

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССОВ DMAIC КАК ИНСТРУМЕНТА КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Н.И. Матова¹, Т.А. Горбунова, Дж.С. Дю Тойт²

E-mail: lelj06@yandex.ru

¹ ФГБНУ «Институт природно-технических систем» (филиал), г. Сочи, Россия

² Отдел интеграционного управления природной средой, муниципальная администрация, г. Могол, Южно-Африканская Республика

АННОТАЦИЯ: Значительная часть курортного региона Сочи – уникальные природные заповедные территории, включающие Кавказский биосферный заповедник и Сочинский национальный парк. Развитие экономики региона зависит от эффективности управления природными геобиоценозами охраняемых территорий. Особое значение имеет мониторинг состояния и управление водными ресурсами, т. к. именно от них зависит биоразнообразие не только водной среды, но и наземного растительного и животного мира, а также обеспечение потребностей и прав человека. Однако в настоящее время ни один из существующих методов оценки состояния водной среды не может учитывать все возможные реакции природных сообществ на воздействие разнообразных факторов стресса и их комбинаций.

В статье представлен анализ мирового опыта применения концепции интегрированного управления водными ресурсами (ИУВР, Integrated Water Resources Management). Практикуемые в национальных парках и заповедниках Южно-Африканской Республики элементы управления природопользованием могут быть использованы для развития системы последовательного мониторинга качества окружающей среды, формирования комплекса мероприятий по сохранению и восстановлению природных ресурсов. Разработаны некоторые аспекты методологии внедрения комплексного природопользования на основе применения интегрального показателя здоровья биологического сообщества на примере одного из важнейших водотоков особо охраняемых территорий Юга России – реки Мзымта.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: интегральное управление водными ресурсами, мультиметрический индекс, особо охраняемые природные территории, методология DMAIC, антропогенное воздействие.

В соответствии с определением, данным в 2000 г. в документах Глобального Водного Партнерства, интегрированное управление водными ресур-

© Матова Н.И., Горбунова Т.А., Дю Тойт Дж.С., 2020

сами (ИУВР) является «процессом, который способствует скоординированному развитию и управлению водными, земельными и связанными с ними ресурсами с тем, чтобы максимизировать создаваемое в результате этого экономическое и социальное благополучие справедливым образом, не подвергая опасности устойчивость жизненно важных экосистем» [1]. Рабочая группа по водным ресурсам Агентства по международному развитию США (USAID) в рамках продвижения концепции ИУВР видит своей основной задачей разработку методологии согласованного процесса планирования, управления и реализации действий, направленных на создание системы устойчивого управления водными ресурсами [2]. ИУВР – это не просто план управления водными ресурсами, это – процесс на основе широкого набора принципов, инструментов и руководящих указаний, адаптированных к условиям страны, региона или речного бассейна [3].

В современных условиях интегрированное управление водными ресурсами представляет собой специализацию идеологии и практики интегрированного управления природными ресурсами (ИУПР, Integrated Natural Resource Management), концептуальная основа которого эволюционировала в последние годы благодаря сближению исследований в различных областях, таких как устойчивое землепользование, совместное планирование, комплексное управление водосборными бассейнами, адаптивное управление. ИУПР широко используется и успешно применяется в региональном природопользовании и не является, как можно было бы предположить, управлением самой окружающей средой [4]. Управление природными ресурсами направлено на обеспечение защиты и сохранение целостности экосистем, их способности оказывать экосистемные услуги для будущих поколений посредством учета специфических характеристик и особенностей взаимодействия элементов эколого-экономической системы территории [5].

В данной работе проанализирована практика внедрения элементов методологии ИУПР на охраняемых природных территориях Южно-Африканской Республики и юга Российской Федерации (курортный регион г. Сочи), т. к. оба проекта имеют общие характеристики:

- концепт ИУПР применен в сочетании с принципами управления качеством DMAIC и статистических количественных методов улучшения процессов, объединенных методологией «Шесть сигм» (DMAIC – от англ. define, measure, analyze, improve, control – определение, измерение, анализ, совершенствование, контроль, подход к последовательному решению проблем, совершенствованию бизнес-процессов, достижению целей проекта);
- в обоих случаях ИУПР рассматривается для регионов стран с интенсивным развитием туризма на особо охраняемых территориях, где необхо-

дим поиск баланса между коммерческим использованием этих территорий собственниками земли различных форм права собственности и сохранением уникальных природных ресурсов, учет интересов и прав местных сообществ;

– на территории национальных парков и заповедников ЮАР и охраняемых территориях юга РФ особое значение имеет мониторинг состояния, сохранение и управление водными ресурсами.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В ПРАКТИКЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ ЮЖНОЙ АФРИКИ

Южная Африка известна как страна с ограниченными водными запасами, что усугубляется засушливым климатом, загрязнением водных объектов и постоянно растущими потребностями в пресной воде. Именно по этой причине определяющим условием устойчивого развития ее территорий является эффективное управление водными ресурсами. Вода признана основой и точкой опоры для природного биома и социума. Следует отметить, что концепция ИУПР является базовой в Конституции ЮАР 1996 г., которая обеспечивает основу прогрессивного экологического законодательства страны, гарантируя южноафриканцам право на безопасную окружающую среду. Южная Африка, по сути, первая в мире страна, принявшая национальное водное законодательство, направленное на эффективное управление самым ценным ресурсом страны в интересах всех южноафриканцев [6].

Парк Крюгера является старейшей и самой обширной особо охраняемой территорией ЮАР, включает как природные заповедники, так и крупнейший в стране охотничий заказник. Первоначально территория национального парка Крюгера находилась под управлением и охраной государства и в 1926 г. стала первым национальным парком ЮАР. Эта территория объявлена Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (UNESCO) международным антропогенно-биосферным заповедником [7].

Управление южноафриканским национальным парком Крюгера строится на принципах интегрированного управления природными ресурсами. Управляющая компания национального парка «Крюгер парк» опубликовала программное заявление, которое включает «жизненно важные атрибуты» [8], каждый из которых, с одной стороны, представляет часть этапов методологии улучшения процессов DMAIC [9], с другой, – включает принципы ИУПР. Основные принципы программного заявления следующие:

– используется разнообразный и уникальный опыт посещения парка (местного и международного масштаба) в отношении экологически приемлемого природопользования;

- особо охраняемая природная территория (ООПТ) служит признанным международным брендом и является туристическим регионом мировой известности, предоставляющим возможность уникального опыта общения с африканской дикой природой на безопасной и охраняемой территории. Парк стал катализатором развития туризма и экономики в регионе;
- парк отличается уникальное расположение, разнообразный ландшафт с различными видами природопользования;
- многочисленные реки протекают по всей территории парка и способствуют сохранению биоразнообразия и региональных социально-экологических взаимосвязей;
- мна территории национального парка в значительной степени представлена интактная биота и экологические процессы;
- богатое и уникальное природное, историческое и культурное наследие. Крюгер парк – один из последних оставшихся охраняемых районов Южной Африки, располагающий значительными неосвоенными территориями, позволяющими получить ощущение дикой природы;
- на территории парка хорошо развита инфраструктура;
- ООПТ представляет признанный на международном уровне долгосрочный опыт институционального управления, дающего понимание и основания для поддержки управленческих решений;
- управляющая организация парка развивает взаимовыгодные отношения с заинтересованными сторонами и кооперативное управление территорией.

Интересы различных заинтересованных в развитии парка Крюгера сторон весьма разнообразны и часто противоречивы. Для того чтобы охватить все важнейшие аспекты – охрана природных ресурсов, коммерческие интересы туристического бизнеса и промышленных компаний, традиции местных сообществ и др., – была принята стратегия интеграционного управления природными ресурсами. Изложенные в программном заявлении ключевые характеристики национального парка «Крюгер» соответствуют определенным этапам методологии DMAIC:

- *Define* – определение системы: в данном случае – природные ресурсы и активы, включающие все элементы, представленные в пределах парка.
- *Measure* – измерение ключевых аспектов ресурса и его позиционирование относительно основных параметров парка, интересов всех заинтересованных сторон.
- *Analyse* – анализ полученных данных для исследования и проверки причинно-следственных связей. Определяется характер этих отношений и предоставляется возможность убедиться, что все факторы учтены.

В рамках научного исследования устанавливаются причины нежелательного результата.

Improve – оптимизация текущего процесса на основе анализа данных с использованием таких методов, как планирование экспериментов и текущих действий, необходимых для создания нового, улучшенного процесса. Иницируются пилотные проекты для установления потенциальных возможностей парка.

Control – осуществляется контроль происходящих в парке процессов, что гарантирует коррекцию любых отклонений до того, как они приведут к нежелательным результатам. Внедряются системы управления, включающие статистический контроль и постоянный мониторинг. Этот процесс повторяется для достижения желаемого уровня критических показателей [10, 11].

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ DMAIC ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МЗЫМТА СОЧИНСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Результативность деятельности по охране водных объектов на курорте Сочи, как, впрочем, и в других регионах России, зависит от оперативной и объективной информации по следующим направлениям:

– перечень и интенсивность химических, физических и биологических факторов, воздействующих на качество воды, которые зачастую носят антропогенный характер и, следовательно, могут регулироваться природопользователями;

– характеристики воды, сформировавшиеся в результате первичного и вторичного загрязнения;

– данные о состоянии экосистем водного объекта [12].

Основная причина низкой эффективности водоохранной деятельности заключается в отсутствии методологии оперативного анализа полученных данных и выявления причин (источников), в наибольшей степени влияющих на ухудшение качества воды в водотоке. Только после этого этапа специалисты природоохранных структур могут предпринять необходимые административные меры и оценить их результативность.

Решить эти проблемы призвана предлагаемая методология мониторинга и управления экологическим состоянием рек с использованием интегральных биоиндикаторов [13] и методов управления качеством процессов. Одним из перспективных инструментов, необходимых для реализации принципов интегрированного управления водными ресурсами на практике, является мультиметрический индекс (ММИ) – комплексный показатель здоровья биологического сообщества природного водотока, разработанный авторами для водных объектов территории юга России с субтропическим

климатом и динамичным развитием рекреационно-курортного сектора экономики. ММИ включает показатели, отражающие биоразнообразие и стабильность биологических сообществ рек горного типа, степень толерантности гидробионтов к внешнему воздействию и токсобность водной среды для гидробионтов [14].

Предлагаемая методика охватывает цепочку из выявленных и представленных с помощью диаграммы причинно-следственных (диаграмма Исикавы, рисунок) факторов, оказывающих влияние на качество воды природного водотока. А именно: данные об уровне загрязнения воды и состоянии водных биоценозов, анализ данных об уровне загрязнения воды и состоянии водных биоценозов, информированность управляющей природоохранной системы об уровне загрязнения воды, деятельность (разработка и осуществление мер по снижению загрязнения) управляющей природоохранной системы.

На первом этапе исследования (Define) были выявлены и приняты к рассмотрению следующие потребители: представители водных и прибрежных наземных экосистем; население, использующее реку как источник питьевой воды, для полива в подсобном хозяйстве, для отдыха и рекреации; сельскохозяйственные и промышленные предприятия, использующие воду р. Мзымта в производственных целях. Далее на протяжении реки определены четыре основные зоны, различающиеся по своим физико-химическим и биологическим характеристикам, а также по характеру землепользования в пределах их водостока [15].

На следующем этапе (*Measure*) уточнялись точки отбора и анализа проб таким образом, чтобы полученные при исследовании данные могли предоставить необходимую аналитически значимую информацию по каждой основной зоне и ее биотопу. Для каждой станции отбора определены период наблюдения в зависимости от особенностей жизненного цикла источника загрязнения: наличия сезонности, зависимости от погодных явлений, производственных циклов и процессов. Так, в исследуемом регионе основная антропогенная нагрузка фиксируется в летний период [16]. Это обусловлено, с одной стороны, природными факторами – период летней межени, засухи, с другой – увеличивающейся антропогенной нагрузкой на прибрежные территории в туристический сезон, в течение которого возрастает водозабор из рек и увеличиваются транспортные потоки. Если в зимний период достаточно провести разовый отбор проб, в летний (июнь – октябрь) он должен осуществляться ежемесячно [17]. По мере накопления данных целесообразно определить сезонные коэффициенты показателей качества гидробиоценозов [18].

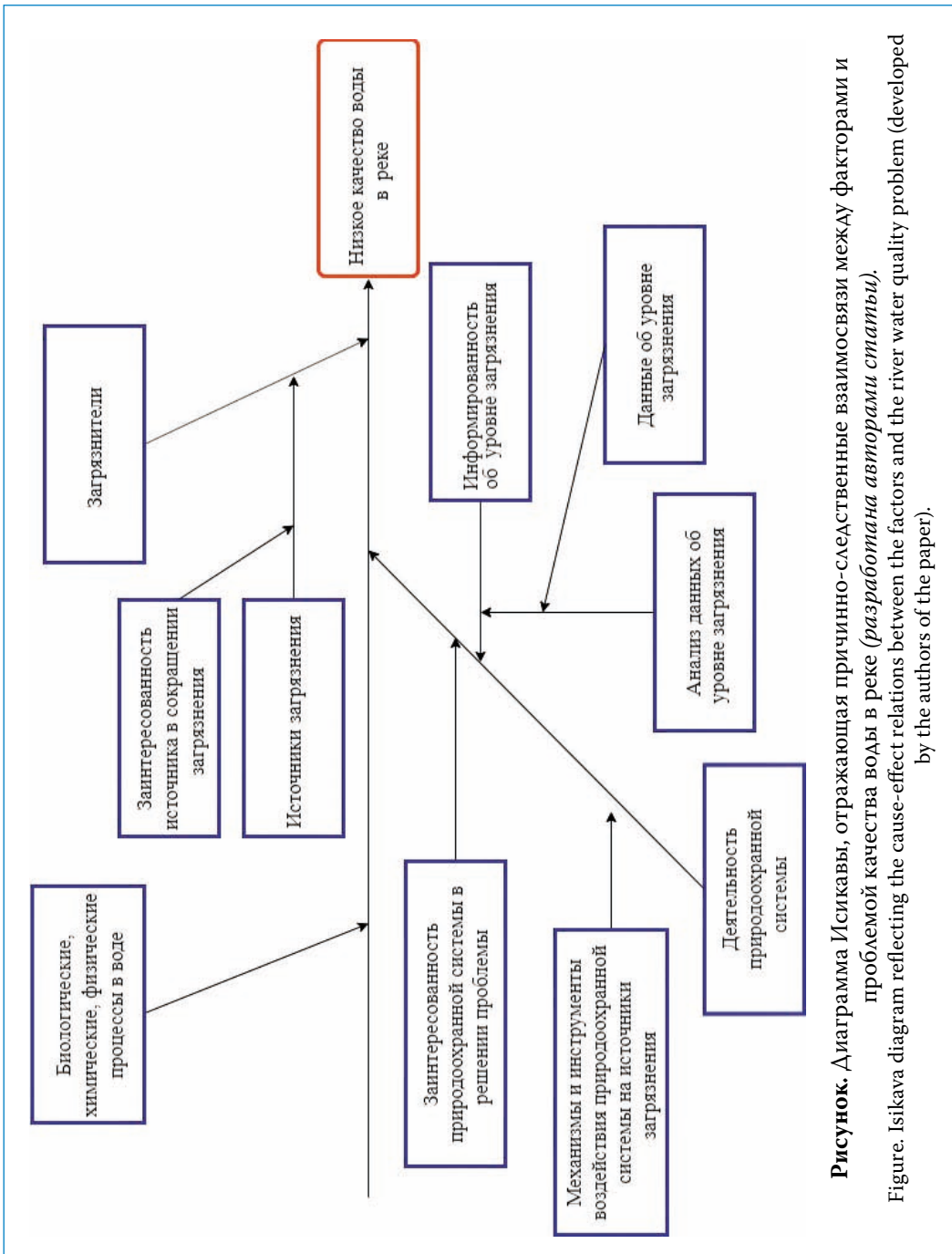


Рисунок. Диаграмма Исикавы, отражающая причинно-следственные взаимосвязи между факторами и проблемой качества воды в реке (разработана авторами статьи).
 Figure. Isikava diagram reflecting the cause-effect relations between the factors and the river water quality problem (developed by the authors of the paper).

С помощью контрольных карт была выявлена тенденция динамики загрязнения в каждой зоне р. Мзымта. Например, расположенный на территории заповедника участок характеризуется стабильным составом и процессом функционирования гидробиоценозов, признаков изменения не обнаружено, лишь обычные сезонные флуктуации. Максимальное значение среднегодового индекса ММИ за исследуемый период – 0,48, минимальное – 0,46. На участках реки, расположенных в зонах антропогенного воздействия, наблюдалась довольно широкая флуктуация значений используемых параметров: максимальное значение среднегодового индекса ММИ не превышало 0,46, а минимальное составило 0,31. Увеличение амплитуды разброса значений индекса, предположительно, связано с тем, что условия жизнедеятельности подверженных антропогенному влиянию участков реки изменяются в течение года шире, чем на фоновой станции: например, объем хозяйственно-бытовых стоков увеличивается в туристический сезон, снижается способность к самоочищению водоема из-за увеличения водозабора в летний период, периодически происходят залповые сбросы с карьеров и строительных площадок, приводящие к значительному повышению содержания взвешенных веществ и заилению дна.

Третий этап цикла DMAIC – стадия проверки и анализа результатов. В рамках (*Analyse*) оценивается процесс, обсуждаются результаты относительно поставленных целей и определяются участки, где требуются изменения, доработка. В итоге проведенных исследований по данным ММИ за три года были определены «типичные» уровни интегрального показателя для каждого из четырех участков р. Мзымта путем построения контрольных карт и расчета максимальных и минимальных лимитов (UCL, LCL) [19]. При внедрении многолетних системных наблюдений такие карты позволят устанавливать сезонные и общие (годовые) тренды динамики состояния биологических сообществ реки в корреляции с изменениями в подходах к природопользованию и природоохране в зоне водосбора какого-либо участка водотока.

Так, в ходе проводимого мониторинга состояния биотопов в зонах реки с интенсивной рекреационной и хозяйственной деятельностью на водосборной площади были отмечены уровни контрольных показателей, находящиеся ниже нижнего расчетного предела. В дальнейших разработках по применению статистических методов управления качеством DMAIC в практике природопользования такие значения могут быть рассмотрены как «дефекты».

Предполагается, что этап «Анализ» осуществляется природоохранными структурами муниципальных органов, специализированных органов исполнительной власти, а также заинтересованными предприятиями-

природопользователями для информационного обеспечения принятия эффективных управленческих решений в сфере охраны водных объектов, экологического планирования развития территории водостока реки, в т. ч. в рамках проекта «Умный город». Соответствующие предложения направлены в Дорожную карту реализации пилотного проекта по цифровизации городского хозяйства муниципального образования город-курорт Сочи.

Следующий этап – улучшение (*Improve*). В случае, когда методология DMAIC применяется к процессам, протекающим в естественном водоеме, под улучшением следует понимать повышение качества водной среды на выявленных проблемных участках и возвращение значений индикаторных параметров к исходному уровню (в сравнении с фоновым участком). Это достигается через снижение влияния на водоем и развитие его биологических сообществ основных факторов воздействия, имеющих преимущественно антропогенный характер. На этой стадии при максимально возможном участии всех заинтересованных сторон разрабатывается план мероприятий по снижению поступления в водоем загрязняющих веществ и/или сокращению количества источников загрязнения в зоне водосбора реки. В соответствии с методологией «Шесть сигм», при разработке плана мероприятий по снижению поступления в водоем загрязняющих веществ внимание должно быть уделено, в первую очередь, совершенствованию технологических схем основных предприятий-загрязнителей, включая очистные сооружения (например, внедрению оборотной системы водоснабжения), что, согласно принципу Парето 80/20, обеспечит наиболее эффективное улучшение качества воды водотока. Кроме того, следует поддерживать и стимулировать хозяйствующих субъектов, планирующих дальнейшую переработку отходов, в т. ч. сточных вод, в коммерчески востребованный продукт (в частности, удобрения).

На этой стадии может быть применен расчет стоимости неудовлетворительного процесса (дефекта) для всех природопользователей водного ресурса реки, идентифицированных на предыдущих стадиях и внесенных в систему базы данных. Подробнее эта схема будет рассмотрена и апробирована на следующем этапе исследования.

Целесообразно также для оптимизации естественных процессов водотока рассматривать не только снижение количества поступающих в него загрязняющих примесей, но и разработку научно обоснованных методологий, направленных на восстановление природного потенциала самоочищения реки и ее приустьевой зоны. Такие подходы должны быть основаны на комплексном анализе экосистемы на территории водосбора р. Мзымта и включать такие факторы, как вид покрытия берегов, степень зарегулированности русла и накопления в нем твердого стока, типы окружающих

водоток биоценозов и их трофические цепи, воздействие речного стока на биоценозы прибрежной полосы моря [20, 21].

Все апробированные на исследуемой территории и внедренные в практику меры должны быть документированы в базе данных, как и данные последующего аналитического контроля динамики показателей качества водной среды.

На этапе контроля (*Control*) улучшенного на предыдущих этапах процесса создается и действует стандартизованная информационная система мониторинга состояния биотопов и качества вод реки. Если в ходе мониторинга состояния биотопов реки значения индекса ММИ лежат в пределах, определенных для данного водотока или его участка, можно сделать вывод о том, что на водоток не оказывается критическая нагрузка. Это дает возможность в таких случаях не применять полный спектр дорогостоящего химического анализа. В тех случаях, когда наблюдается снижение значений индекса до нижнего расчетного предела, рекомендуется провести ряд физико-химических анализов для установления причин дефекта (отклонения от допустимой величины), особенно, когда наблюдается снижение значений в трех и более наблюдениях подряд.

ВЫВОДЫ

Разработанная и апробированная методика, базирующаяся на методологии улучшения процессов DMAIC, позволяет не только получить своевременную информацию об экологическом состоянии водного объекта, но и диагностировать причины и источники возникновения изменений его экосистем. Данная методика может применяться для организации и поддержания процесса информационного обеспечения принятия эффективных управленческих решений в сфере комплексного использования и охраны водных объектов, а также экологического планирования развития территории.

В методике применен перспективный инструмент практической реализации принципов ИУВР – мультиметрический индекс (ММИ) – комплексный показатель здоровья биологического сообщества природного водотока, разработанный для территории юга России, характеризующейся субтропическим климатом и динамичным развитием рекреационно-курортного сектора экономики. Мультиметрический индекс включает показатели, отражающие биоразнообразие и стабильность биологических сообществ, степень толерантности гидробионтов к внешнему воздействию и токсобность водной среды.

Применение мультиметрического индекса в сочетании с принципами управления качеством DMAIC является эффективным инструментом интегрального управления водными ресурсами, направленным на обеспече-

ние стабильности протекающих в биоценозах водного объекта процессов за счет снижения воздействия регулируемых антропогенных факторов и, как следствие, обеспечивающим последовательное улучшение экологического состояния водотока и смежных с ним экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Integrated Water Resources Management / Global Water Partnership. Technical Advisory Committee (TAC) // TAC Background Paper. Stockholm. 2000. No. 4. 71 p.
2. Integrated Water Resources Management: A framework for action in freshwater and coastal systems / USAID WaterTeam. 2002. 14 p.
3. *Костарев С.В.* Комплексный подход как компонент культуры управления водными ресурсами // Омский научный вестник. 2014. № 4 (131). С. 174–180.
4. Natural Resource Governance Systems in South Africa: Final Knowledge Dissemination Report / Weston D., Goga S. // WRC Report. No. 2161/1/16. July 2016.
5. *Матова Н.И.* Модель региона рекреационно-туристской специализации как эколого-экономической системы // Системы контроля окружающей среды. 2016. № 3 (23). С. 134–140.
6. *Weston D., Goga S.* Natural resource Governance systems in South Africa: final knowledge dissemination report / WRC report No 2161/1/16. July 2016. Режим доступа: <http://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/2161-1-17.pdf>. (дата обращения: 17.06.2020).
7. Kruger National Park: Encyclopaedia Britannica / The Editors of Encyclopaedia Britannica, 2019. Режим доступа: <https://www.britannica.com/place/Kruger-National-Park> (дата обращения 19.06.2020).
8. *Freitag-Ronaldson S., Venter F., Biggs H., Eber S.* Management Plan: Kruger National Park Management Plan. Revised and Updated. December 2008. 11 p.
9. ISO 13053-1:2011 Quantitative methods in process improvement – Six Sigma – Part 1: DMAIC methodology. Режим доступа: <https://www.iso.org/standard/52901.html> (дата обращения: 11.06.2020).
10. *Smetkovska M., Mrugalska B.* Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study // 14th International Symposium in Management. 2018. P. 1–2.
11. South African National Parks. SANParks Annual Report 2015/16. 2016. Pretoria. Режим доступа: <https://www.sanparks.org/assets/docs/general/annual-report-2016.pdf> (дата обращения 30.06.2020).
12. *Gulachieva S.V., Sokolov A.A., Sokolova O.A. & Makhosheva S.A.* System of assessment of regional mountain territories economic complexes sustainable development // Sustainable development of mountain territories. 2018. No. 3. P. 329–335.
13. *Deborde D.D., Hernandez M.B. & Magbanua F.S.* Benthic macroinvertebrate community as an indicator of stream health: the effects of land use on stream benthic macroinvertebrates // Science Diliman. July-December 2016. P. 5–26.
14. *Горбунова Т.А.* Разработка и апробация мультиметрического биотического индекса для оценки экологического состояния рек на территории Большого Сочи // Системы контроля окружающей среды. Севастополь: ИПТС, 2019. Вып. 3 (37). С. 51–59.

15. Горбунова Т.А., Матова Н.И. Методология мониторинга и управления экологическим состоянием рек с использованием интегральных биоиндикаторов и методов управления качеством // Устойчивое развитие горных территорий. 2020. № 3(45). С. 263–278.
16. Гудкова Н.К., Горбунова Т.А., Любимцев А.А. Идентификация экологических рисков, связанных с развитием рекреационно-туристических регионов Черноморского побережья Кавказа на примере комплексной оценки экосистемы горной реки Лаура // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т. 10. № 1 (35). С. 23–34. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-1-23-34
17. Stark J.D., Phillips N. Seasonal variability in the Macroinvertebrate Community Index: Are seasonal correction factors required? // New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research. The Royal Society of New Zealand. 2009. Vol. 43. P. 8–11.
18. Forrest W., Breyfogle III. Implementing six sigma: smarter solutions using statistical methods. Canada: John Wiley & sons, 2003. 1185 p.
19. T.McCarty T., Daniels L., Bremer M., Gupta P. The six sigma black belt handbook / New York: The McGraw-Hill Companies, 2005. 588 p.
20. Подгорный К.А. Требования и подходы к разработке биологических индикаторов и проведению интегрированного анализа состояния водных экосистем: обзор // Труды АтлантНИРО. 2017. Т. 1. № 4. С. 5–45.
21. Щербина В.Г., Гудкова Н.К., Горбунова Т.А., Белюченко И.С., Агарков Ю.В. Применение системного подхода при биоиндикационном зонировании территории по уровню экологического риска // Экологический вестник Северного Кавказа. 2018. Т. 14. № 1. С. 24–37.

Для цитирования: Матова Н.И., Горбунова Т.А., Дю Тойт Дж.С., Применение методологии улучшения процессов DMAIC как инструмента комплексного управления водными ресурсами охраняемых территорий // Водное хозяйство России. 2020. № 6. С. 48–62.

Сведения об авторах:

Матова Наталья Ивановна, канд. экон. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Институт природно-технических систем», (филиал ИПТС), Россия, 354024, г. Сочи, Курортный пр., 99/18; e-mail: lelj06@yandex.ru

Горбунова Татьяна Львовна, научный сотрудник, ФГБНУ «Институт природно-технических систем», (филиал ИПТС), Россия, 354024, г. Сочи, Курортный пр., 99/18; e-mail: tatianashaw@mail.ru

Дю Тойт Дж.Стивен, отдел интеграционного управления природной средой, муниципальная администрация, г. Могаал, Южно-Африканская Республика; e-mail: sdt@safrica.com

APPLICATION OF THE DMAIC PROCESS IMPROVEMENT METHODOLOGY
AS AN INSTRUMENT FOR INTEGRATED WATER MANAGEMENT
IN PROTECTED AREAS

Natalia I. Matova¹, Tatiana L. Gorbunova¹, Du Toit J.S²

¹ Branch of Institute of Natural and Technical Systems, Sochi, Russia

² Mogale City Local Municipality, Mogal, South Africa

Abstract: A significant part of the Sochi resort region is included into the unique natural protected areas, such as the Caucasus biosphere reserve and Sochi National Park. Development of the regional economy is largely dependent on the natural geo/bio/cenoses management effectiveness on the protected territories.

Monitoring of the water resources status and their management is of the particular importance, since the biodiversity of the aquatic environment and the terrestrial flora and fauna of the area dependent on these factors, as well as ensuring the citizen's requirements and rights. However, presently no one of the existing water environment state assessment methods is able to account various and complex natural communities' responses to different stress factors and their combined impact.

The article presents the world experience on concept of the Integrated Water Resource Management (IWRM) application and development of the some aspect of the comprehensive natural resources regulation methodology. The authors believe that some elements of environmental management practiced in national parks and reserves of the republic of South Africa can be applicable in development of a system that provides consistent monitoring of environmental quality, the mastering of a sufficient and user-friendly database, based on a set of measures for the conservation and restoration of natural resources. One of the most significant watercourses of the protected nature territories of the South of Russia, the Mzymta River has been used as a study case.

Key words: integrated natural resource management, Multimetric index, protected area, DMAIC methodology, biological communities, anthropogenic impact.

About the authors:

Natalia I. Matova, Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher, Branch of the Institute of Natural and Technical Systems, Kurortny Av., 99/18, Sochi, 354024, Russian Federation; e-mail: lelj06@yandex.ru

Tatiana L. Gorbunova, Researcher, Branch of the Institute of Natural and Technical Systems, Kurortny Av., 99/18, Sochi, 354024, Russian Federation; e-mail: tatianashaw@mail.ru

Du Toit J.S., Department of integrated environmental management, Mogale City Local Municipality, Mogal, South Africa, e-mail: sdt@safrica.com

For citation: Matova N. I., Gorbunova T.L., Du Toit J.S. *Application of DMAIC Process Improvement Methodology as an Instrument for Integrated Water Resources Management in Protected Areas // Water Sector of Russia. 2020. No. 6. P. 48–62.*

REFERENCES

1. Integrated Water Resources Management / Global Water Partnership. Technical Advisory Committee (TAC). TAC Background Paper No4. Stockholm. 2000. 71 p.
2. Integrated Water Resources Management: A framework for action in freshwater and coastal systems / USAID WaterTeam. 2002. 14 p.
3. Kostarev S.V. Kompleksnyi podkhod kak komponent kul'tury upravleniia vodnymi resursami [Integrated approach as a component of a water management culture] // Omsk Scientific Bulletin. 2014. 4(131). P. 174-180.

4. Natural Resource Governance Systems in South Africa: Final Knowledge Dissemination Report / Weston D., Goga S. // WRC Report. No. 2161/1/16. July 2016. ISBN 978-1-4312-0809-8.
5. *Matova N.I.* Model' regiona rekreatsionno-turistskoi spetsializatsii kak ekologo-ekonomicheskoi sistemy [Model of tourist region as an ecological-economic system] // Monitoring systems of environment. 2016. 3(23). P. 134-140.
6. *Weston, D., Goga, S.* Natural resource Ggovernance systems in South Africa: final knowledge dissemination report / WRC report No 2161/1/16. – July 2016. ISBN 978-1-4312-0809-8. URL: <http://www.wrc.org.za/wp-content/uploads/mdocs/2161-1-17.pdf>, accessed: 17.06.2020).
7. Kruger National Park: *ENCYCLOPÆDIA BRITANNICA*/ The Editors of Encyclopaedia Britannica. 2019. URL: <https://www.britannica.com/place/Kruger-National-Park>, accessed: 19.06.2020.
8. *Freitag-Ronaldson S., Venter F., Biggs H., Eber S.* Management Plan: Kruger National Park Management Plan. Revised and Updated. December 2008. 11 p.
9. ISO 13053-1:2011 Quantitative methods in process improvement - Six Sigma - Part 1: DMAIC methodology. URL: <https://www.iso.org/standard/52901.html>, accessed: 11.06.2020.
10. *Smetkovska M., Mrugalska B.* Using Six Sigma DMAIC to improve the quality of the production process: a case study // 14th International Symposium in Management. 2018. Page 1-2.
11. South African National Parks. SANParks Annual Report 2015/16. – 2016. – Pretoria. – 218 p. URL: <https://www.sanparks.org/assets/docs/general/annual-report-2016.pdf>, accessed: 30.06.2020.
12. *Gulachieva, S.V., Sokolov, A.A., Sokolova, O.A. & Makhosheva, S.A.* System of assessment of regional mountain territories economic complexes sustainable development // Sustainable development of mountain territories. 2018. 3 (Vol. 10). P. 329-335.
13. *Deborde, D.D., Hernandez, M.B. & Magbanua, F.S.* Benthic macroinvertebrate community as an indicator of stream health: the effects of land use on stream benthic macroinvertebrates // Science Diliman. July-December 2016, 28:2. P. 5-26.
14. *Gorbunova, T.L.* Razrabotka i aprobatsiia mul'timetriceskogo bioticheskogo indeksa dlia otsenki ekologicheskogo sostoianiia rek na territorii Bol'shogo Soch' [Developing and testing of Multi-Metrics Biotic Index for the river ecological status assessment on the Greater Sochi territory] // Monitoring systems of environment. 2019. 3(37). P. 51–59.
15. *Gorbunova, T.L., Matova N.I.* Metodologiya monitoringa i upravleniia ekologicheskim sostoianiem rek s ispol'zovaniem integral'nykh bioindikatorov i metodov upravleniia kachestvom [Monitoring and management of the river's ecological state methodology using integral biomarkers and quality management methods] // Sustainable Development of Mountain Territories. 2020. 3(45). P. 263-278.
16. *Gudkova N.K., Gorbunova T.L., Liubimtsev A.L.* The identification of the ecological risks concerning the recreation-tourist regions development of the Caucasian Black Sea shore using the complex estimation of the mountain river Laura ecosystem [Identifikatsiia ekologicheskikh riskov, svyazannykh s razvitiem rekreatsionno-turisticheskikh regionov Chernomorskogo poberezh'ia Kavkaza na primere kompleksnoi otsenki ekosistemy gornoi reki Laura] // Sustainable Development of Mountain Territories. 2018. № 1 (35). P. 23-34. DOI: 10.21177/1998-4502-2018-10-1-23-34.

17. Stark, J.D., Phillips, N. Seasonal variability in the Macroinvertebrate Community Index: Are seasonal correction factors required? // *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. The Royal Society of New Zealand. 2009. Vol. 43. P. 8-11.
18. Forrest W., Breyfogle III. Implementing six sigma: smarter solutions using statistical methods / 2-d ed. 2003. Canada: John Wiley & sons. 1185 p.
19. T.McCarty T., Daniels L., Bremer M., Gupta P. The six sigma black belt handbook / New York: The McGraw-Hill Companies. 2005. 588 p.
20. Podgorniy K.A. Trebovaniia i podkhody k razrabotke biologicheskikh indikatorov i provedeniiu integrirovannogo analiza sostoianiia vodnykh ekosistem: obzor [Requirements and approaches for developing biological indicators and performing an integrated analysis of aquatic ecosystems state: an overview] // *Trudy AtlantNIRO*. 2017. New series. Vol. 1, № 4. Kaliningrad: AtlantNIRO. P. 5-45.
21. Scherbina, V.G., Gudkova, N.K., Gorbunova, T.L., Belyuchenko I.S. & Agarkov Yu. V. Primenenie sistemnogo podkhoda pri bioindikatsionnom zonirovani territorialii po urovniu ekologicheskogo riska [Systematic approach application for bio-indicative zoning of the area according to its level of ecological risk] // *The North Caucasus Ecological Herald*. 2018. Vol. 14. № 1. P. 24-37.