



УДК 556.18

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-221-3-34-40

Н.В. Ерин, А.С. Давыдов, Н.Н. Малкова

N.V. Erin, A.S. Davydov, N.N. Malkova

## ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЗЕРА ТЕЛЕЦКОЕ

### EVALUATION OF ENVIRONMENTAL ACTIVITY EFFICIENCY OF LAKE TELETSKOYE

**Ключевые слова:** особо охраняемые природные территории, природоохранная эффективность, качество воды, управление водными ресурсами, оптимизация водопользования, факторы неполноты.

В условиях социальных и экономических изменений наиболее уязвимым оказывается режим особой охраны природных объектов. Развитие рекреации на таких территориях несет как экономические, так и экологические риски для природных комплексов. В связи с этим оценке эффективности их функционирования уделено значительное внимание. Целью работы явилась оценка природоохранной эффективности памятника природы – озера Телецкого. Для выполнения поставленной цели были изучены данные об экологическом состоянии озера, дана оценка природоохранной эффективности, установлена динамика изменения показателей и факторов неполноты. Исследования выполнены по отечественной методике для основных природоохранных функций – эталонной, рефугиумной, резерватной, монументальной и эколого-стабилизирующей. Объект уникален для страны и включен в список природных объектов Мирового наследия ЮНЕСКО. По видовому составу гидробионтов озерная экосистема представлена богаче, чем в прилегающих водных объектах. Поэтому для монументальной и резерватной функций природоохранная эффективность имеет максимально возможное значение (100%). Неполнота природоохранной эффективности определена для эталонной функции в 93,5%, эколого-стабилизирующей – в 91,2% и рефугиумной – в 91,3%. В условиях интенсивного развития туризма наблюдается изменение класса качества воды. Градация меняется от «условно чистая», до «слабо загрязненная» нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами и др. В озерной экосистеме растет число видов рыб акклиматизантов и интродуцентов, что оказывает влияние на условия обитания местных форм. Отмечается факт замедления роста и сокраще-

ние запасов рыб аборигенов и эндемиков. Значение природоохранной эффективности памятника природы озеро Телецкое составило 95,3%. Факторы неполноты оцениваются значениями от «незначительного» до «существенного», но не «критического».

**Keywords:** natural areas of preferential protection, environmental activity efficiency, water quality, water resources management, water use optimization, incompleteness factors.

Under the conditions of social and economic changes, the regime of preferential protection of natural objects is the most vulnerable. The development of recreation activities in such areas carries both economic and environmental risks for natural complexes. In this regard, considerable attention is paid to evaluating the effectiveness of their functioning. The research goal was to evaluate the environmental activity efficiency of the natural monument - Lake Teletskoye. The data on the ecological state of the lake were studied, the environmental activity efficiency was evaluated, and the dynamics of changes of the indices and incompleteness factors was revealed. The studies were carried out according to the Russian methodology for the main environmental functions - reference, refugium, reserve, monumental and environmental and stabilizing ones. The object is unique for the country and is included in the list of the UNESCO World Heritage Sites. According to the species composition of hydrobionts, the lake ecosystem is richer than in the adjacent water bodies. Therefore, for monumental and reserve functions, environmental efficiency has the highest possible value (100%). The incompleteness of environmental efficiency was determined for the reference function as 93.5%, for the ecological and stabilizing - 91.2%, and for the refugium one - at 91.3%. Under the conditions of intensive development of tourism, the class of water quality is changing. The gradation changes from "relatively clean" to "slightly polluted" by oil

products, phenols, heavy metals, etc. The number of acclimatized and introduced fish species in the lake ecosystem is growing which affects the habitat conditions of local forms. The fact of slowdown in growth and reduction of

stocks of native and endemic fish is observed. The value of the environmental efficiency of the natural monument Lake Teletskoye was 95.3%. Incompleteness factors are rated from "insignificant" to "significant", but not "critical".

**Ерин Николай Викторович**, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: k.erin@yandex.ru.

**Давыдов Александр Степанович**, д.с.-х.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: adav55@yandex.ru.

**Малкова Надежда Николаевна**, к.х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: i2601@rambler.ru.

**Erin Nikolay Viktorovich**, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: k.erin@yandex.ru.

**Davydov Aleksandr Stepanovich**, Dr. Agr. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: adav55@yandex.ru.

**Malkova Nadezhda Nikolaevna**, Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: i2601@rambler.ru.

## Введение

Природоохранное обустройство территории предусматривает создание прочного экологического каркаса, основу которого составляют природные территории с особым режимом охраны. Обеспечивая поддержание экологического баланса и сохранение биоразнообразия прилегающих территорий, они выполняют преимущественно средообразующие функции. Режим особой охраны природных объектов, при всей его значимости, оказывается наиболее уязвимым в условиях социальных и экономических изменений, ориентированных на рыночные отношения [1]. Развитие рекреации на таких территориях несет не только экономические выгоды, но и экологические риски для природных комплексов. Именно поэтому на сегодняшний день активно разрабатываются подходы по оценке эффективности их функционирования. В условиях ориентации отечественной природоохранной системы на развитие экологического туризма подобные исследования являются актуальными.

**Целью** работы является оценка природоохранной эффективности памятника природы – озеро Телецкое.

Для выполнения поставленной цели были решены следующие **задачи**:

- 1) изучены данные об экологическом состоянии озера;
- 2) дана оценка природоохранной эффективности памятника природы;
- 3) установлена динамика изменения показателей и факторов неполноты.

## Объекты и методы исследования

Объектом исследования выбрана ООПТ Республики Алтай, памятник природы – озеро Телецкое. Интерес к нему обусловлен реализаци-

ей национальной программы по охране «природных символов России». В работе использованы статистически достоверные данные наблюдений и изучения явлений и процессов в природных комплексах водных объектов заповедника «Алтайский» по программе полевых исследований и летописи природы, материалы Красной книги и кадастрового учета природных территорий с режимом особой охраны [2-5]. Анализ выполнен с использованием современных критериев отбора и оценки инструментов экологического менеджмента (эффективность, реализуемость и др.) [6].

Для оценки природоохранной эффективности территории использовали методику, разработанную под эгидой Фонда дикой природы М.С. Стишовым [7]. Она позволяет определять природоохранную ценность, значимость и текущее состояние системы с учетом возможных прогнозируемых прямых и опосредованных факторов воздействия. Автором выделены пять основных природоохранных функций: эталонная, рефугиумная, резерватная, монументальная и эколого-стабилизирующая. Каждая из них разбита на несколько позиций, оцениваемых по предложенным балльным шкалам.

Эталонная (англ. measurement standard, etalon, фр. Etalon – образец для сравнения) определяет сохранность природных комплексов и соответствие оцениваемого объекта внутреннему стандарту. Для этой функции выделены четыре составляющие, характеризующие природное разнообразие, наличие чуждых и синантропных видов, степень антропогенной нарушенности и измененности экосистем. Природное разнообразие включает таксонометрическое богатство и многообразие ландшафтов.

Задачи рефугиумной функции (лат. *refugium* – убежище, укромный участок) – оценка степени

сохранности уязвимых, редких и исчезающих биологических видов и сообществ, экосистем. Функция представлена двумя компонентами: таксонометрическое разнообразие видов флоры и таксонометрическое разнообразие видов фауны на уровне сообществ и экосистем.

Резерватная функция (фр. *r  serve* от лат. *reservare* – сберегать, сохранять) предназначена для оценки роли особо охраняемой территории в воспроизводстве растений и животных, имеющих утилитарную хозяйственную ценность (от лат. *utilitas* – польза, выгода). Её значение складывается из трех составляющих: количества видов промысловых видов животных; редких крупных природных скоплений; популяций древесно-кустарниковых видов растений, имеющих ценные, полезные свойства.

Монументальная функция (лат. *monumentum*, от *monere* – напоминаю) оценивает территорию по признаку наличия на ней объектов, которые могут считаться природными феноменами исключительной красоты и эстетической или научно-познавательной ценности.

Эколого-стабилизирующая функция (нем. *stabilisieren* – привести в устойчивое положение, состояние) определяет последствия экосистемных услуг для данной территории. К ним относят изменение химического состава атмосферного воздуха и параметров климата на прилегающих территориях, процессы эрозии почв и деградации водных ресурсов (запасы и их качество), негативные водные процессы, воспроизводство аборигенных таксонов и др.

**Результаты исследований и их обсуждение**

Природоохранную эффективность (F, %) определяли по формуле:

$$F = V_{\text{сум}} 100 / I_{\text{сум}},$$

где  $V_{\text{сум}}$  – природоохранная значимость;

$I_{\text{сум}}$  – природоохранная ценность, баллы.

Значения  $I_{\text{сум}}$  и  $V_{\text{сум}}$  рассчитывали по формулам:

$$V_{\text{сум}} = k \times \sum V_i,$$

$$V_i = r_i + d_i;$$

$$I_{\text{сум}} = k \times \sum I_i,$$

$$I_i = V_i \times (c_i / c_{\text{max}}),$$

где  $r$  – репрезентативность территории;

$d$  – контрастность с окружением;

$c$  ( $c_{\text{max}}$ ) – текущее (максимальное) состояние, баллы;

$k$  – коэффициент значимости; показатели оценивали по балльным шкалам: репрезентативность – от 0 до 3, контрастность с окружением – от -1 до 2, текущее состояние – от 0 до 4.

Телецкое озеро – одно из крупнейших озер в России, хранилище более 40 км<sup>3</sup> экологически чистой пресной воды. Оно является замкнутой системой, что делает доступным его исследование. Объект уникален для страны и включен в список природных объектов Мирового наследия ЮНЕСКО. На окружающих территориях аналогичные объекты отсутствуют или находятся в гораздо худшем состоянии и имеют меньшее природоохранное или научно-познавательное значение. Анализ имеющихся литературных данных показывает, что для монументальной и резерватной функций территории её природоохранная эффективность характеризуется следующими значениями полноты (табл. 1).

Таблица 1

**Показатели монументальной и резерватной функции территории**

Показатель	Репрезентативность, $r$	Контрастность с окружением, $d$	Текущее состояние, $c$
Монументальная функция, $k = 2$ , ценность, баллы 16 (20); значимость, баллы 16 (20); эффективность, % 100			
Природные объекты охранного и научно-познавательного значения	2 (3)*	2	4
Ландшафты, имеющие познавательное, эстетическое значение	2 (3)*	2	4
Резерватная функция, ценность, баллы 58; значимость, баллы 58; эффективность, % 100			
Промысловые виды рыб ( $n = 5, k = 3$ )	2	1	4
Крупные скопления животных, водоплавающих птиц ( $n = 4, k = 3$ )	1	0	4
Растения, имеющие утилитарную ценность ( $n = 5, k = 2$ )	1	0	4

Примечание. \*В скобках приведено прогнозируемое значение показателя по результатам реализации национальных программ и проектов.

Изучение возможностей рыбного промысла показывает промысловую ценность рыб аборигенов: телецкий сиг (эндемик), щука, елец, налим (аборигены), окунь (абориген, эндемичная форма).

Большая глубина, холодная вода, незначительное количество планктона являются основными причинами малого количества крупных скоплений животных и отсутствия травянистых зарослей. Однако в устьях крупных рек и мелководном Камгинском заливе можно видеть целые выводки уток (кряквы и гоголя), осенью появляются чечетки, в речках и озере живут выдры. Современное текущее состояние популяций относительно стабильно для обеспечения их жизнеспособности.

Утилитарное значение имеет растительность побережья, благодаря фитонцидным выделениям хвойных пород деревьев (кедр, лиственница, пихта, сибирская ель, сосна и др.).

Неполнота природоохранной эффективности определена для эталонной, эколого-стабилизирующей и рефугиумной функций (табл. 2-4).

Экосистема озера глубоководная, проточная с замедленным водообменом и ультрапресной мягкой гидрокарбонатной кальциевой водой. В целом, экосистема способна к самоподдержанию и саморазвитию. Однако в условиях увеличения количества рыб акклиматизантов и интро-

дудентов отмечается факт замедления роста и сокращение запасов аборигенов и эндемиков.

По совокупности антропогенных факторов (селитебные зоны и хозяйственные участки, рекреация, водный транспорт и др.) экологическое состояние озера характеризуется как «удовлетворительное», негативное воздействие – «умеренное», реже – «существенное».

Телецкое озеро относят к олиготрофным водоемам. Озерная система вносит значительный вклад в стабилизацию экологической обстановки в пределах региона, её состояние стабильно при некоторых отклонениях от оптимальных параметров. На наш взгляд, оцениваемую эколого-стабилизирующую функцию позицию по показателям водных ресурсов стоит разделить на 2 составляющие: 1 – «обеспечение запасов воды» и 2 – «качество воды». В последние годы наблюдается изменение класса качества воды от «условно чистая» до «слабо загрязненная» нефтепродуктами, фенолами, тяжелыми металлами и др.) [5]. С введением объектов инженерной инфраструктуры (набережной, полигона твердых коммунальных отходов, систем очистки ливневых и нефтьсодержащих стоков) можно прогнозировать повышение природоохранной эффективности эколого-стабилизирующей функции.

Таблица 2

**Показатели эталонной функции**

Показатель	Репрезентативность, г	Контрастность с окружением, d	Текущее состояние, с
Разнообразие ландшафтов (k = 5)	3	2	4
видовое богатство (k = 5)	3	2	4
Чуждые сообщества (k = 5)	2	1	2
чуждые и синантропные виды (k = 5)	2	1	4
Эталонные экосистемы (k = 1)	3	2	4
Антропогенно нарушенные и трансформированные системы (k = 10)	2	1	4
Ценность, баллы 115; значимость, баллы 107,5; эффективность, % 93,5			

Таблица 3

**Показатели эколого-стабилизирующей функции (k = 8)**

Показатель	Репрезентативность, г	Контрастность с окружением, d	Текущее состояние, с
Смягчение изменения климата	2	2	4
Предотвращение эрозии, деградации почв	2	1	4
Защита берегов	2	1 (2)*	4
Обеспечение запасов воды и ее качества	2	1	2
Воспроизводство ценных таксонов	2	2	4
Ценность, баллы 136 (144)*; значимость, баллы 124 (132)*; эффективность, % 91,2 (91,7)*			



Экосистемы территории представлены 2 типами: 1 – лимническая озерная и 2 – горнотаежно-лесная прибрежной зоны. Озеро Телецкое глубоководное, плохо прогревается, мало минерализованное, с обрывистой, каменисто-галечной прибрежной зоной, что не благоприятствует развитию кормовой базы ихтиофауны. Водоем относят к малокормным, толща воды, бедная биогенными веществами, населена скудным фито- и зоопланктоном. Эти особенности определяют ключевую роль Телецкого озера в сохранении данного типа экосистем в регионе и стране, одну из немногих территорий её распространения.

Десять видов редких и исчезающих таксонов Телецкого озера занесены в Красную книгу РФ, 15 – в Красную книгу Республики Алтай. Также определены 3 региональных эндемика, 16 видов аборигенов, 2 – эмигранты, 1 – интродуцент. Редкие, исчезающие и эндемичные таксоны шире распространены на охраняемой территории

по сравнению с окружающими. Состояние популяций относительно стабильно для обеспечения их жизнеспособности, однако отмечается факт замедления роста и сокращение запасов рыб аборигенов и эндемиков.

Методика М.С. Стишова в 2011-2012 гг. была апробирована в Республике Алтай для системы особо охраняемых природных территорий первоначально без учета памятников природы, затем с учетом их отдельных функций. Для озера Телецкого в исследованиях 2012 г. эталонная функция не оценивалась. Неполноту природоохранной эффективности авторы связывали с недостаточной репрезентативностью системы ООПТ в целом [7]. Поэтому нам представлялось интересным проследить динамику изменения показателей и факторов неполноты природоохранной эффективности территории. Сравнительные результаты показателей оценки природоохранной эффективности за 2012 и 2022 гг. приведены в таблице 5.

Таблица 4

**Показатели рефугиумной функции (k = 2)**

Показатель	Репрезентативность, r	Контрастность с окружением, d	Текущее состояние, c
Редкие сообщества	1	2	2
Виды, занесенные в Красную книгу Российской Федерации (n = 10)	2	2	4
Виды, занесенные в Красную книгу Республики Алтай (n = 15); региональные эндемики (n = 3)	1	1	4
	1	2	2
Ценность, баллы 92; значимость, баллы 84; эффективность, % 91,3			

Таблица 5

**Показатели оценки природоохранной эффективности 2012-2022 гг.**

Функции				
эталонная	рефугиумная	резерватная	монументальная	эколого-стабилизирующая
природоохранная ценность, баллы				
- /115	96/92	59/58	16/16(20)*	136/136 (144)*
природоохранная значимость, баллы				
- /107,5	89/84	59/58	16/16(20)*	124/124 (132)*
природоохранная эффективность, %				
- /93,5	92,7/91,3	100/100	100/100	91,2/91,2 (91,7)*

Полнота природоохранной эффективности сохранилась в прежних значениях для монументальной и резерватной функций. По некоторым позициям отмечается фактическая или прогнозируемая динамика. Для рефугиумной функции это связано с изменением таксонов и их статуса в списке редких и исчезающих, для эколого-

стабилизирующей – повышением репрезентативности территории с введением объектов инженерной инфраструктуры – набережной, полигона твердых коммунальных отходов, систем очистки стоков в населенных пунктах.

Для эффективного управления ресурсами особо охраняемой территории необходимы пол-

ные и достоверные данные для обеспечения контроля за соблюдением режима особой охраны. В настоящее время не все оцениваемые компоненты достаточно подробно и полно разложены на составляющие, например, антропогенно нарушенные и трансформированные участки.

К наиболее вероятным факторам неполноты природоохранной эффективности можно отнести недостатки управления, внешние и внутренние антропогенные воздействия, непреодолимые природные ситуации и особенности планировки территории. К недостаткам планировки территории относят тот факт, что значительная часть побережья озера Телецкое не входит в территорию заповедника «Алтайский». Заповедный режим охраны озера и прилегающих к нему территорий может снизить экологические риски.

### Заключение

По нашим исследованиям значение природоохранной эффективности памятника природы озеро Телецкое составило 95,3%. Её неполнота отмечается для рефугиумной, эталонной и эколого-стабилизирующей функций. Фактическое и прогнозируемое изменение отдельных показателей экологического состояния обусловлено изменением таксонов в списке редких и исчезающих видов, введением на территории объектов инженерной инфраструктуры. Факторы неполноты оцениваются значениями от «незначительного» до «существенного», но не «критического».

### Библиографический список

1. Малкова, Н. Н. Управление системой ООПТ в рамках концепции устойчивого развития региона / Н. Н. Малкова, Н. В. Ерин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XVI Международная научно-практическая конференция. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2021. – Кн. 1. – С. 334-336.

2. Кадастр особо охраняемых природных территорий Республики Алтай / А. М. Маринин, Н. П. Малков, А. В. Бондаренко [и др.]. – Барнаул: АЗБУКА, 2014. – 456 с. – Текст: непосредственный.

3. Красная книга Республики Алтай: издания Красной книги. – Горно-Алтайск, 2017. – URL: <http://oopt.aari.ru/rbdata/1855> (дата обращения: 05.03.2023 г.) – Текст: электронный.

4. Летопись природы: наблюдение и изучение явлений и процессов в природном комплексе заповедника. – Яйлю: ФГУ Алтайский государственный природный заповедник, 1932-2021. – URL: <https://www.altzapovednik.ru/info/nauka/letopisi.aspx>. – Текст: электронный.

5. Робертус Ю. В. Экологическое состояние воды Телецкого озера в XXI веке / Ю. В. Робертус, А. В. Кивацкая, Р. В. Любимов. – Текст: непосредственный // Полевые исследования в Алтайском биосферном заповеднике / Алтайский региональный институт экологии. – Майма: Россия, 2019. – Вып. 3. – С. 182-189.

6. Hockings, M., Leverington, F. and Cook, C. (2015) 'Protected area management effectiveness', in G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary and I. Pulsford (eds) *Protected Area Governance and Management*, pp. 889–928, ANU Press, Canberra.

7. Стишов, М. С. Методика оценки природоохранной эффективности особо охраняемых природных территорий и их региональных систем / М. С. Стишов. – Москва: WWF России, 2012. – 284 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Malkova N.N. Upravlenie sistemoi OOPT v ramkakh kontseptsii ustoichivogo razvitiia regiona / N.N. Malkova, N.V. Erin // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XVI Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (9-10 fevralia 2021 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2021. – Kn. 1. – S. 334-336.

2. Kadastr osobo okhraniaemykh prirodnykh territorii Respubliki Altai / A.M. Marinin, N.P. Malkov, A.V. Bondarenko, A.G. Maneev, M.G. Sukhova, Iu.V. Robertus, O.V. Klimova, I.A. Mashoshina, L.V. Bailagasov. – Barnaul: AZBUKA, 2014. – 456 s.

3. Krasnaia kniga Respubliki Altai: izdaniia Krasnoi knigi. – Gorno-Altai. – 2017. – Tekst: elektronnyi. – Rezhim dostupa <http://oopt.aari.ru/rbdata/1855> (data obrashcheniia 05.03.2023 g.).

4. Letopis prirody: nabliudenie i izuchenie iavlenii i protsessov v prirodnom komplekse zapovednika. – Iailiu: FGU Altaiskii gosudarstvennyi prirodnyi zapovednik, 1932-2021. – rezhim dostupa k ezhegodnikam: <https://www.altzapovednik.ru/info/nauka/letopisi.aspx>.

5. Robertus Iu.V. Ekologicheskoe sostoianie vody Teletskogo ozera v XXI veke / Iu.V. Robertus, A.V. Kivatskaia, R.V. Liubimov / Polevye issledo-

vaniia v Altaiskom biosfernom zapovednike. Выпуск 3. – Altaiskii regionalnyi institut ekologii, Maima, Rossiia. – 2019. – S.182-189.

6. Hockings, M., Leverington, F. and Cook, C. (2015) 'Protected area management effectiveness', in G. L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary and I. Pulsford (eds) *Protected Area Gov-*

*ernance and Management*, pp. 889–928, ANU Press, Canberra.

7. Stishov M.S. Metodika otsenki prirodokhrannoi effektivnosti osobo okhraniaemykh prirodnykh territorii i ikh regionalnykh sistem / M.S. Stishov. – Moskva: WWF Rossii, 2012. – 284 s.



УДК 628.16

DOI: 10.53083/1996-4277-2023-221-3-40-44

Н.И. Алёшина, Л.В. Терновая, М.А. Косяков

N.I. Aleshina, L.V. Ternovaya, M.A. Kosyakov

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

### IMPROVEMENT OF DRINKING WATER TREATMENT TECHNOLOGY

**Ключевые слова:** система водоснабжения, источники водоснабжения, водозабор подземных вод, хозяйственно-бытовое водоснабжение, химический состав воды, качество подземной воды, водозаборная скважина, станция водоподготовки, осветлительные фильтры.

Одной из проблем развития сельских территорий края является ветхость инженерной инфраструктуры. Особенно напряженная ситуация сложилась с водоснабжением. При принятии проектного решения строительства или реконструкции водопровода произведено обследование систем водоснабжения и водозаборной площадки, выполнена оценка технического и санитарного состояния сооружений водопровода. По результатам проведенных исследований предложены технологические решения проблем по повышению эффективности работы системы водоснабжения. Учитывая исходное состояние воды, предусматривается наименее затратный вариант – сооружение станции водоподготовки непосредственно на площадке проектного водозабора. Предусматриваемая технология обработки воды, реализованная на базе оборудования водочистного комплекса «Импульс», разработанного НИИ высоких напряжений при ТПУ (Томский политехнический университет). В водоочистном комплексе «Импульс-10(Б)» принята схема подготовки воды, основанная на безнапорной аэрации воды воздухом, с последующим фильтрованием воды на скорых напорных фильтрах и дальнейшим частичным обессоливанием на установке обратного осмоса. Существует множество технологических способов решения задачи по уменьшению содержания в ней мутности, цветности, жесткости, содержанию сухого остатка, железа, хлоридов. Однако некоторые из них недостаточно эффективны, основаны на сложных технологических схемах или имеют высокую стоимость. Выбранная технологическая схема является оптимальной для исходных качественных показателей воды. Разработанная станция водо-

подготовки позволит обеспечить эффективную очистку подземной воды, тем самым добиться качества воды, которое будет соответствовать требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Данную схему водоподготовки возможно использовать как аналоговую в случаях схожести исходного качества природных вод.

**Keywords:** water supply system, water supply sources, groundwater intake, domestic water supply, water chemical composition, groundwater quality, water intake well, water treatment station, clarification filters.

One of the problems of rural territories development in the region is the disrepair of engineering infrastructure, especially the tense situation with water supply. When making a design decision for the construction or reconstruction of a water pipeline, the survey of water supply systems and a water intake site was carried out; the evaluation of the technical and sanitary condition of water supply structures was made. Based on the research findings, technological solutions to improve the efficiency of the water supply system are proposed. Taking into account the initial state of the water, the least expensive option is proposed: the construction of a water treatment plant directly at the site of the project water intake. The envisaged water treatment technology is implemented on the basis of the equipment of the "Impuls" water treatment complex developed by the Research Institute of High Voltages at TPU (Tomsk Polytechnic University). The "Impuls-10(B)" water treatment complex uses a water treatment scheme based on non-pressurized aeration of water with air followed by water filtration on rapid pressure filters and further partial desalination at a reverse osmosis plant. There are many technological ways to solve the problem of reducing water turbidity, color, hardness, and the content of dry residue, iron, and chlorides. However, some of them are not efficient enough; they are based on complex technological schemes or have a high cost. The selected technological scheme is optimal for the initial water quality indices. The