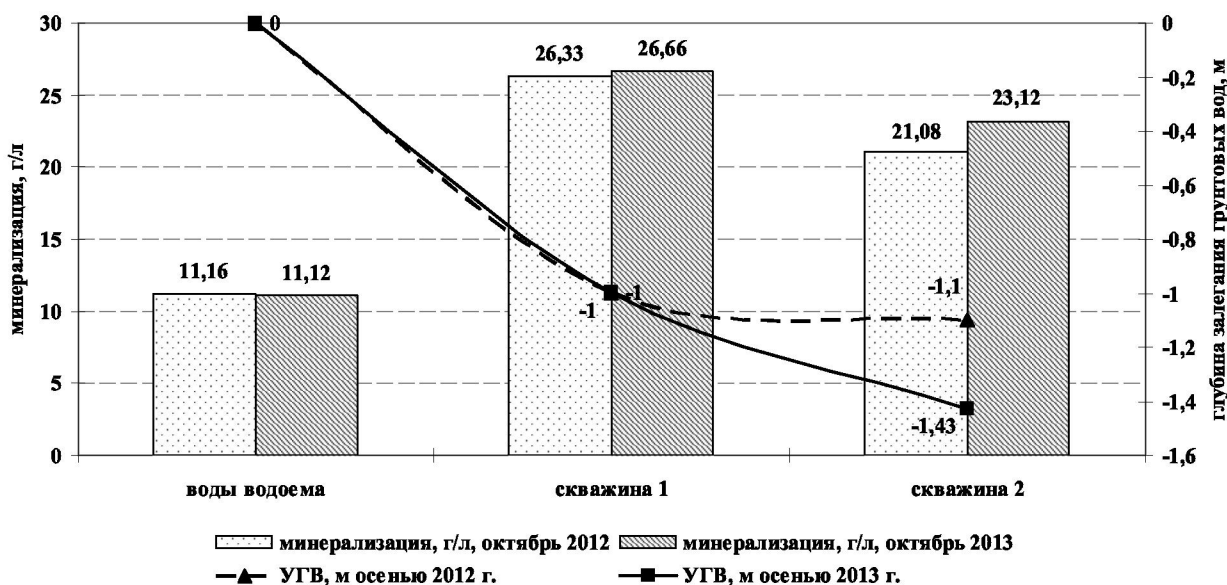


Рис. 3. Изменение минерализации поверхностных и грунтовых вод в зоне выклинивания подпора водохранилища Деед-Хулсун по результатам осенних полевых исследований 2012-2013 гг.

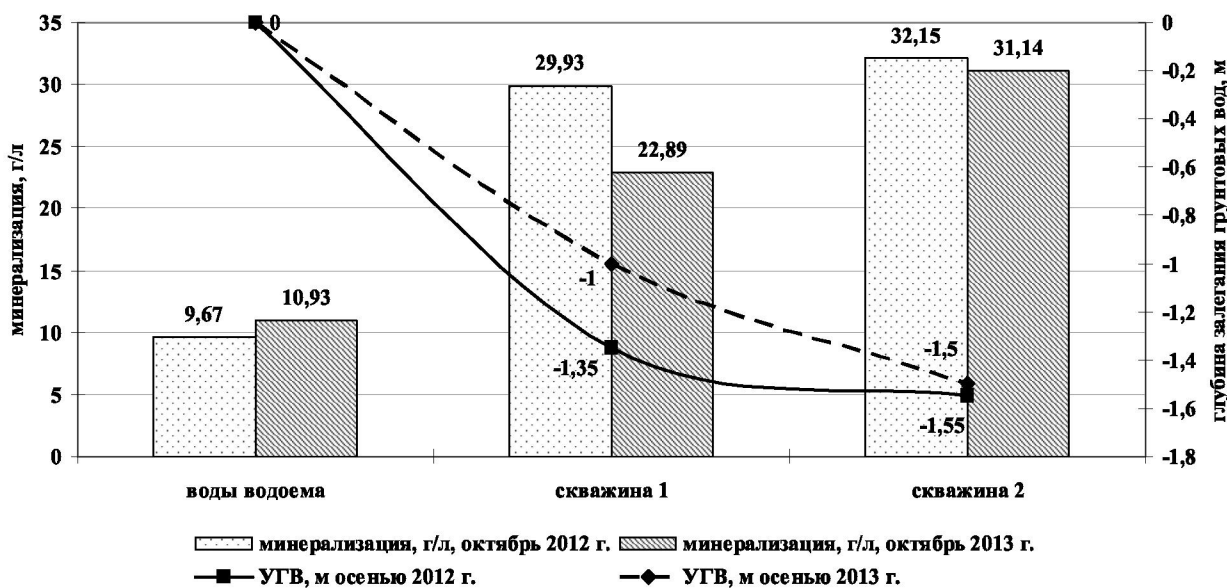


Рис. 4. Изменение минерализации поверхностных и грунтовых вод в приплотинной части водоема Деед-Хулсун по результатам осенних полевых исследований 2012-2013 гг.

Сравнительный анализ качества поверхностных вод водоема в течение трех лет наблюдений показывает различную динамику степени засоления. В весенние периоды первых двух лет наблюдалось незначительное повышение минерализации. В последний год наблюдений произошло значительное (в 4 раза) снижение минерализации. Качественный состав вод при этом в течение трех лет изменялся с натриево-сульфатно-хлоридного до хлоридно-натриево-сульфатного. Значительное снижение минерализации вод у плотины водоема в 2014 году можно объяснить поступлением сбросных пресных вод с Чограйского водохранилища. Минерализация вод Чограйского водохранилища также снизилась в это время в связи с активным его наполнением с апреля 2013 года после длительного водосброса в предыдущие годы. К 2014 году снизилась минерализация вод и в зоне выклинивания подпора наблюдаемого водохранилища.

К осени минерализация поверхностных вод незначительно увеличивается на 0,9-1,9 г/л. Тип засоления сульфатно-хлоридно-натриевый. Сравнение данных за осенние периоды в приплотинной части показывает незначительное увеличение засоления поверхностных вод к концу 2013 года.

Исследования грунтовых вод показали, что подземные воды экотонных территорий изучаемого водоема подпитываются водами водохранилища, об этом можно судить по постепенному возрастанию минерализации грунтовых вод по мере удаления от водоема. Кроме того, в течение трех лет наблюдений было замечено, что при повышении минерализации поверхностных вод повышается минерализация и грунтовых вод. Грунтовые воды экотонных территорий водохранилища Деед-Хулсун сильно засолены (20,15-29,76 г/л), по качественному составу они преимущественно натриево-сульфатно-хлоридные и сульфатно-натриево-хлоридные. К осени происходит небольшое увеличение минерализации грунтовых вод.

Для оценки степени химического загрязнения поверхностных вод в осенний период (сентябрь-октябрь) 2013 года были отобраны пробы поверхностных вод для их исследования по 70 химическим элементам в лаборатории ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья им. Н. М. Федоровского» методами анализа масс – спектральный с индуктивно-связанной плазмой (МС), атомно-эмиссионный с индуктивно-связанной плазмой (АЭ) по методикам НСАМ №480-ХС и ГОСТ Р 51309-99.

Оценку качества вод экологического состояния водного объекта проводили по показателю химического загрязнения воды (ПХЗ-10) [6]. Критериями качества воды являются две величины показателя химического загрязнения природной воды (ПХЗ-10 веществ 1-2 классов опасности и ПХЗ-10 веществ 3-4 классов опасности) с их нормативными значениями.

Качество воды определяется словами: экологическая обстановка исследуемой воды «относительно удовлетворительная», «чрезвычайная экологическая ситуация» или «экологическое бедствие» (табл.1).

Таблица 1.

Показатели качества воды экологического состояния водного объекта по ПХЗ-10 [6]

| Показатели | Экологическое бедствие | Чрезвычайная экологическая ситуация | Относительно удовлетворительное |
|-------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| ПХЗ-10 | Более 80 | 35-80 | 1 |
| 1–2 кл. оп. | | | |
| ПХЗ-10 | Более 500 | 500 | 10 |

Суммарный показатель химического загрязнения вод ПХЗ-10 рассчитывается по десяти соединениям, максимально превышающим ПДКр, с использованием формулы суммирования воздействий: $PXZ-10 = (C1/PDK1 + C2/PDK2 + \dots + C10/PDK10)$, где ПДК_і – рыбохозяйственные нормативы (утв. приказом Росрыболовства № 20 от 18.01.2010), С_і – концентрация химических веществ в воде.

Результаты лабораторных испытаний по ключевым участкам водохранилища были сведены в табл. 2 и 3. Результаты расчета показателя химического загрязнения представлены в табл. 4.

Таблица 2.

Химический состав поверхностных вод водохранилища Деед-Хулсун в зоне выклинивания подпора

| № | Элемент | Символ | Содержание, мкг/дм | Метод анализа | № | Элемент | Символ | Содержание, мкг/дм | Метод анализа |
|-----|-------------|------------------|--------------------|---------------|-----|-----------|--------|--------------------|---------------|
| 1. | Литий | Li | 310 | МС, АЭ | 36. | Серебро | Ag | < 0,5 | МС |
| 2. | Бериллий | Be | 0,091 | МС | 37. | Кадмий | Cd | < 0,08 | МС, АЭ |
| 3. | Бор | B | 2800 | МС, АЭ | 38. | Индий | In | < 0,03 | МС |
| 4. | Натрий | Na | 480000 | АЭ | 39. | Олово | Sn | < 0,9 | МС |
| 5. | Магний | Mg | 560000 | АЭ | 40. | Сурьма | Sb | < 0,4 | МС |
| 6. | Алюминий | Al | 670 | МС, АЭ | 41. | Теллур | Te | < 0,4 | МС |
| 7. | Кремний | Si | 4600 | АЭ | 42. | Цезий | Cs | < 0,06 | МС |
| 8. | Фосфор общ. | P _{общ} | 440 | МС, АЭ | 43. | Барий | Ba | 52 | МС, АЭ |
| 9. | Сера общая | S _{общ} | 1300000 | АЭ | 44. | Лантан | La | 1,5 | МС |
| 10. | Калий | K | 110000 | АЭ | 45. | Церий | Ce | 4,1 | МС |
| 11. | Кальций | Ca | 290000 | АЭ | 46. | Празеодим | Pr | 0,47 | МС |
| 12. | Скандий | Sc | < 6 | МС | 47. | Неодим | Nd | 1,7 | МС |
| 13. | Титан | Ti | 10 | МС, АЭ | 48. | Самарий | Sm | 0,35 | МС |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------|----|-------|--------|-----|-----------|----|--------|--------|
| 14. | Ванадий | V | 22 | МС, АЭ | 36. | Европий | Eu | 0,095 | МС |
| 15. | Хром | Cr | < 0,6 | МС, АЭ | 37. | Гадолиний | Gd | 0,42 | МС |
| 16. | Марганец | Mn | 160 | МС, АЭ | 38. | Тербий | Tb | < 0,03 | МС |
| 17. | Железо | Fe | 1300 | АЭ | 39. | Диспрозий | Dy | 0,29 | МС |
| 18. | Кобальт | Co | 1,7 | МС, АЭ | 40. | Гольмий | Ho | < 0,03 | МС |
| 19. | Никель | Ni | 95 | МС, АЭ | 41. | Эрбий | Er | 0,18 | МС |
| 20. | Медь | Cu | 12 | МС, АЭ | 42. | Тулий | Tm | < 0,03 | МС |
| 21. | Цинк | Zn | < 10 | МС, АЭ | 43. | Иттербий | Yb | 0,11 | МС |
| 22. | Галлий | Ga | < 0,1 | МС | 44. | Лютеций | Lu | < 0,03 | МС |
| 23. | Германий | Ge | < 0,2 | МС | 45. | Гафний | Hf | 0,076 | МС |
| 24. | Мышьяк | As | 7,7 | МС | 46. | Тантал | Ta | < 0,2 | МС |
| 25. | Бром | Br | 5100 | МС | 47. | Вольфрам | W | 0,37 | МС |
| 26. | Селен | Se | 16 | МС | 48. | Рений | Re | 0,18 | МС |
| 27. | Рубидий | Rb | 3,6 | МС | 49. | Осмий | Os | < 0,2 | МС |
| 28. | Стронций | Sr | 8800 | МС, АЭ | 50. | Иридий | Ir | < 0,03 | МС |
| 29. | Иттрий | Y | 1,8 | МС | 51. | Платина | Pt | < 0,07 | МС |
| 30. | Цирконий | Zr | < 0,5 | МС | 52. | Золото | Au | < 0,5 | МС |
| 31. | Ниобий | Nb | < 0,3 | МС | 53. | Таллий | Tl | < 0,04 | МС |
| 32. | Молибден | Mo | 8,8 | МС | 54. | Свинец | Pb | 2,3 | МС, АЭ |
| 33. | Рутений | Ru | < 0,1 | МС | 55. | Висмут | Bi | < 0,04 | МС |
| 34. | Родий | Rh | < 0,2 | МС | 69. | Торий | Th | 0,26 | МС |
| 35. | Палладий | Pd | < 0,1 | МС | 70. | Уран | U | 5,1 | МС |

Таблица 3.

**Химический состав поверхностных вод водохранилища Деед-Хулсун
в приплотинной части**

| № | Элемент | Сим-вол | Содержание, мкг/дм ³ | Метод анализа | № | Элемент | Сим-вол | Содержание, мкг/дм ³ | Метод анализа |
|-----|-------------|------------------|---------------------------------|---------------|-----|-----------|---------|---------------------------------|---------------|
| 1. | Литий | Li | 310 | МС, АЭ | 36. | Серебро | Ag | < 0,5 | МС |
| 2. | Бериллий | Be | 0,35 | МС | 37. | Кадмий | Cd | 0,14 | МС, АЭ |
| 3. | Бор | B | 2900 | МС, АЭ | 38. | Индий | In | < 0,03 | МС |
| 4. | Натрий | Na | 460000 | АЭ | 39. | Олово | Sn | < 0,9 | МС |
| 5. | Магний | Mg | 560000 | АЭ | 40. | Сурьма | Sb | < 0,4 | МС |
| 6. | Алюминий | Al | 1700 | МС, АЭ | 41. | Теллур | Te | < 0,4 | МС |
| 7. | Кремний | Si | 6200 | АЭ | 42. | Цезий | Cs | < 0,06 | МС |
| 8. | Фосфор общ. | P _{общ} | 690 | МС, АЭ | 43. | Барий | Ba | 62 | МС, АЭ |
| 9. | Сера общая | S _{общ} | 1300000 | АЭ | 44. | Лантан | La | 4,9 | МС |
| 10. | Калий | K | 110000 | АЭ | 45. | Церий | Ce | 12 | МС |
| 11. | Кальций | Ca | 310000 | АЭ | 46. | Празеодим | Pr | 1,4 | МС |
| 12. | Скандий | Sc | < 6 | МС | 47. | Неодим | Nd | 5,8 | МС |
| 13. | Титан | Ti | 30 | МС, АЭ | 48. | Самарий | Sm | 1,2 | МС |
| 14. | Ванадий | V | 35 | МС, АЭ | 49. | Европий | Eu | 0,22 | МС |
| 15. | Хром | Cr | 4,6 | МС, АЭ | 50. | Гадолиний | Gd | 1,3 | МС |
| 16. | Марганец | Mn | 270 | МС, АЭ | 51. | Тербий | Tb | 0,21 | МС |
| 17. | Железо | Fe | 3300 | АЭ | 52. | Диспрозий | Dy | 1,1 | МС |
| 18. | Кобальт | Co | 2,5 | МС, АЭ | 53. | Гольмий | Ho | 0,18 | МС |
| 19. | Никель | Ni | 100 | МС, АЭ | 54. | Эрбий | Er | 0,49 | МС |
| 20. | Медь | Cu | 12 | МС, АЭ | 55. | Тулий | Tm | < 0,03 | МС |
| 21. | Цинк | Zn | < 10 | МС, АЭ | 56. | Иттербий | Yb | 0,37 | МС |
| 22. | Галлий | Ga | 0,40 | МС | 57. | Лютеций | Lu | < 0,03 | МС |
| 23. | Германий | Ge | < 0,2 | МС | 58. | Гафний | Hf | 0,11 | МС |
| 24. | Мышьяк | As | < 4 | МС | 59. | Тантал | Ta | < 0,2 | МС |
| 25. | Бром | Br | 5100 | МС | 60. | Вольфрам | W | 0,34 | МС |
| 26. | Селен | Se | 18 | МС | 61. | Рений | Re | 0,23 | МС |
| 27. | Рубидий | Rb | 4,1 | МС | 62. | Осмий | Os | < 0,2 | МС |

| | | | | | | | | | |
|-----|----------|----|-------|--------|-----|---------|----|--------|--------|
| 28. | Стронций | Sr | 8800 | МС, АЭ | 36. | Иридий | Ir | < 0,03 | МС |
| 29. | Иттрий | Y | 4,7 | МС | 37. | Платина | Pt | < 0,07 | МС |
| 30. | Цирконий | Zr | 2,2 | МС | 38. | Золото | Au | < 0,5 | МС |
| 31. | Ниобий | Nb | < 0,3 | МС | 39. | Таллий | Tl | < 0,04 | МС |
| 32. | Молибден | Mo | 5,7 | МС | 40. | Свинец | Pb | 6,4 | МС, АЭ |
| 33. | Рутений | Ru | < 0,1 | МС | 41. | Висмут | Bi | < 0,04 | МС |
| 34. | Родий | Rh | < 0,2 | МС | 69. | Торий | Th | 0,59 | МС |
| 35. | Палладий | Pd | < 0,1 | МС | 70. | Уран | U | 5,0 | МС |

Таблица 4.

Расчет формализованного показателя химического загрязнения (ПХЗ-10) для различных зон водохранилища Деед-Хулсун по веществам 3-4 класса опасности

| № п/п | зоны водохранилища | | зона выклинивания подпора | | приплотинная часть | |
|----------|--------------------|--------|--------------------------------|---------------|--------------------------------|------------|
| | Показатель | ПДК | C_{i0} мг/дм ³ | $C/ПДК_i$ | C_{i0} мг/дм ³ | $C/ПДК_i$ |
| 1 | Магний | 40,000 | 560 | 14 | 560 | 14 |
| 2 | Стронций | 0,400 | 8,8 | 22 | 8,8 | 22 |
| 3 | Сера | 10,000 | 1300 | 130 | 1300 | 130 |
| 4 | Медь | 0,001 | 0,012 | 12 | 0,012 | 12 |
| 5 | Молибден | 0,001 | 0,08 | 80 | 0,0057 | 5,7 |
| 6 | Железо | 0,100 | 1,3 | 13 | 3,3 | 33 |
| 7 | Алюминий | 0,040 | 0,67 | 16,75 | 1,7 | 42,5 |
| 8 | Бор | 0,500 | 2,8 | 5,6 | 2,9 | 5,8 |
| 9 | Марганец | 0,010 | 0,16 | 16 | 0,27 | 27 |
| 10 | Ванадий | 0,001 | 0,022 | 22 | 0,035 | 35 |
| | ПХЗ-10 | | | 331,35 | | 327 |

Лабораторные исследования качества вод показали, что ПХЗ-10 для зоны выклинивания подпора составил –331,35; для приплотинной части – 327. Согласно полученным значениям ПХЗ-10 (табл.6) состояние водного объекта Деед-Хулсун оценивается как чрезвычайная экологическая ситуация.

Изучение экотонной структуры «вода-суша» водоема Деед-Хулсун проводили на двух ключевых участках, описанных ранее. Структура экотонной системы «вода-суша» ключевого участка, расположенного в хвостовой части, согласно проложенному топоэкологическому профилю образует 5 блоков: амфибиальный, флуктуационный, динамический, дистантный, маргинальный. Профиль был заложен 4 мая 2012 г.

Амфибиальный блок представлен полосой тростника шириной пять метров, залитого водой. *Phragmites australis*, формирующий сообщества на мелководье водоема, имел высоту около 1,5 м, с проективным покрытием 60% и облием по Друде *cop*³.

Ширина *флуктуационного* блока экотона оказалась равной 20,1 м. Относительные отметки высот изменялись от 0,6 до 0,9 м. Грунтовые воды в данном блоке залежали на глубине 0,8 м. Минерализация их в течение трехлетнего периода наблюдений изменялась от 26,33 г/л до 28,64 г/л, тип засоления – натриево-сульфатно-хлоридный. Максимальное содержание солей в почве составило 3,19%, на глубине 0-7 см. Средневзвешенное содержание солей в почве 1,15%. По составу соли натриево-хлоридно-сульфатного типа. В этих условиях формируются гидроморфные солончаки хлоридно-сульфатного типа. Сообщества флуктуационного блока были представлены разнотравно - тамариковыми ценозами (*Tamarix laxa-Mixteherbosa*), произрастающими на границе воды и суши. Сообщество двухъярусное: первый ярус, высотой до 2,5 м представлен сильноветвистым кустарником *Tamarix laxa* – вида с широкой экологической амплитудой по отношению к факторам засоления и увлажнения. Во втором ярусе, высотой 4-40 см, произрастали однолетние виды-галофиты, характерные для побережий соленых озер в аридной зоне: *Suaeda acuminata*, *Salicornia perennans*, *Petrosimonia oppositifolia*, *Petrosimonia brachiata*, *Suaeda salsa*, *Bassia hyssopifolia*. Из многолетних видов нами был отмечен ветвистый сероватый полукустарничек *Frankenia hirsuta*, с распластанными побегами 7-30 см длиной и опушенными жесткими отстоящими волосками, также встречается

полукустарник *Halocnemum strobilaceum*. Из многолетних дерновинных злаков были отмечены *Puccinellia dolicholepis*, *Puccinellia gigantea*, длиннокорневищный злак *Phragmites australis*, галофитный злак *Aeluropus littoralis* и однолетник-эфемер *Eremopyrum triticeum*. Из полыней произрастали экземпляры *Artemisia santonica*, с обилием по шкале Друде sp. Общее количество видов растений составило 15. ОПП сообщества составило 15%. Вес воздушно-сухой массы в весенний период составил 150 г/м².

Грунтовые воды в динамическом блоке залегают на глубине 1 м весной, заглубляясь к осени на 1,4 м. Минерализация грунтовых вод в течение ряда лет варьировала от 20,15 г/л до 23,12 г/л. Тип засоления грунтовых вод хлоридно-натриево-сульфатный. Почвы – луговые солончаки. Здесь произрастают петросимониевые сообщества (*Petrosimonia oppositifolia*). Сообщество одноярусное, с обилием *Petrosimonia oppositifolia* по шкале Друде cop2-3. Из многолетних видов отмечен ветвистый сероватый полукустарничек *Frankenia hirsuta*. Из полыней произрастали экземпляры *Artemisia santonica*, с обилием по шкале Друде sp. Общее количество видов составил – 4. ОПП сообщества составило 80%. Вес воздушно-сухой массы в весенний период составил 45 г/м².

На лугово-бурых и лугово-каштановых почвах дистантного блока произрастали анабазисо-петросимониевые сообщества (*Petrosimonia-Anabasis aphylla*). Сообщество одноярусное, преобладающий вид *Petrosimonia oppositifolia* – однолетний галофит, занимает 20% от общего проективного покрытия. Из двулетних видов отмечены *Carduus acanthoides*. Многолетники представлены видами: *Poa bulbosa*, *Carex stenophylla*. Также произрастал суккулентный полукустарник *Anabasis aphylla*. Из полыней произрастал вид *Artemisia santonica*. ОПП сообщества составило 45%. Общее количество видов составило – 8, биологическая продуктивность сообщества составила – 56 г/м².

Описание экотонной структуры «вода-суша» приплотинного ключевого участка.

Ширина амфибиального блока составляла 7,2 м и была представлена моноценозом *Phragmites australis* в воде, с проективным покрытием 100%. Высота растений достигала 2,5-3 м.

Флуктуационный блок. Грунтовые воды залегают в данном блоке на глубине от 0,8 до 1 м весной, и на глубине от 1 до 1,35 м осенью. Минерализация их изменялась от 26,45 г/л в весенний период до 29,93 г/л в осенний. Почвы данного блока влажно-луговые засоленные солончаковатые. Во флуктуационном блоке произрастали солянково-тамариковые сообщества (*Tamarix laxa*+*Tamarix gracilis*–*Suaeda salsa*). Сообщество двухъярусное: первый ярус, высотой от 1,2 до 2 м, составили представители из рода тамариксов – *Tamarix laxa*, *Tamarix gracilis*, *Tamarix hohenackeri*, *Tamarix meyeri*. Второй ярус, высотой до 60 см, был представлен многолетними видами: *Phragmites australis*, *Tripolium pannonicum*, *Aeluropus littoralis*, *Limonium caspium*, *Frankenia hirsuta*. Из однолетних видов были отмечены *Bassia hyssopifolia*, *Petrosimonia brachiata*, *Galium spurium*, однолетние злаки были представлены видами *Bromus squarrosus*, *Eremopyrum triticeum*, галофиты *Suaeda salsa*, *Salicornia perennans*, *Atriplex micranta*. Из полыней произрастала *Artemisia santonica*. ОПП сообщества составило 20%. Общий вес воздушно-сухой биомассы составил в данном блоке 79 г/м². Количество видов растений в этом блоке 18.

Динамический блок. Грунтовые воды залегают на глубине 1,2-1,5 м в весенний период, заглубляясь к осени до 1,5-1,6 м. Минерализация грунтовых вод изменялась от 29,76-28,41 г/л в весенние периоды до 31,14-32,15 г/л в осенние периоды наблюдений. Тип засоления грунтовых вод сульфатно-хлоридно-натриевый. Почвы данного блока собственно луговые засоленные в комплексе с луговыми солончаками. Растительность представлена злаково-тамариковым сообществом (*Tamarix gracilis*+*Tamarix laxa* – *Aeluropus littoralis*). В первом ярусе, помимо перечисленных тамариксов, в меньшем количестве встречался *Tamarix meyeri*. Во втором ярусе произрастали следующие виды: *Frankenia hirsuta*, *Phragmites australis*, *Aeluropus littoralis*. Из однолетних видов были отмечены галофиты *Suaeda salsa*, *Bassia hyssopifolia*, *Salicornia perennans*. Представитель полыни в динамическом блоке – *Artemisia santonica*. ОПП сообщества составило 60%. Число видов в данном блоке – 11. Общий вес воздушно-сухой биомассы составил 164 г/м².

Дистантный блок. Грунтовые воды залегают на глубине более 2,5 м. Почвы – лугово-бурые. Максимальное содержание солей в почве снижается до 1,08%, глубина залегания солей 6-20 см. Тип засоления почв – натриево-хлоридно-сульфатный. Растительность представлена солянково-белопольно-мятликовым сообществом (*Poa bulbosa* – *Artemisia santonica* – *Salsola dendroides*), с ОПП 15%. Сообщество одноярусное. Из многолетних видов произрастали *Poa bulbosa*, *Tripolium pannonicum*, а также колючий полукустарник из семейства бобовых с глубоко проникающей корневой системой *Alhagi pseudalhagi*. Из полыней были встречены *Artemisia santonica*, *Artemisia lerchiana*. Из однолетников произрастал эфемер *Eremopyrum triticeum* высотой 15-90 см, имеющий ранневесеннее и осеннее-зимнее кормовое значение преимущественно для мелкого рогатого скота. Общий вес воздушно-сухой биомассы составил 43 г/м².

Таким образом, комплексный геоэкологический мониторинг водохранилища Деед-Хулсун и его экотонных территорий показал, что в течение трех лет наблюдений произошло снижение минерализации поверхностных вод водоема, обусловленное поступлением более пресных вод из Чограйского водохранилища. Однако, несмотря на это, воды водоема остаются сильно засоленными. Минерализация воды значительно увеличивается от плотины к зоне выклинивания подпора. Качественный состав вод при этом в течение трех лет изменялся с натриево-сульфатно-хлоридного до хлоридно-натриево-сульфатного. Грунтовые воды подпитываются водами водохранилища и при повышении минерализации поверхностных вод повышается минерализация и грунтовых вод. Грунтовые воды экотонных территорий водохранилища Деед-Хулсун очень сильно засолены и по качественному составу преимущественно натриево-сульфатно-хлоридные. К осени минерализация и поверхностных, и грунтовых вод увеличивается. Экологическое состояние водного объекта Деед-Хулсун, согласно полученным расчетам показателя химического загрязнения (ПХЗ-10), оценивается как чрезвычайная экологическая ситуация. Почвы экотонных территорий водохранилища представлены гидроморфными солончаками, влажно-луговыми засоленными, луговыми засоленными в комплексе с луговыми солончаками и лугово-бурными почвами. Растительность представлена тростниково-тамариковыми, разнотравно-злаково-тамариковыми, солянково-полынно-тамариковыми, солянково-белополынно-мятликовыми сообществами. Экотонная система водохранилища Деед-Хулсун подвержена различным видам хозяйственного использования: выпас скота, дорожная дигрессия. Близко расположенные животноводческие стоянки и водопой скота на водоеме привели к сильной сбитости побережья изучаемого водоема.

1. Емельянов А. Г. Комплексный геоэкологический мониторинг. Тверь: Изд-во Тверского гос. ун-та, 1994. 263 с.
 2. Емельянов А. Г. Геоэкологический анализ бассейнов малых и средних водоемов / Под общ. ред. проф. Т. А. Трифионовой // Экология речных бассейнов: тр. IV Междунар. науч.-практ. конф. / Владим. гос. ун-т. Владимир, 2007. 526 с.
 3. Залетаев В. С. Структурная организация экотонов в контексте управления // Экотоны в биосфере / под ред. В.С. Залетаева. М.: РАСХН, 1997. С. 11-30.
 4. Новикова Н. М., Уланова С. С. Эколого-географическая оценка искусственных водоемов Калмыкии и экотонных систем «вода-суша» на их побережьях // Проблемы региональной экологии. 2008. № 2. С. 33-39.
 5. Уланова С. С. Эколого-географическая оценка искусственных водоемов Калмыкии и экотонных систем «вода-суша» на их / С. С. Уланова; отв. ред. Н. М. Новикова. М.: РАСХН, 2010. – 263 с.
- Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.