

УДК 504.54

**ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЭЛЬГИНСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ****Николаева Н.А., Пинигин Д.Д.***ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова»  
Сибирского отделения РАН, Якутск, e-mail: nna0848@mail.ru*

В статье предложено изучение экологического воздействия разработки Эльгинского каменноугольного месторождения в Южной Якутии в виде модели геотехнической системы «Эльгинский угольный комплекс – природная среда – человек». В ее составе выделяются три блока: технический, природный и управления, связанные между собой внутренними локализуемыми и изменяющимися связями. Технический блок объединяет несколько производственных подсистем: добывающий, обогащательный, отвальный, транспортный, гидротехнический и селитебный, – которые связаны между собой тесными производственно-технологическими связями. Природный блок состоит из природных комплексов, испытывающих техногенное воздействие. Ведущим звеном в геотехнической системе является блок управления, образованный людьми. Наибольшее внимание уделено техническому блоку, в котором рассмотрены виды, направление, величины количественного и качественного воздействия различных подсистем на компоненты природных комплексов. Рассмотрение Эльгинского угольного комплекса в виде геотехнической системы позволило систематизировать различные функциональные, причинно-следственные и локальные взаимосвязи между ее составляющими.

**Ключевые слова:** угольный комплекс, природный комплекс, геотехническая система, подсистемы, воздействие, взаимосвязи

**FORMATION OF GEOTECHNICAL SYSTEMS WHILE DEVELOPING THE ELGA COAL DEPOSIT****Nikolaeva N.A., Pinigin D.D.***The V.P. Larionov Institute of Physical and Technical Problems of the North,  
Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Yakutsk, e-mail: nna0848@mail.ru*

The article suggested studying the environmental impact of the development of the Elga coal deposit in South Yakutia as a geotechnical model «the Elga coal mining complex – natural environment – man». It consists of three distinct units: technical, natural and management related to each other by internal localizing and modify connections. Technical unit combines several production subsystems – mining, processing, waste piles, transport and hydraulic engineering, which are linked by close industrial and technological links. Natural unit consists of natural systems experiencing anthropogenic impact. Control unit, being the leading link in the geotechnical system, is formed by people. The greatest attention has been paid to the technical unit in which types, the direction, the value of the quantitative and qualitative impact on the various subsystems of the components of natural systems are considered. Consideration of the Elga coal mining complex in the form of a geotechnical system has allowed to systematize the various functional, causal and local relationship between its components.

**Keywords:** coal complex, natural complex, geotechnical system, subsystem, impact, interconnection

В свете современных тенденций мирового экономического развития особое место среди регионов Азиатского Севера отводится Республике Саха (Якутия), где разворачивается проектирование и строительство крупных энергопроектов, способствующих реализации природного потенциала региона. В числе первоочередных предусмотрена реализация освоения Эльгинского каменноугольного месторождения, предусматривающая строительство крупного Эльгинского угольного комплекса (ЭУК). Запасы угля на разрабатываемом Северо-Западном участке месторождения составляют 2,078 млрд т коксующегося и энергетического угля. В период III очереди строительства ЭУК проектная мощность Эльгинского разреза по объемам добычи угля достигнет 27 млн т угля в год, что составит около 2/3 объемов добываемого в республике угля [10].

Строительство и эксплуатация Эльгинского угольного комплекса неминуемо

приведут к серьезному преобразованию природной среды, в связи с чем уже в настоящее время встает острая необходимость поиска путей к разрешению наметившихся экологических проблем.

Одним из них является системный подход, среди направлений которого выбрана концепция геотехнических систем, позволяющая рассматривать энергетический объект и природную среду как звенья единой управляемой геотехнической системы, что обеспечивает наибольшую комплексность, полноту и взаимосвязанность получаемой информации.

Целью данной статьи является рассмотрение Эльгинского угольного комплекса и прилегающих ландшафтов в виде управляемой угледобывающей геотехнической системы, что предусматривает определение видов, величины и направлений техногенных воздействий и установление их связи с характером изменений в компонентах природных комплексов.

Основным постулатом геотехнической концепции является положение, что техническое сооружение и природная среда являются составными частями единого сложного образования – промышленной геотехнической системы «Техническое сооружение – природная среда – человек». Ведущая роль в геотехнической системе отводится человеческой деятельности (обществу), которая осуществляет управляющую и регулируемую роль во всей геотехнической системе [2, 3, 8, 9].

Как известно [2, 3, 8, 9], в структурном отношении все геотехнические системы состоят из трех взаимодействующих блоков: природного, технического и управления. Механизм взаимодействия проявляется в цепочке процессов: воздействие техники на природную среду – изъятие природных ресурсов – привнесение техногенных веществ – отходов производства; изменения свойств и качеств природных компонентов, испытывающих воздействия; последствия (отрицательные), происходящие в результате изменений и влияющие на функционирование самого технического объекта и на условия жизнедеятельности населения, а также на функционирование других природно-технических систем. При этом целостность геотехнической системы достигается связями, существующими между

ее составными частями, через которые они обмениваются веществом, энергией и информацией: локализирующие, изменяющие и управляющие [6, 9].

Изучение взаимодействия угледобывающего комплекса с природной средой рассмотрено на примере разработки Эльгинского каменноугольного комплекса, представленного в виде угледобывающей геотехнической системы «Угледобывающий комплекс – природная среда – человек», в которой можно выделить три блока: технический, природный и управления (рисунок):

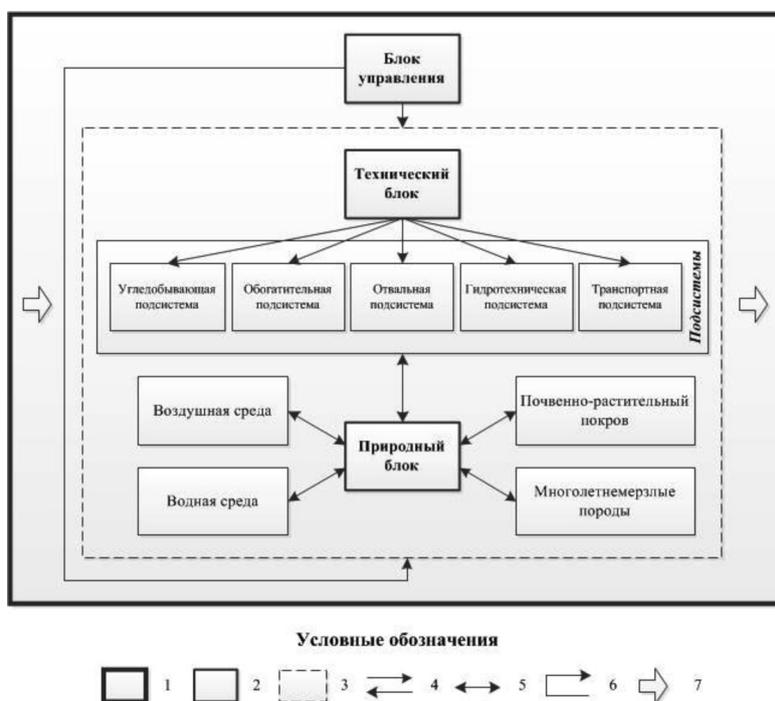
– технический представлен комплексом сооружений промышленного назначения, объединенных единым производственно-технологическим процессом (добыча и обогащение угля) и производственной инфраструктурой;

– природный, включающий природные комплексы разного иерархического ранга, отдельные компоненты которых:

а) являются необходимыми для возникновения и существования производственного объекта (в качестве природных условий);

б) непосредственно участвуют в производственном процессе (в качестве природных ресурсов: как сырье, топливо и т.д.);

в) подвергаются воздействию объектов при удалении отходов производства.



Модель геотехнической системы «Эльгинский угольный комплекс». Условные обозначения: 1 – геотехническая система в целом; 2 – блоки геотехсистемы; 3 – управляемая часть системы; Связи: 4 – прямые и обратные, 5 – внутренние, 6 – локализирующие, 7 – внешние

– управления, образованный людьми, управляющими техническим блоком и влияющими на природный [2].

*Технический блок* состоит из производственных подсистем, связанных между собой тесными производственно-технологическими связями:

Добывающая подсистема представлена Эльгинским разрезом, временной промплощадкой (ремонтно-механическим участком, складом ГСМ), временным складом взрывчатых материалов. Постоянная промплощадка находится на стадии строительства.

Добычные работы, прежде всего, связаны с изъятием и перемещением больших объемов вмещающих пород, изменением напряженного состояния литосферы, а также изменением геокриологических условий участка недропользования. Работы на Эльгинском разрезе приведут к образованию полости в земной коре объемом более 800 млн м<sup>3</sup> и площадью несколько десятков км<sup>2</sup>.

Добыча угля открытым способом сопровождается образованием значительного количества пылегазовых выбросов, особенно при проведении буровзрывных работ, экскавации и погрузке в транспортные средства. На долю добывающей подсистемы в стадии эксплуатации приходится 70,2% среднегодовых выбросов от эксплуатации Эльгинского угольного комплекса на стадии I очереди строительства.

Обогатительная подсистема представлена обогатительной фабрикой мощностью 2,7 млн т угля в год и станцией погрузки угля (295 км ж/д пути «Улак-Эльга»). Также на стадии строительства находится обогатительная фабрика мощностью 9 млн т угля в год. В октябре 2014 г. сезонная обогатительная установка была переведена на круглогодичный режим работы [5]. Удельная доля выбросов, образующихся от эксплуатации обогатительных фабрик в производстве выбросов загрязняющих веществ Эльгинским угольным комплексом на стадии I очереди его строительства, составит в среднем 14,2% в год.

С работой обогатительной подсистемы связаны превышения допустимых концентраций диоксида азота, неорганической пыли, диоксида серы в приземном слое воздуха в радиусе 0,3–1 км от источников загрязнения.

Отвальная подсистема будет представлена отвалами вскрышных пород: тремя внешними отвалами, общим объемом 833,5 млн м<sup>3</sup>, и внутренним объемом – 579,7 млн м<sup>3</sup>. Важнейшие экологические проблемы, возникающие при формировании отвальной подсистемы связаны с изме-

нением рельефа местности, уничтожением почвенно-растительного покрова, образованием выбросов при разгрузке вскрышных пород на борта отвалов и их последующим пылением и т.д.

Гидротехническая подсистема представляет систему гидротехнических сооружений, крупнейшим объектом в которой станет пруд-отстойник карьерных вод площадью 34,59 га. Наполнение данного объекта с учетом отставания графика освоения Эльгинского месторождения, скорее всего, произойдет после 2021–2023 гг. Согласно сообщению Министерства промышленности РС(Я) до означенной даты сброс сточных вод в естественные водные объекты не предусмотрен. Сброс излишков очищенных карьерных вод должен производиться в приток р. Укикит, являющегося притоком р. Мулам.

Таким образом, изменению водного режима и химического состава вод в большей степени подвергнутся водные объекты бассейна р. Укикит. Кроме пруда-отстойника карьерных вод, проект развития Эльгинского угольного комплекса предусматривает создание гидротехнических сооружений, под которые отведено более 46 га [7]. Основное преобразование природных комплексов при образовании гидротехнической подсистемы ЭУК на стадии строительства I очереди связано с частичным перестроением гидрографической сети бассейна р. Укикит, увеличением мутности воды на определенных участках р. Укикит и её притоков, изменением условий нереста речных рыб.

Транспортная подсистема представлена линиями электропередач, подъездной железной дорогой, автомобильными дорогами, автомобильными и железнодорожными мостами, а также трубопроводной системой. Строительство линейных транспортных объектов, среди которых железная дорога «Улак-Эльга» является крупнейшим инфраструктурным объектом, сопровождается образованием карьеров, добычей строительных общераспространенных ископаемых, отчуждением земельных ресурсов и т.д.

*Природный блок* состоит из ландшафтов того или иного ранга, включая природные комплексы, в определенной мере уже измененные человеком [3].

Территория разработки Эльгинского каменноугольного месторождения расположена на стыке двух физико-географических провинций – Становой среднегорной и Тимптоно-Учурской среднегорной [4] и представлена двумя физико-географическими районами – Токинский Становик и Токинская впадина.

Ландшафтная структура представлена сочетанием характерных для гор Южной Якутии сочетанием типов ландшафтов высотной поясности: горно-пустынными, горно-тундровыми, подгольцовыми, горно-редколесными и горно-таежными. Широко распространены интразональные типы ландшафтов – мари, горные долины. Морфологическая структура районов состоит из 8 типов местности [1]:

– горно-привершинный тип местности занимает верхний пояс среднегорных массивов, выложен элювиальными и элювиально-делювиальными отложениями, в пределах которого развита горная растительность;

– плоскогорно-привершинный тип местности характерен для пологоволнистых и плосковершинных участков водоразделов и плоских нагорных террас в пределах межгорных котловин; характерна растительность горно-таежных, горно-редколесных и подгольцовых высотных поясов;

– горно-склоновый тип местности занимает наклонные поверхности горных хребтов, возвышенностей и склонов долин горных рек, сложенные комплексом горных отложений; растительность занимает спектр высотной поясности ландшафтов от горной тайги до горной пустыни;

– предгорный моренный тип местности представлен ледниковыми формами рельефа и распространен в пределах троговой долины р. Ундыткан и вокруг озера Большое Токо. Отложения ледниковые, растительность горно-таежная, горно-редколесная, маревая;

– предгорный зандровый тип местности занимает обширные плоские равнинные участки, сложенные флювиогляциальными отложениями, растительность представлена видами, характерными для горно-таежных, подгольцовых и маревых типов ландшафтов;

– горно-долинный тип местности, к которому относятся днища долин рек Ундыткан, Укикит, Укикиткан, Мулам, Эльга; отложения современные аллювиальные, растительность горно-таежная и интразональная маревая;

– ледниково-долинный тип местности представляют собой днища троговых долин, выполненные гляциальными отложениями; растительность горно-таежная, горно-редколесная и маревая;

– озерно-котловинный тип местности приурочен к узкой береговой террасе оз. Большое Токо;

– аквальные комплексы представлены озерами и руслами рек; многочисленные небольшие озера распространены в пред-

горном моренном, зандровом и ледниково-долинном типах местности.

*Блок управления* формируют руководящий персонал и специалисты Эльгинского угольного комплекса, основными задачами которых являются обеспечение выполнения производственных показателей всех подсистем технического блока и минимизация негативных природных последствий.

В результате проведенной работы получены следующие результаты:

– выявлена структура геотехнической системы «Эльгинский угольный комплекс – природная среда – человек», в состав которой входят технический, природный и управленческий блоки. Наибольшее внимание уделено техническому, состоящему из добывающей, обогатительной, отвальной, транспортной и гидротехнической подсистем;

– раскрыт механизм взаимодействия производственных подсистем с компонентами природной среды, определены функциональные и изменяющие взаимосвязи в геотехнической системе;

– установлены эколого-географические особенности взаимодействия производственных подсистем с различными природными комплексами.

#### Список литературы

1. Варламов С.П., Васильев И.С., Торговкин Я.И. Особенности ландшафтной структуры района строительства Эльгинского угольного комплекса и прилегающей территории // Наука и образование. – 2011. – № 4 (64). – С. 21–24.
2. Геоэкологические принципы проектирования природно-технических геосистем / под ред. Т.Д. Александровой. – М.: Изд-во ИГ АН, 1987. – 321 с.
3. Долгушин И.Ю. Индустриальные геотехнические системы / Взаимодействие хозяйства и природы в городских и промышленных геотехнических системах. – М.: Изд-во ИГ АН СССР, 1982. – С. 100–106.
4. Мерзлотно-ландшафтная карта Якутской АССР М-6 1:2 500 000 / Отв. ред. П.И. Мельников. – М.: ГУГК, 1991.
5. «Мечел» сообщает о переводе сезонной обогатительной фабрики Эльгинского угольного комплекса на круглогодичный режим эксплуатации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mechel.ru/press/press/elga?rid=25190&oo=1&fnid=68&newWin=0&apage=1&nm=131829&fxsl=view.xml> (дата обращения: 16.07.14).
6. Мухина Л.И., Рунова Т.Г. Система показателей для изучения и оценки воздействия человека на природу / Изучение и оценка воздействия человека на природу. – М.: Изд-во ИГ АН СССР, 1980. – С. 7–166.
7. Николаева Н.А., Пинигин Д.Д. Оценка факторов техногенного воздействия на природную среду Эльгинского угольного комплекса // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5; URL: [www.science-education.ru/119-14545](http://www.science-education.ru/119-14545) (дата обращения: 21.07.2015).
8. Преображенский В.С., Александрова Т.А., Куприянова Т.П. Основы ландшафтного анализа. – М.: Наука, 1988. – 192 с.
9. Природа, техника, геотехнические системы / Отв. ред. В.С. Преображенский. – М.: Наука, 1978. – 151 с.

10. Энергетическая стратегия Республики Саха (Якутия) на период до 2030 года / отв.ред. Петров Н.А. – Якутск; Иркутск: Медиа-холдинг «Якутия», 2010. – 208 с.

### References

1. Varlamov S.P., Vasilev I.S., Torgovkin Ja.I. Osobennosti landshaftnoj struktury rajona stroitelstva Jelginskogo ugolnogo kompleksa i prilegajushhej territorii // Nauka i obrazovanie. 2011. no. 4 (64). pp. 21–24.

2. Geojekologicheskie principy proektirovanija prirodno-tehnicheskikh geosistem / pod red. T.D. Aleksandrovoj. M.: Izd-vo IG AN, 1987. 321 p.

3. Dolgushin I.Ju. Industrialnye geotehnicheskie sistemy / Vzaimodejstvie hozjajstva i prirody v gorodskih i promyshlennyh geotehsistemah. M.: Izd-vo IG AN SSSR, 1982. pp. 100–106.

4. Merzlotno-landshaftnaja karta Jakutskoj ASSR. M-b 1:2 500 000 / Otv. red. P.I. Melnikov. M.: GUGK, 1991.

5. «Mechel» soobshhaet o perevode sezonnoj obogatitelnoj fabriki Jelginskogo ugolnogo kompleksa na kruglogodichnyj rezhim jekspluatacii [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.mechel.ru/press/press/elga?rid=25190&oo=1&fnid=68&newWin=0&apage=1&nm=131829&fxsl=view.xsl> (data obrashhenija: 16.07.14).

6. Muhina L.I., Runova T.G. Sistema pokazatelej dlja izuchenija i ocenki vozdejstvija cheloveka na prirodu / Izuchenie

i ocenka vozdejstvija cheloveka na prirodu. M.: Izd-vo IG AN SSSR, 1980. pp. 7–166.

7. Nikolaeva N.A., Pinigin D.D. Ocenka faktorov tehnogennogo vozdejstvija na prirodnuju sredu Jelginskogo ugolnogo kompleksa // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2014. no. 5; URL: [www.science-education.ru/119-14545](http://www.science-education.ru/119-14545) (data obrashhenija: 21.07.2015).

8. Preobrazhenskij V.S., Aleksandrova T.A., Kuprijanova T.P. Osnovy landshaftnogo analiza. M.: Nauka, 1988. 192 p.

9. Priroda, tehnika, geotehnicheskie sistemy / Otv. red. V.S. Preobrazhenskij. M.: Nauka, 1978. 151 p.

10. Jenergeticheskaja strategija Respubliki Saha (Jakutija) na period do 2030 goda / отв.ред. Petrov N.A. Jakutsk; Irkutsk: Media-holding «Jakutija», 2010. 208 p.

### Рецензенты:

Бурцева Е.И., д.г.н., профессор Финансово-экономического института «Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова», г. Якутск;

Саввинов Г.Н., д.б.н., директор НИИ прикладной экологии Севера «СВФУ им. М.К. Аммосова», г. Якутск.