

УДК 91:502.7

DOI 10.17513/use.38287

ГЕОСИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЬГИНСКОГО УГОЛЬНОГО КОМПЛЕКСА НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Николаева Н.А.

*ФГБУН Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова
Сибирского отделения Российской Академии наук, Якутск, e-mail: nna0848@mail.ru*

Якутия является регионом, богатым различными природными, в том числе топливно-энергетическими, ресурсами. Разработка угольных месторождений вызывает техногенное нарушение природной среды, что определяет актуальность научных исследований по минимизации последствий нарушения экологического баланса территорий промышленного освоения. Содержание многих научных разработок является покомпонентным, направленным на изучение отдельных компонентов природы, в то время как исследование должно базироваться на комплексной геосистемной основе. В статье использованы комплексные системные методики ландшафтного анализа и геотехнических систем. Целью статьи является разработка схемы комплексного геосистемного анализа составляющих взаимодействия Эльгинского угольного комплекса и природной среды как угледобывающей геотехнической системы, который необходим для выбора направлений снижения негативного экологического воздействия на природные ландшафты. Показатели схемы характеризуют изучение производственного воздействия на изменение воздушной и водной сред, дают оценку степени устойчивости ландшафтов и оценку антропогенного изменения территории на ландшафтном уровне. В целом исследование взаимодействия между крупными объектами энергетики и природной средой на основе геосистемного подхода может лечь в основу разработки направлений снижения негативного экологического воздействия и природосберегающих мероприятий, дифференцированных по ландшафтными комплексам.

Ключевые слова: Южная Якутия, геосистемный подход, угольный комплекс, ландшафты, оценка

Работа выполнена в рамках проекта государственного задания FWRS-2024-0031 «Комплексные исследования приоритетов развития энергетики Республики Саха (Якутия) с учетом влияния на окружающую среду и разработка способов, методов повышения энергетической эффективности и надежности локальных энергетических систем в труднодоступных изолированных территориях Севера и Арктики».

GEOSYSTEMIC APPROACH TO STUDYING THE IMPACT OF THE ELGA COAL COMPLEX ON CHANGES IN THE NATURAL ENVIRONMENT

Nikolaeva N.A.

*Institute of Physical and Technical Problems of the North named after V.P. Larionov,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, e-mail: nna0848@mail.ru*

Yakutia is a region rich in various natural resources, including fuel and energy resources. The development of coal deposits causes technogenic disturbance of the natural environment, which determines the relevance of scientific research to minimize the consequences of disruption of the ecological balance of industrial development areas. The content of many scientific developments is component-based, aimed at studying individual components of nature, while the research should be based on an integrated geosystemic basis. The article uses complex techniques of landscape analysis and geotechnical systems. The purpose of the article is to develop a scheme for a comprehensive geosystem analysis of the components of interaction between the Elga coal complex and the natural environment as a coal-mining geotechnical system, which is necessary to justify directions for reducing the negative environmental impact on natural landscapes. The indicators of the scheme characterize the study of industrial impact on changes in air and water environments, assessment of the degree of sustainability of landscapes and assessment of anthropogenic changes in territory at the landscape level. In general, the study of the interaction between large energy facilities and the natural environment based on the geosystem approach can form the basis for the development of directions for reducing negative environmental impacts and environmental conservation measures differentiated by landscape complexes.

Keywords: South Yakutia, geosystem approach, coal complex, landscapes, assessment

The work was carried out within the framework of the state assignment project FWRS-2024-0031 «Comprehensive studies of energy development priorities of the Republic of Sakha (Yakutia) taking into account the impact on the environment and the development of methods and techniques for increasing energy efficiency and reliability of local energy systems in hard-to-reach isolated areas of the North and the Arctic».

Введение

В соответствии с разворотом экономики страны на восток дальнейшее развитие экономики Республики Саха (Якутия)

ориентируется в сторону азиатских стран. На долю Якутии приходится более 47% промышленных запасов угля всего Дальнего Востока, причем свыше трети объема добы-

ваемого на востоке страны угля составляет якутское сырье. Южная Якутия с ее громадными топливно-энергетическими ресурсами рассматривается в качестве локомотива дальнейшего развития региона. Во многом это обусловлено реализацией крупных инвестиционных проектов, прогнозируется успешный рост угольной промышленности Якутии. Если регион будет по-прежнему держать планку, то к 2024 году Якутия сможет поставить рекорд по добыче угля – 80 млн т ежегодно. Отмечается, что часть добытого угля идет на удовлетворение нужд региона, что способствует локальному развитию экономики региона.

Среди проектов особое место занимает крупнейший в России Эльгинский угольный комплекс, запасы насчитывают свыше 2,2 млрд т угля, а объем добычи в 2023 году составил 21 млн т. При этом эльгинский уголь относится к премиальной категории благодаря небольшому содержанию фосфора и серы. Также на р. Эльге в настоящее время реализуется один из стратегически значимых транспортных проектов для Дальнего Востока – создание Тихоокеанской железной дороги [1].

Выгодное экономико-географическое и геостратегическое положение, значительные минерально-сырьевые и гидроэнергетические ресурсы придают особую привлекательность этому региону для полномасштабного промышленного освоения. Возможность участия в формировании мирового энергетического рынка в странах Азиатско-Тихоокеанского региона предопределяет формирование в этом регионе ряда крупных энергетических проектов.

Но сложные климатические условия, труднодоступность и удаленность территории, пионерный характер проведения широкомасштабных работ в зоне распространения многолетнемерзлых пород могут привести к экологическим ситуациям, представляющим угрозу природной среде.

Современные экономические реалии обуславливают актуальность проведения разносторонних научных исследований по экологическим проблемам воздействия крупных энергетических объектов. Между тем, содержание многих проектов и научных разработок, как и подавляющее большинство методик, до сих пор является покомпонентным, связанным с изучением техногенного воздействия на отдельные природные компоненты – воду, воздух, почвы, грунты, биотические составляющие.

Основу научных разработок должно составлять комплексное выявление противоречий во взаимодействии энергетических сооружений и окружающей среды, которые должны содержать анализ взаимодействия энергетических станций с природной средой в составе геотехнической системы.

Для решения возникающих экологических проблем необходимо изучение различных экологических аспектов энергетики, в том числе путем применения геосистемного подхода, предполагающего системное изучение и анализ связей между природными и техногенными объектами, элементами и процессами, необходимыми для наиболее полного изучения возможных изменений природы и их последствий. При этом решается ряд следующих вопросов: изучение технологических особенностей взаимодействия различных геотехнических систем «энергетический объект – природная среда» с природной средой и их структуры для выявления механизма их функционирования и связей между блоками и подсистемами; оценка степени устойчивости геосистем к антропогенному воздействию; оценка антропогенного изменения геосистем в природной среде; разработка природоохранной карты-схемы и рекомендаций геоэкологических направлений снижения негативного экологического воздействия при реализации крупных энергетических проектов Эльгинского угольного комплекса.

Целью исследования является разработка с использованием методики геосистемного подхода геоэкологических направлений снижения негативного воздействия на природную среду воздействия крупных энергетических проектов в Республике Саха (Якутия) на примере Эльгинского угольного комплекса.

Материалы и методы исследования

Основной теоретической базой геоэкологических исследований техногенного воздействия реализуемых энергопроектов в Южной Якутии явились методика геосистемного (ландшафтного) подхода, эколого-географический (геоэкологический) анализ и концепция геотехнических систем.

Геосистемный подход располагает совокупностью методов изучения ландшафтов путем выявления взаимосвязей между компонентами – геолого-геоморфологической основы, водных и воздушных масс, климатической составляющей, многолетне-

мерзлых грунтов, а также связей с другими ландшафтами [2].

Объектами геоэкологических исследований являются современные ландшафты – природно-антропогенные системы, представляющие собой территориальные системы, характеризующиеся пространственным единством, тесным взаимодействием составляющих их компонентов, закономерностей формирования степени их устойчивости и антропогенного изменения и целостностью выполняемых функций. Методические основы эколого-географического анализа, предполагающие рассмотрение геосистемной структуры территории, эколого-ресурсного потенциала и характера антропогенизации природы, могут быть основой для прогнозирования [3].

Положения концепции геотехнических систем были заложены в работах В.С. Преображенского, Т.Л. Александровой, Л.И. Мухиной [4] и других авторов Института географии АН СССР. В геотехнической системе природные и технические части тесно взаимосвязаны и функционируют в составе единого целого, при их формировании и эксплуатации происходит антропогенная трансформация природной среды, «рассмотрение природно-технических систем как одного из главных источников данного вида трансформации природной среды обеспечивает дальнейшее изучение процессов, определяющих ПТС, а также управление ими» [5, с. 106].

Результаты исследования и их обсуждение

Эльгинский угольный комплекс представлен в виде геотехнической системы «угледобывающий комплекс – природная среда», которая состоит из соподчиненных друг другу подсистем – технического, природного и управленческого блоков [6]. Это позволило выявить структуру геосистемы и определить направления и интенсивность факторов воздействия угольного комплекса на природную среду, а также характер и оценку изменения ландшафтов.

Наиболее сложный технический блок содержит добывающую, обогатительную, отвальную, транспортную и гидротехническую подсистемы, сформированные соответствующим производством и выполняющие определенную функцию. Каждая подсистема связана с другими технологическими связями [6]. Технический блок, воздействуя на окружающую природную

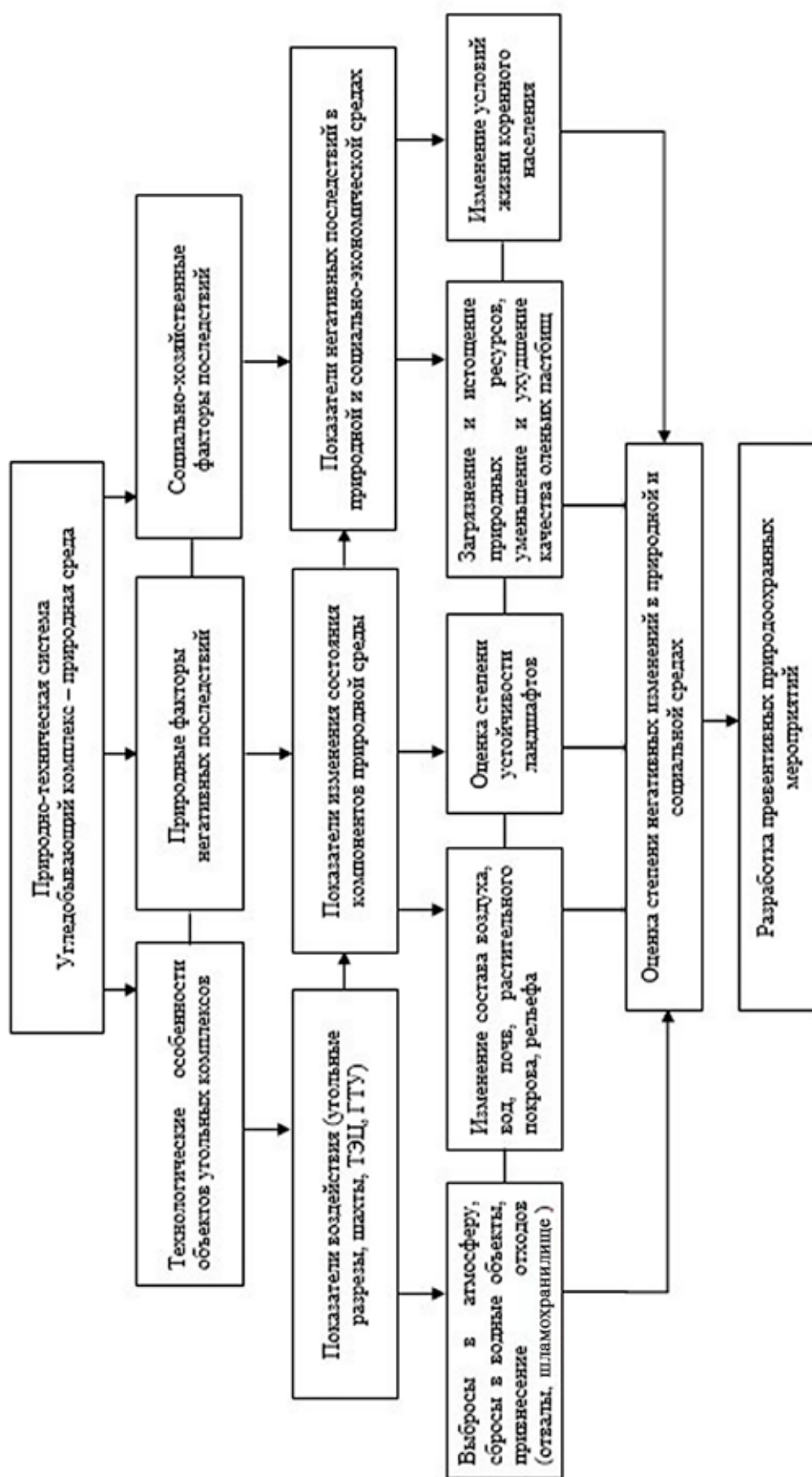
среду, вызывает изменения компонентов составляющих ее ландшафтов.

Для определения возможной степени техногенной нагрузки необходима оценка степени природной устойчивости мерзлотных ландшафтов к этим нагрузкам, устойчивость которых в основном зависит от льдистости поверхностных отложений – основной причины ранимости и уязвимости северных ландшафтов – и от теплозащитной роли растительного покрова.

Оценка устойчивости ландшафтов зоны воздействия Эльгинского угольного комплекса получена с использованием методики оценки устойчивости ландшафтов криолитозоны [7], в которой рассматриваются литогенетическая и фитоценологическая устойчивость. Оценка получена путем присвоения эмпирических оценочных баллов и ранжирования мерзлотных и биогидроклиматических факторов каждого ландшафта [8]. Мерзлотные и биогидроклиматические характеристики ландшафтов территории Эльгинского комплекса получены из работы [9].

Определено, что природные комплексы исследуемой зоны освоения Эльгинского угольного месторождения в целом характеризуются относительно низкой степенью устойчивости к техногенным воздействиям и являются относительно устойчивыми, относительно неустойчивыми и не устойчивыми к техногенному воздействию. В результате оценки устойчивости составлена карта-схема устойчивости ландшафтов зоны Эльгинского угольного комплекса [8].

Существенное значение для исследования изменения природной среды имеет раскрытие механизмов антропогенной трансформации геосистем (ландшафтов) [10]. Оценена степень антропогенной нагрузки и изменения ландшафтов, для чего проведено районирование территории по типу хозяйственного использования земель. В результате получена оценка степени антропогенной измененности ландшафтов зоны освоения Эльгинского угольного месторождения с выделением территорий с различными степенями нарушения ландшафтов видами хозяйственного использования. В целом для территории характерно очаговое развитие зоны промышленного освоения. Наибольшую степень антропогенной измененности имеет локально расположенная территория горных разработок, приуроченная к горно-привершинным подгольцовым и горно-склоновым горно-редколесным ландшафтам [11].



Методическая схема геосистемного подхода к изучению взаимодействия крупных объектов ТЭК РС(Я) с природной средой

На основе карты ландшафтов, оценки степени устойчивости ландшафтов и антропогенных нагрузок разработана рекомендательная карта природоохранных мероприятий, на которой они дифференцированы по ландшафтам и конкретизированы в наборе их уровней и направлений – предотвращающих деградацию почвенно-растительного покрова и сохранение пород в твердом состоянии, ограничивающих движение тяжелого транспорта, предусматривающих рекультивацию отчужденных под добычу угля территорий, а также соблюдение противопожарных, водоохранных мероприятий, оптимальных нагрузок на выпас оленей, норм и правил охоты и рыболовства и т.д. [12].

По результатам исследования разработана методическая схема исследования взаимодействия энергетических объектов с природными системами для определения направлений снижения негативного воздействия энергообъектов Южной Якутии на примере Эльгинского угольного комплекса (рисунок).

Представленная методическая схема предусматривает поэтапное изучение взаимодействия объектов ТЭК Якутии с природной средой, начиная с рассмотрения взаимодействия энергетического объекта с окружающей природной средой в виде геотехнической системы и заканчивая разработкой природоохранных мероприятий. Так, содержание блока технологических особенностей раскрывается при изучении обеспеченности энергетического объекта ресурсами; блока природных факторов – при изучении устойчивости ландшафтов, самоочищения, сейсмичности и т.д. При этом блоки одного ряда не связаны с блоками другого. Необходимо отметить, что предложенная схема представляет собой открытую систему, предусматривающую дальнейшее изучение по следующим направлениям: анализ технологических особенностей взаимодействия имеющихся энергетических объектов с природной средой, ресурсных и природно-географических условий (обеспеченность топливно-энергетическими ресурсами, землей и водой); анализ природно-географических особенностей: криогенных и опасных природных процессов (заторов, сейсмичности, карстообразования); определение потенциальной возможности поглощения и рассеивания загрязняющих веществ в выбросах и стоках; определение степени антропогенной нагрузки (экологической плотности населе-

ния, степени антропогенного воздействия, уровней экологической ситуации); выявление природно-хозяйственных факторов (транспортных условий, занятости природного фона, ценности земель, плотности населения) – и является предметом дальнейших исследований.

Заключение

Одним из путей решения экологических проблем при освоении Севера представляется применение геосистемного подхода, обеспечивающего системность и комплексность исследования в соответствии с закономерностями техногенных изменений ландшафтов. В общем виде этот подход основывается на изучении процессов воздействия хозяйственной деятельности на природную среду, изменений в природной среде и последствий, отражающихся на природных и социальных условиях.

Разработана методическая схема геосистемного анализа взаимодействия крупных объектов угледобывающей промышленности с природными системами в составе угледобывающей геотехнической системы для выбора направлений природосберегающих мероприятий на территории энергообъектов при освоении топливно-энергетических ресурсов Якутии.

Использование методической схемы позволяет определить структуру угледобывающей геотехнической системы и производственное воздействие на водную, воздушную среды путем сбросов сточных вод в речную сеть и выбросов в воздушную среду; на почвенно-растительный покров и их изменение, а также произвести оценку степени негативных изменений в природной среде, включая оценку устойчивости ландшафтов и антропогенного изменения территории на ландшафтном уровне. При этом одними из основных факторов риска являются низкая степень устойчивости ландшафтов Якутии к техногенной нагрузке и низкая скорость самовосстановления.

Кроме того, схема дает возможность изучить негативные последствия в хозяйственно-социальной сфере, в том числе загрязнение и истощение природных ресурсов, в том числе оленьих пастбищ; учесть условия жизни коренного населения и произвести оценку степени негативных последствий в социальной жизни коренных народов.

Предметом дальнейших исследований может стать изучение угледобывающей геотехнической системы по следующим на-

правлениям: анализ технологических особенностей взаимодействия энергообъектов с природной средой; определение потенциальной возможности поглощения и рассеивания загрязняющих веществ в выбросах и стоках; изучение природно-географических особенностей с учетом криогенных и опасных природных процессов; определение степени антропогенной нагрузки, природно-хозяйственных факторов (транспортных условий, занятости природного фона, ценности земель, плотности населения).

Список литературы

1. Эльгинское угольное месторождение: развитие, роль, перспективы. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.vnedra.ru/glavnaya-tema/elginskoe-ugolnoe-mestorozhdenie-razvitiye-rol-perspektivy-23941/> (дата обращения: 27.05.2024).
2. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 317 с.
3. Антипова А.В. Россия. Эколого-географический анализ территории. Москва-Смоленск: Манжента, 2011. 384 с.
4. Преображенский В.С., Александрова Т.Д., Купрянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. М: Наука, 1988. 192 с.
5. Исаев С.В. Концепция геотехнических систем и ее использование при изучении антропогенной трансформации природной среды // Географический вестник. 2016. № 3(38). С. 105-113. DOI: 10.17072/2079-7877-2016-3-105-113.
6. Николаева Н.А., Пинигин Д.Д. Формирование геотехнических систем при разработке Эльгинского каменноугольного месторождения // Фундаментальные исследования. 2015. № 8. С. 153-157.
7. Шполянская Н.А., Зотова Л.И. Карта устойчивости ландшафтов криолитозоны Западной Сибири // Вестник МГУ. Сер.5. География. 1994. № 1. С. 56-65.
8. Николаева Н.А., Пинигин Д.Д. К вопросу об устойчивости природных комплексов зоны освоения Эльгинского каменноугольного месторождения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, № 2-2. С. 457-461.
9. Мерзлотно-ландшафтная карта Республики Саха (Якутия). Масштаб 1: 1 500 000 / Федоров А.Н., Торговкин Я.И., Шестакова А.А., Васильев Н.Ф., Макаров В.С. и др.; гл. ред. М.Н. Железняк. 2018. 2 л.
10. Коновалова Т.И. Методология исследования и картографирования антропогенной трансформации геосистем // Известия Иркутского государственного университета: Серия Науки о Земле. 2020. Т. 33. С. 53-72.
11. Николаева Н.А., Пинигин Д.Д. Антропогенное изменение ландшафтов зоны освоения Эльгинского каменноугольного комплекса // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016. Т. 18, № 2. С. 159-163.
12. Петров Н.А., Николаева Н.А., Пинигин Д.Д. Природоохранное районирование территории промышленного освоения Алгома-Муламского междуречья в Южной Якутии // Естественные и технические науки. 2017. № 8 (110). С. 30-34.