



УДК 528.88

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В ПРИБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС И ДЗЗ ИЗ КОСМОСА© Ю.Г. Никитина¹

Иркутский национальный исследовательский технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

В статье рассмотрены источники антропогенного воздействия на ландшафты Прибайкальского национального парка, а также представлена методика их картографирования на основе визуального и автоматизированного дешифрирования многозональных космических снимков Landsat.

Ключевые слова: источники антропогенного воздействия; дешифрирование космических снимков; методика картографирования; Прибайкальский национальный парк.

**GIS AND REMOTE SENSING-BASED MAPPING OF MAN IMPACT SOURCES IN PRIBAIKALSKY NATIONAL PARK
I.G. Nikitina**

Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

The article deals with the sources of man impact on Pribaikalsky National Park landscapes and introduces a mapping technique that is based on the visual and automated interpretation of *Landsat* multispectral space images.

3 figures. 17sources.

Keywords: sources of man impact; space image interpretation; GIS-mapping technique; Pribaikalsky National Park.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) – это эффективный метод сохранения и восстановления природной среды, однако ландшафтное разнообразие данных территорий ежедневно прямо или косвенно подвержено антропогенному воздействию (антропогенной трансформации). На сегодняшний день использование картографического подхода с помощью данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в целях наиболее эффективного решения данной проблемы позволяет получить наглядное высокоинформативное, объективное отображение геоэкологического состояния природных комплексов ООПТ в прошлом, настоящем и будущем.

В Прибайкалье эта проблема в наибольшей степени затрагивает одну из самых освоенных, легкодоступных и посещаемых ООПТ Иркутской области – Прибайкальский национальный парк [4]. Прибайкальский национальный парк (далее – ПНП), основанный в 1986 г. на площади 418 тыс. га, занимает узкую полосу побережья Байкала от п. Култук на юге до границы с Байкало-Ленским заповедником на севере. В настоящее время с 2014 г. запущен процесс объединения в Иркутской области администраций Байкало-Ленского заповедника и Прибайкальского национального парка, при этом их цели деятельности и территории останутся прежними [12]. Парк расположен в самой густонаселенной и промышленной зоне Иркутской области, с которой связан сеть автомобильных, железнодорожных дорог, водными и воздушными линиями. Кроме того, на территории, вошедшей в границы парка без изъятия из хозяйственного использования, находятся 46 населенных пунктов сельского типа и 4 поселка городского типа, в которых проживают 15 тыс. чел. [6, 11].

Таким образом, исходя из географического положения, близости к крупным населенным пунктам и промышленно-развитым центрам, легкой транспортной доступности, природные комплексы парка подвержены значительному влиянию хозяйственной деятельности человека.

Комплексная ландшафтно-экологическая карта составляется в зависимости от современного состояния природных комплексов, их антропогенных модификаций, от степени и характера хозяйственного использования и антропогенной нарушенности компонентов ландшафта, от вида и степени загрязнения окружающей среды и т.д. Поэтому для создания подобных карт, в первую очередь, важно выявление и картографирование источников антропогенного воздействия на ландшафты [14].

Под источником антропогенного воздействия понимается объект, созданный в результате или по причине хозяйственной деятельности человека, приводящий к изменению биотопических условий и последующей реакции биоты на произошедшие изменения или трансформации. По направлению изменений трансформации разделяются на восстановительные и деградационные [8].

Методика создания карты включает в себя следующие традиционные этапы:

- Подготовительный этап;
- Этап сбора и обработки исходных данных;
- Составление, оформление и издание карты [5].

На рис. 1 представлена общая технологическая схема методики геоинформационного картографирования источников антропогенного воздействия на ландшафты.

¹Никитина Юлия Григорьевна, аспирант, тел.: 89247017265, e-mail: yul-shevchuk@mail.ru
Nikitina lulia, Postgraduate, tel.: 89247017265, e-mail: yul-shevchuk@mail.ru



Рис. 1. Общая технологическая схема геоинформационного картографирования источников антропогенного воздействия на ландшафты

На первом этапе происходит разработка программы карты, включающей: проектирование назначения карты; содержания и способов отображения ее картографической и тематической основ; видов и способов получения исходных данных.

Второй этап заключается в сборе, анализе и обработке исходных данных.

Для достоверной и всесторонней оценки антропогенного воздействия необходимо привлечение обширного спектра источников информации, включающего практически все виды, типы и способы получения исходных данных.

В качестве исходных материалов для данного исследования были использованы мультиспектральные изображения многозональных космических снимков Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Landsat 8 OLI территории Прибайкальского национального парка за 1994, 2006, 2011, 2013 гг., преимущественно в летние месяцы. Также применялись различные картографические, справочно-статистические, литературные источники, касающиеся темы исследования, и полевые данные, на основе которых были определены и сведены в таблице основные источники антропогенной нарушенности геосистем Прибайкальского национального парка (* выделены источники, которые не находятся на территории ПНП, но оказывают существенное воздействие на его геосистемы) [6].

Технологически наиболее сложным звеном второго этапа является дешифрирование и обработка материалов дистанционного зондирования Земли (рис. 1).

На снимках при визуальном дешифрировании хорошо передаются многие виды антропогенного воздействия. По прямым признакам дешифрируются места открытой добычи полезных ископаемых, закрытой – по косвенным признакам (отвалы, просадки, инфраструктурная сеть). Воздействие от обрабатывающей промышленности проявляется через загрязнение воздуха (на снимках хорошо видны дымовые шлейфы, смог), почвенно-растительного покрова (загрязнение снежного покрова, деградация растительности), поверхностных вод (тепловое, химическое, механическое загрязнение). Скорость застройки городских, пригородных и рекреационных зон также находят отображение на снимках, и эти зоны могут быть количественно определены. Сельскохозяйственная деятельность выявляется по распаханности территории, степени пастбищного и сенокосного использования и изменениям, к которым они приводят: водной и ветровой эрозии, деградации почвенно-растительного покрова, дегумификации почв. Определяются на снимках и нарушения растительности: опустынивание, вырубки, следы пожаров, смена коренных пород, патологии и др. [3, 10].



**Основные источники антропогенного воздействия на геосистемы
Прибайкальского национального парка**

Наименование	Рабочее состояние	Класс природопользования
Месторождение «Ангасольское»*	действующее	Горнопромышленное
Участок, примыкающий с С-В к Ангасольскому месторождению*	действующее	Горнопромышленное
Месторождение «Бугульдейское»*	действующее	Горнопромышленное
Месторождение «Буровщина»*	действующее	Горнопромышленное
Месторождение «Перевал»*	действующее	Горнопромышленное
Месторождение «Динамитное»*	действующее	Горнопромышленное
Населенные пункты	действующее	Селитебное (застройка, ЖКХ)
Промышленность г. Байкальска*	приостановленное	Промышленное
Промышленность г. Свирска*	действующее	Промышленное
Промышленность г. Черемхово*	действующее	Промышленное
Промышленность г. Усолье-Сибирское*	действующее	Промышленное
Промышленность г. Ангарска*	действующее	Промышленное
Промышленность г. Иркутска*	действующее	Промышленное
Промышленность г. Шелехова*	действующее	Промышленное
Сельское хозяйство	действующее	Сельскохозяйственное
Лесное хозяйство	периодическое	Лесохозяйственное
Иркутское водохранилище	действующее	Природно-техногенное
Туризм, рекреация	действующее	Рекреационное
Линии электропередачи	действующее	Промышленное: энергетика
Железнодорожный транспорт	действующее	Транспортное, рекреационное
Автомобильный транспорт	действующее	Транспортное
Водный транспорт*	действующее	Транспортное
Трубопроводный транспорт*	действующее	Транспортное
Рыболовство	действующее	Промышленное, браконьерное

Для более точной фиксации произошедших изменений хорошо использовать построенные в программном комплексе ENVI с применением функции LayerStacking автоматизированные разновременные композиты космических снимков, методика создания которых изложена в работах [8, 15]. На полученных разновременных композитах все изменения достаточно четко определены: темный цвет показывает исчезнувшие объекты, а светлый – наоборот, появившиеся на более позднем снимке.

По построенным в программном комплексе ENVI разновременным композитам, по отдельным зональным и цветным синтезированным изображениям разновременных космических снимков Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM, Landsat 8 OLI в комбинации каналов 3-2-1, 7-4-2, используя методику, применяемую в работах [7, 8, 15], отчетливо дешифрируются контуры лесных вырубок, гарей, пахотных земель, разработок месторождений полезных ископаемых и их динамика.

Далее приводятся характеристики источников антропогенного воздействия в Прибайкальском национальном парке.

1. Горнодобывающее воздействие. Вблизи границ ПНП, в 4 км от берега Байкала разрабатываются месторождения щебня из природного камня (граниты и мегматиты) «Ангасольское» и «Участок», примыкающее с северо-востока к Ангасольскому месторождению (рис. 2). Добыча строительного материала ведется с 1957 г., а с 1981 г. был введен в эксплуатацию Ангасольский щебеночный завод мощностью 350 тыс. м³/год. Помимо основной продукции – щебня в виде смеси фракций от 25 до 60 мм – завод выпускает щебень в виде смеси фракций от 5 до 25 мм, песок из отсевов дробления для строительных работ, а также бутовый камень (скальный грунт) для водоборьбы [1].

Также на западном побережье оз. Байкал находится месторождение облицовочного мрамора – «Бугульдейское». Оно расположено в 2 км от с. Бугульдейка, но не попадает в границы парка. Запасы месторождения (по категориям А+В+С₁) оцениваются до 10 млн м³, а добываемый мрамор имеет высокие декоративные качества [18]. Но в последнее время его разработка прекращена, т.к. территория залегания



Рис. 2. Юго-западная часть ПНП и Ангасольское месторождение на фрагменте космического снимка Landsat 5 (02.08.2009)

некоторых месторождений находится в центральной экологической зоне Байкала, в которой установлен режим ограниченного природопользования. Более того, здесь исключается освоение новых месторождений и решается вопрос о свертывании добычи на действующих предприятиях [6].

Воздействие на окружающую среду от добычи полезных ископаемых начинается с закладки шурфов, шахт, канав, карьеров, обнажения коренных пород, что способствует развитию водной и ветровой эрозии. Кроме этого, негативное воздействие от освоения минеральных ресурсов заключается в сбросе сточных вод, пылевом загрязнении воздуха, повышении селеопасности за счет накопления отвалов в долинах рек, создания риска аварийных ситуаций как человеческого, так и природного характера (сейсмогенного, гравитационного) [13].

2. Лесохозяйственное воздействие. Большая часть лесных вырубок определяются на космическом снимке за 1991, 1994 гг.. Обнаруженные участки расположены, преимущественно, на о. Ольхон: восточнее оз. Шара-Нур, в центральной части острова, а многочисленные лесные просеки – восточнее пос. Хужир. На снимках 2006 и 2011 гг. указанные объекты значительно сокращены в размерах, что говорит об их зарастании и эффективности природоохранных мероприятий.

Горелые участки леса отчетливо дешифрируются на космических снимках. С их помощью были выявлены многочисленные последствия пожаров в южной части парка, а также на о. Ольхон и побережье Малого моря.

3. Сельскохозяйственное воздействие. До создания ПНП на его территории, особенно в Ольхонском районе, было развито сельское хозяйство: земледелие и скотоводство. На снимках 2006 и 2011 гг.

распаханные участки видны нечетко, что говорит об их заброшенности и зарастании [8]. В настоящее время здесь сохраняется скотоводство.

4. Транспортное воздействие. Небольшой отрезок Транссибирской магистрали (севернее ст. Андриановская – о.п. Земляничный) непосредственно примыкает к территории крайней юго-западной части национального парка [9]. Именно на этот отрезок упомянутой ветки путей сообщения попадают разрабатываемые месторождения щебня, что усиливает негативное антропогенное воздействие на природную среду данной территории.

Автомобильные дороги регионального значения в границах парка проложены от г. Иркутска до пос. Листвянка, Б. Голоустное, Хужир. Федеральная трасса М-55 хоть и не попадает в границы парка, но проходит очень близко от его крайней юго-западной части, что оказывает негативное воздействие на приграничные ландшафты национального парка.

Кроме этого, Байкал вместе с притоками служит в регионе транспортными путями. Вдоль его берегов существует несколько портов и пристаней: Листвянка, Байкал, Б. Коты, Б. Голоустное, Сахюрта, Хужир, бух. Песчаная и др. Всего в 2011 г. на Байкале официально было зарегистрировано 245 судов (из которых около 80% принадлежат частным лицам) [6, 19]. Флот применяется, главным образом, для перевозки пассажиров, грузов, рыбной ловли, научных исследований. Навигация продолжается с середины июня по ноябрь. При этом прибрежные природные комплексы подвержены воздействию водного транспорта.

5. Воздействие Иркутского водохранилища. До создания Иркутского водохранилища средний многолетний уровень оз. Байкал равнялся 454,5 м над уровнем моря, а амплитуда его годовых колебаний составляла 82 см. После строительства плотины на р. Анга-



ре уровень Байкала поднялся примерно на 1 м, амплитуда колебаний увеличилась до 94 см [2, 6], что вызвало затопление земель и привело к размыву берегов, увеличению мутности вод и осадконакоплению, уничтожению традиционных мелководных мест обитания и нереста промысловых рыб.

6. *Рекреационное воздействие.* Не секрет, что развитие туристической сферы влечет за собой негативные последствия. Под рекреационным воздействием понимается трансформация природных и природно-антропогенных ландшафтов, вызванная определенными формами и интенсивностью рекреационного использования территории [16]. География рекреационного воздействия, по большей мере, основывается на транспортной доступности мест отдыха. Большое влияние испытывают ландшафты вдоль транспортных магистралей и коммуникаций, пляжные зоны и окрестности культурно-бытовых объектов. При этом нарушаются естественные ландшафты, что во многом может снизить привлекательность территории.

Значительные нагрузки на природные системы отмечаются в наиболее популярных местах отдыха (бух. Песчаная, о. Ольхон и Приольхонье). На указанных территориях наблюдаются значительные степени замусоренности, деградации почвенно-растительного покрова, сброса стоков и т.д. Нерегулируемый туризм, как известно, во многих случаях служит причиной лесных пожаров.

Также стихийным образом застраиваются побережья озера гостиницами, частными коттеджами, турбазами. Если такая тенденция сохранится, то к озеру нельзя будет свободно подойти.

7. *Воздействие обрабатывающей промышленности.* На Южную котловину приходится 56,6 % суммарных воздушных загрязнений по всему озеру [19]. Основной вклад до 2013 г. вносил Байкальский ЦБК и его ТЭЦ, сегодня – это многочисленные котельные и горнодобывающие предприятия г. Слюдянки и других поселков побережья. Некоторую часть в аэровыбросы поставляет автомобильный транспорт.

В акваторию Южного Байкала из Иркутско-Черемховской промышленной зоны переносится до 10% выбросов (до 70 тыс. т в год), тогда как в котловине озера климатические и орографические условия таковы, что способствуют накоплению в ней вредных веществ. На долю глобального переноса приходится около 30% загрязнения воздуха.

Третий этап – картографирование источников антропогенного воздействия в Прибайкальском национальном парке. На данном этапе все вышеперечисленные объекты были послойно оцифрованы и представлены в программной оболочке ГИС MapInfo Professional в картографической проекции долготы/широта WGS 84 в масштабе 1 : 1000000 (в 1 см – 10 км). Данный масштаб является наиболее оптимальным для создания обзорной карты на территорию Прибайкальского национального парка, что, в свою очередь, способствует анализу общих условий формирования и развития экологического состояния природных комплексов парка.

Цифровая карта «Источники антропогенного воздействия на ландшафты Прибайкальского национального парка» в структурном отношении, как и многие другие тематические карты, состоит из общегеографической и тематической основ. Общегеографическая основа карты включает векторные слои гидрографии, административных границ. Картографический слой гидрографической сети представлен озерами, водохранилищами, постоянными реками, шириной менее 300 м и более 300 м. Слой административных границ на данной карте состоит только из региональной границы между Иркутской областью и Республикой Бурятия.

Основное содержание карты представлено различными типами антропогенного воздействия: рекреационным, промышленным, лесо-, сельско- и водохозяйственным. Векторные слои населенных пунктов и дорожной сети, самой территории на данной карте являются одновременно и общегеографической основой, и тематическим содержанием карты в качестве селитебного и транспортного воздействия соответственно (рис. 3, 4).

Векторный слой дорожной сети образован различными типами транспортных сообщений: железнодорожным, автомобильным – с покрытием и без покрытия (в том числе тропами) дорогами, изображенными линиями разной структуры и толщины.

Населенные пункты, согласно численности их жителей, сгруппированы по пяти категориям и обозначены пунсонами разного размера. Причем для обозначения поселений, расположенных на территории ПНП, предлагается использовать диаграммы, показывающие структуру их специализации по отраслям экономики (сельское, лесное хозяйство, транспорт, туризм и рекреация, добывающая и обрабатывающая промышленность).

Количественная характеристика функционирующих туристических баз на определенных посещаемых участках парка образует векторный слой «Рекреационное воздействие». Береговая линия Иркутского водохранилища, включая оз. Байкал, относится к тематическому слою «Водохозяйственное воздействие». Объектами картографического слоя «Лесохозяйственное воздействие» являются свежие и зарастающие гари и вырубки, а действующие и приостановленные заводы и карьеры по разработке месторождений полезных ископаемых составляют слой «Промышленное воздействие». Тематический слой карты «Сельскохозяйственное воздействие» содержит векторные объекты пахотных и используемых под пастбища земель; слой «Природоохранное воздействие» включает территорию и границы Прибайкальского национального парка.

Практически все объекты основного содержания представлены на карте локализованными внеслужбными знаками, за исключением площадного участка старой гари (в истоке р. Шабартуй) и береговой линией Иркутского водохранилища (на карте дана в виде пунктирной светлой линии).



Рис. 3. Фрагмент карты «Источники антропогенного воздействия в Прибайкальском национальном парке»

Тематические элементы

Селитебное воздействие

Населённые пункты по числу и типу занятости жителей

- более 100000
- 10000 - 100000
- 1000 - 10000
- 100 - 1000
- 0 - 100

- Сельское хозяйство
- Лесное хозяйство
- Транспорт
- Туризм и рекреация
- Обрабатывающая промышленность
- Добывающая промышленность

Транспортное воздействие

Дороги

- Автомобильные с покрытием
- - - - - Автомобильные без покрытия
- Железные дороги

Рекреационное воздействие

Количество турбаз

- 30 - 35
- 15 - 20
- 11 - 15
- 6 - 10
- 0 - 5

Промышленное воздействие

Добывающая промышленность

- ▲ Действующие месторождения
- ▲ Закрытые месторождения

Обрабатывающая промышленность

- Действующие промышленные центры
- Недействующие промышленные центры

Сельскохозяйственное воздействие

- Распаханные земли

- Выпас скота

Водохозяйственное воздействие

- - - - - Береговая линия Иркутского водохранилища

Лесохозяйственное воздействие

Участки горелого леса (гари), площадью менее 1,5 кв. км

- ◆ Свежие гари
- ◆ Зарастающие гари

Участки горелого леса (гари), площадью 1,5 кв. км и более

- Зарастающие гари

Вырубки

- Зарастающие вырубки

Природохозяйственное воздействие

- - - - - Граница Прибайкальского национального парка

Общегеографические элементы

Гидрография

- Озёра, водохранилища, крупные реки
- Прочие реки

Административные границы

- - - - - Граница между субъектами РФ

Рис. 4. Легенда к карте «Источники антропогенного воздействия в Прибайкальском национальном парке»

В результате выполненного исследования были:

- систематизированы источники исходных данных по типам, видам и классу достоверности;
- проработана методика картографирования источников антропогенного воздействия;
- разработано содержание легенд к картам источников антропогенного воздействия.
- На примере Прибайкальского национального парка выполнено следующее:

- выявлены основные источники антропогенного воздействия на ландшафты Прибайкальского национального парка, определяющие экологический фон его территории;
- создана цифровая карта «Источники антропогенного воздействия в Прибайкальском национальном парке», служащая основой для проведения оценки и мониторинга состояния ландшафтов ООПТ.

Статья поступила 05.02.2015 г.



Библиографический список

1. Ангасольский щебеночный завод [Электронный ресурс]. URL: <http://www.1pnk.ru/filials/angasolka>
2. Атлас Байкала / под ред. Г.И. Галазия. М.: ФСГКР, 1993. 160 с.
3. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина. М.: Академия, 2004. 336 с.
4. Геоинформационное картографирование антропогенного воздействия с использованием разновременных космических снимков на примере Прибайкальского национального парка / Б.Н. Олзоев, Ю.Г. Никитина (Шевчук) // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр., 8–18 апреля 2014 г.; Новосибирск: Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия»: сб. материалов в 2 т. Новосибирск: СГГА, 2014. Т. 2. С. 237–242.
5. Геоэкологическое картографирование: уч. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б.И. Кочуров, Д.Ю. Шишкина, А.В. Антипова, С.К. Костовская. М.: Академия, 2009. 192 с.
6. Государственный доклад о состоянии озера Байкал и мерах по его охране в 2006–2011 годах [Электронный ресурс]. URL: <http://geol.irk.ru/baikal/>
7. Дешифрирование многозональных космических снимков. Методика и результаты: альбом. М.-Берлин: Наука, Akademie-Verlag Berlin, 1982. 85 с.
8. Изучение антропогенной трансформации ландшафтов Прибайкалья по космическим снимкам (на примере острова Ольхон) / Б.Н. Олзоев, Ю.Г. Никитина (Шевчук) // Вестник ИрГТУ. 2014. № 2 (85). С. 67–74.
9. Карта «Транспортно-экологический комплекс». Масштаб 1 : 2500000 // Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. М. – Иркутск, 2004. С. 69.
10. Никитина (Шевчук) Ю.Г. Отображение на космических снимках антропогенного воздействия на ландшафты и способы его картографирования // Науки о Земле. Современное состояние: материалы II Всероссийской молодежной научно-практической школы-конференции. Геологический полигон «Шира», Республика Хакасия, Россия. 31 июля – 7 августа 2014 г. / Новосибир. гос. ун-т; Ин-т нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН. Новосибирск: ИЦ ИГУ, 2014. С. 283–285.
11. Общая информация. Прибайкальский государственный национальный парк [Электронный ресурс]. URL: http://www.pribaikalsky.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=144&Itemid=294
12. Объединение Байкало-Ленского заповедника и Прибайкальского парка [Электронный ресурс]. URL: <http://travel-siberia.ru/forum/viewtopic.php?f=8&t=2952>
13. Перспективы рационального использования минеральных ресурсов Южного Прибайкалья / Е.П. Васильев, Л.З. Резницкий, Н.И. Демьянович, Е.А. Некрасова // География и природные ресурсы. Научный журнал СО РАН. 1995. № 4. С. 57–64.
14. Петрова И.Ф. Отображение антропогенной трансформации геосистем на эколого-географических картах. // Геология, география и глобальная энергия. 2012. № 4 (47). С. 182–187.
15. Программный комплекс ENVI: уч. пособие. М: Совзонд, 2011. 315 с.
16. Рекреационное воздействие (территориально-экологический анализ рекреационной деятельности / С.В. Рященко, Т.А. Зайцева, О.В. Евстропьева // Региональный экологический атлас. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1998. С. 149–157.
17. Численность населения России, федеральных округов, субъектов Российской Федерации, городских округов, муниципальных районов, городских и сельских поселений [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm
18. Экономика Иркутской области: в 4 т. / М.А. Винокуров, А.П. Суходолов. Иркутск: Изд-во БГУЭП (ИГЭА), 2002. Т. 3. 432 с.
19. Экономика Иркутской области: в 4 т. / М.А. Винокуров, А.П. Суходолов. Иркутск: Изд-во БГУЭП (ИГЭА), 2004. Т. 4. 248 с.

УДК 622.831

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МНОГОВЕРШИННОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПРОГНОЗА ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ УДАРООПАСНОСТИ

© Е.Л. Сосновская¹

Иркутский национальный исследовательский технический университет, 664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены результаты исследований геомеханических условий горного массива Многовершинного золоторудного месторождения. Определены физико-механические свойства пород и руд, выявлены закономерности формирования тектонических структур и натурными измерениями определены первоначальные напряжения горного массива. Установлено, что на месторождении действуют гравитационно-тектонические напряжения. По результатам исследований сделан прогноз потенциальной удароопасности на руднике. Определена критическая глубина по проявлениям горного давления, которая составила 300–440 м.

Ключевые слова: геомеханические условия; золоторудные месторождения; физико-механические свойства горных пород; прогноз; природные и техногенные напряжения.

¹Сосновская Елена Леонидовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, тел. (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu
Sosnovskaya Elena, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Associate Professor of the Department of Mineral Deposits Development, tel.: (3952) 405216, e-mail: 1.gor@istu.edu