

УДК 622.553

DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-10-40-48

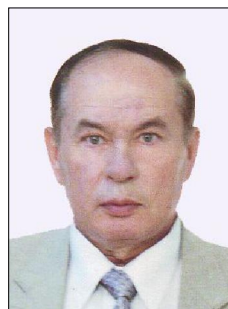
ПОСТАНОВКА И ПИЛОТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СМЕЖНОЙ НАУЧНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

STATEMENT AND PILOT SUBSTANTIATION OF THE RELATED SCIENTIFIC DISCIPLINE “MINING TECHNOLOGY”



*Г. В. Секисов,
Институт горного дела
Дальневосточного
отделения Российской
академии наук, г. Хабаровск
adm@igd.khv.ru*

*G. Sekisov,
Institute of Mining of the
Far-Eastern Branch of the
Russian Academy of Sciences,
Khabarovsk*



*В. М. Герасимов,
Забайкальский
государственный
университет, г. Чита
kafsmim@zabgu.ru*

*V. Gerasimov,
Transbaikal State University,
Chita*

Выдвигается и обосновывается актуальная научная дисциплина «Горнотехническое сопротивление материалов» в качестве одной из смежных составляющих горно-геологических, технических и материаловедческих наук. Отмечается ее важная роль в современном научном обеспечении создания прогрессивных и надежных технических средств и горных технологий и в целом — эффективного освоения месторождений полезных ископаемых и в деле высококвалифицированной подготовки и рационального использования научных, преподавательских и инженерно-технических кадров. Рассматривается ее содержание как общетерминологической и научной категории в системно-комплексном отражении. Представлены объект, предмет, общая цель и основные задачи специфической научной дисциплины.

Предметно раскрывается и обосновывается в иерархически объемном отражении концепция новой научной дисциплины с позиций научно-производственной категории и системного комплекса основных аспектов ее проявления, а в их числе — происхождение, вещественность, количественные и качественные особенности, назначение и другие признаки.

Дана предметная группировка природных и природно-искусственных материалов сферы горнопромышленных производств и смежных с ними производств, включая машиностроительные, предлагаемая для рассмотрения в новой дисциплине

Ключевые слова: горнотехническое сопротивление материалов; научная дисциплина; технические средства; горная технология; содержание дисциплины; научно-производственная категория; системный комплекс; аспекты; объемное отражение

The modern actual scientific discipline “Mining resistance of materials” is put forward and initially proved as one of the adjacent components of mining-geological, technical and material sciences. An important role nowadays in the modern scientific basis for the establishment of advanced and reliable technical equipment and mining technology is noted, and in general, an effective development of mineral deposits and in the case of highly skilled training and rational use of scientific, teaching and engineering and technical personnel as well. Its content, as a kind, of the general thermal and scientific categories in the system-complex reflection is given. The object, subject, general purpose and main tasks of this specific scientific discipline are presented.

The concept of a new scientific discipline from the standpoint of the scientific and production category and the system complex of the main aspects of its manifestation, including its origin, materiality, quantitative and qualitative features, purpose and some other important features, is revealed and substantiated in a hierarchical volume reflection.

The article presents the subject grouping of natural and natural-artificial materials in the sphere of mining and related industries, including engineering, proposed for consideration in the new discipline

Key words: mining technical resistance of materials; scientific discipline; technical means; mining technology; content of discipline; scientific and production category; system complex; aspects; volume reflection

Введение. Происходящие в мире негативные политические процессы, провоцируемые рядом западных стран во главе с США, продолжают расширять обстановку русофобии, введение различного рода санкций для России.

В этих неблагоприятных условиях обострилась проблема обеспечения надлежащей обороноспособности Российской Федерации и ускоренного социально-экономического развития, что предусматривается стратегией и программой научно-технологического развития страны, принятием и реализацией ряда радикальных мер, направленных на достижение данных целей. В их числе важная роль отводится развитию основных промышленных производств, к которым следует отнести и обеспечение высокоэффективного развития горнопромышленных производств востребованной минеральной продукции, в дальнейшем высокопрочных черных и цветных металлов высокого качества, что также потребует осуществления общей президентской установки на «прорывные» технологии. Реализация данных технологий будет связана с неотложным созданием и широким применением роботизированной и автоматизированной горной техники и средств информационного обеспечения, что, в свою очередь, предопределяет разработку и использование современных научно-технических методов надежного обоснования их типов и базовых технических и технологических параметров.

Кроме того, развитие технологий предопределяется перманентно происходящими сложными процессами дифференциации и интеграции не только смежных, но и в определенной мере разобщенных наук, включая науки о Земле [2; 4], технические, физические и другие науки [1; 3; 5; 8]. В настоящее время проявилось зарождение дифференциации и в такой своего рода общей науке, как сопротивление материалов, являющейся частью механики деформируемого твердого тела, которая возникла и развивается в явной и неявной формах на протяжении нескольких столетий. Развитие данной науки происходило

в сопровождении и при использовании отдельных положений результатов ряда важных разделов смежных наук, в частности, материаловедения [4; 10], теоретической механики, физики твердого тела [8], физики горных пород [8], геомеханики [3], механики деформируемого твердого тела, соответствующих разделов математики, теории машин и механизмов, деталей машин, теории деформаций, основ теории напряженного состояния материальных объектов [7], моделирования [6] и др., включая науки о деформациях, разрушении и сохранении целостности твердых тел, машиностроении и горном машиностроении. Таким образом, «сопротивление материалов» предстает как «собирательная», комплексная наука, которую следует относить к категории физико-технических наук, а не к монотехническим наукам.

Существенный вклад в становление и развитие горных наук, включая подразделы о сопротивлении материалов, внесли отечественные ученые, в частности, М. И. Агошков, М. М. Протодяконов, Н. В. Мельников, Л. А. Барон, П. Л. Лавров, В. В. Ржевский, Г. В. Секисов, который представил современную, объемную классификацию горных наук [9]; К. Н. Трубецкой, под руководством которого группой известных ученых страны, включая Д. Р. Каплунова, Л. А. Пучкова, Н. Н. Чаплыгина, В. С. Ямщикова и др., проведена большая и весьма предметная научная работа [3] с прогнозной оценкой дальнейшего выделения, формирования и развития не только научных направлений, но и научных дисциплин вузов.

В качестве одной из таких научных дисциплин нами выдвигается, исходя из обосновываемых и структурно раскрываемых как новая и актуальная научная дисциплина — «горнотехническое сопротивление материалов», которую целесообразно формировать, развивать в качестве междисциплинарной научной дисциплины.

Общий объект данной междисциплинарной научной дисциплины является в определенной мере комплексным, поскольку представляет собой сочетание материа-

лов различной природы и различных назначений в общем процессе их использования.

Комплексным по своему составу предметом и предметом данной технической науки, поскольку включает исследование, оценку прочности и напряженно-деформированного состояния различных материалов, используемых при технологических и технических процессах освоения месторождений и горнопромышленных производств; сопротивляемость и устойчивость материальных объектов при воздействии на них внешних сил (как техногенных, так и природных); разрушаемость горных пород и массивов горных пород основных горно-геологических и горнотехнических объектов. Следует отметить, что имеет место определенная смежность, но не идентичность предмета горнотехнического сопротивления материалов, как новой научной дисциплины, с предметом горной геомеханики.

Главная цель выдвигаемой научной дисциплины — научное установление, изучение и обоснование путей реализации закономерностей в области состояния горных массивов, состава и поведения используемых основных материалов в горнопромышленных производствах, прежде всего, при их использовании в горном машиностроении и осуществлении горных работ различного назначения. *Общая цель* — создание современных научных основ горнотехнического сопротивления материалов как современной и актуальной междисциплинарной научной дисциплины в области горно-геологических наук и смежных с ними разделов физико-технических наук.

К основным целевым задачам данной научной дисциплины целесообразно отнести:

1) установление и оценка внутренних и внешних сил, воздействующих на материальные объекты горнотехнического сопротивления материалов;

2) выявление закономерностей в физико-технических и технологических проявлениях основных материалов, используемых в горнопромышленных производствах и горном машиностроении, под воздействием различных нагрузок и сил разрушения;

3) установление и оценка сопротивляемости основных материалов, главным образом горных пород, нарушению целостности и деформациям, а массивов горных пород — их устойчивости, в частности, массивов горных пород, в которых строятся подземные сооружения и находятся природные полости;

4) установление и оценка устойчивости массивов горных пород, вмещающих техногенные и природные полости, и ее сохраняемости при воздействии на них природных и техногенных сил;

5) определение и физико-технологическая оценка основных типов деформации базовых материалов, используемых в областях горно-строительных работ и горнопромышленной добычи твердых полезных ископаемых;

6) создание и развитие теоретических основ горнотехнического сопротивления материалов;

7) разработка и развитие методических основ научной дисциплины.

Горнотехническое сопротивление материалов в постановке междисциплинарной научной дисциплины и специфического подраздела смежных горнофизических наук предстает совокупностью предметных составляющих смежных научных дисциплин — горной геомеханики, горной физики, физики горных пород, горной геологии, горной технологии, материаловедения, инженерной геологии, горной геофизики и др., включая машиностроение.

С позиций системного комплекса основных аспектов (признаков) можно выделить ряд актуальных *научных направлений*, если относить категорию «научное направление» к важным составляющим общей категории — «научная дисциплина». К этим научным направлениям в первую очередь следует отнести:

1) материалы и их деформации в сфере горнопромышленных производств;

2) внутренние и внешние силовые природные и техногенные воздействия на материальные горнотехнические объекты;

3) напряженно-деформированное состояние основных горнотехнических материалов, его оценка;

4) сопротивляемость горнотехнических объектов воздействию внешних и внутренних сил;

5) устойчивость природных и техногенных полостей и сооружений в массивах горных породах при воздействии на них внешних и внутренних сил различной природы;

6) методические основы оценки и определения параметров объектов горнотехнического сопротивления материалов.

К общему *методу исследований* в области горнотехнического сопротивления

материалов, как весьма специфической ветви науки, нами относится системно-комплексный метод и решение совокупности смежных задач и проблем, включая методы теоретических и экспериментальных исследований, моделирования.

Принимая интегрально сопротивление материалов в качестве «материнской дисциплины», её исходный состав в аспекте стадийности целесообразно представить несколькими предметными научно-производственными направлениями (рис. 1).



Рис. 1. Исходный общепромышленный состав научно-производственного направления дисциплины «Сопротивление материалов» / Fig. 1. Initial industry-wide composition of the scientific and production section of physics "Resistance of materials"

Предметом дальнейшего рассмотрения является выделяемая нами научно-производственная дисциплина «Горнотехническое сопротивление материалов», состав которой схематически представлен на

рис. 2 в аспекте горнопроизводственных отраслей. Многоликим предстает горнотехническое сопротивление материалов и в аспекте его общей функциональности (рис. 3).

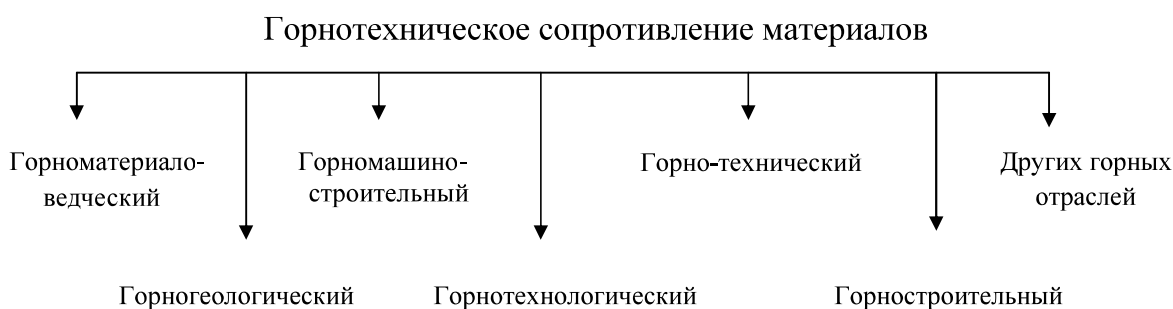


Рис. 2. Состав горнотехнического сопротивления материалов в аспекте общих производственных отраслей / Fig. 2. Composition of mining technical resistance of materials in the aspect of the general production sectors



Рис. 3. Состав горнотехнического сопротивления материалов в аспекте его общей функциональности / Fig. 3. Composition of mining technical resistance of materials in the aspect of its general functionality

С позиций «обслуживающих» общих минерально-производственных отраслей функциональный состав горнотехнического сопротивления материалов представлен на рис. 4, а в аспекте стадийности отраслей — на рис. 5.

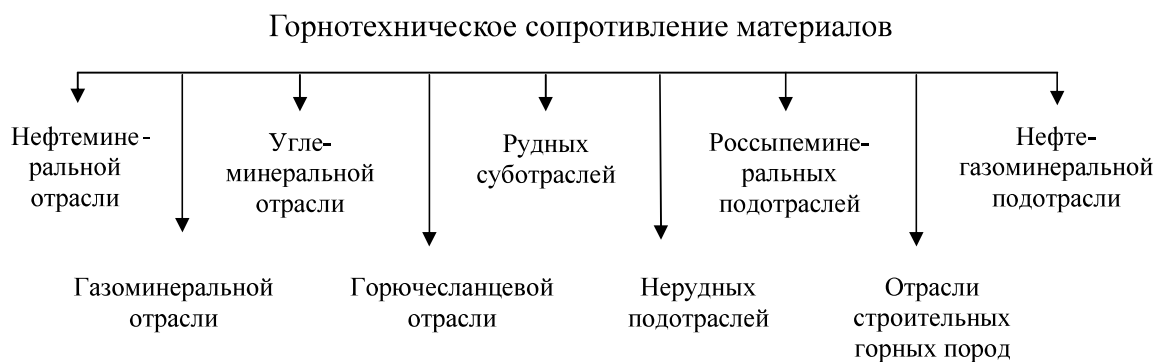


Рис. 4. Состав горнотехнического сопротивления материалов в аспекте общих минерально-производственных отраслей / Fig. 4. Composition of mining technical resistance of materials in the aspect of the general mineral-production industries

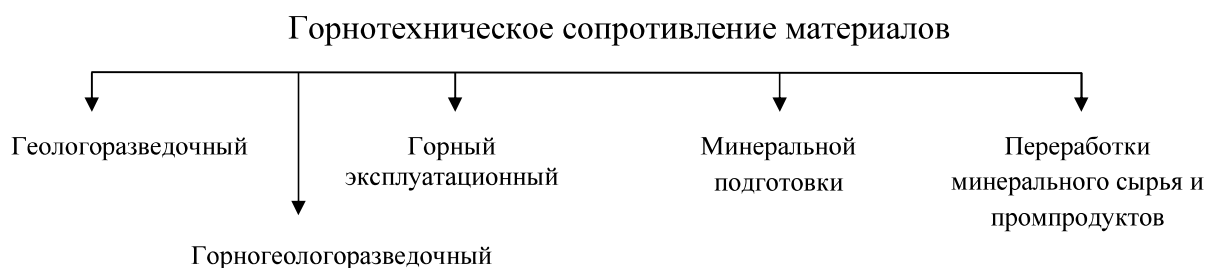


Рис. 5. Состав горнотехнического сопротивления материалов в аспекте минерально-производственной стадийности / Fig. 5. Composition of mining technical resistance of materials in the aspect of mineral-production staging

Отражение функционального состава горнотехнического сопротивления материалов с позиций типа горноминеральных производств схематически представлено на рис. 6.

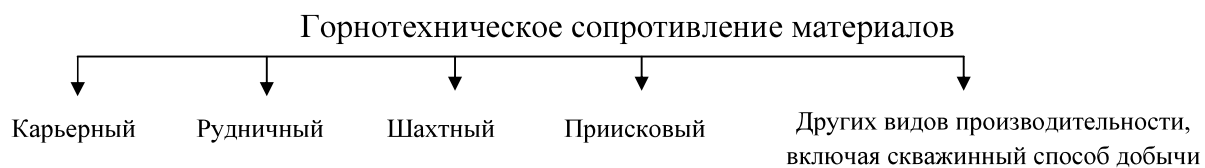


Рис. 6. Производственно-функциональный состав предметного горнотехнического сопротивления материалов в аспекте общих способов добычи полезных ископаемых / Fig. 6. Production-functional composition of the subject mining technical resistance of materials in the aspect of mining methods

С позиций фундаментальности горнотехническое сопротивление материалов, как собственно научная категория, представлено в общих уровнях (рис. 7).



Рис. 7. Уровни фундаментальности горнотехнического сопротивления материалов как исходно формируемой междотраслевой науки / Fig. 7. Levels of fundamental nature of mining technical resistance of materials as the initially formed inter-branch science

Поскольку общий объект горнотехнического сопротивления материалов, как дисциплинарной научной дисциплины, является комплексом, то, прежде всего, необходимо выделить и охарактеризовать его главную составляющую. Таковой являются материалы, используемые не только непосредственно в различных подотраслях горнопромышленного производства, но и в смежных с ним производствах, в частности, в горном машиностроении. При этом

материалы выделяются по кластерам и характеризуются их особенности в объемном отражении на основе системы предметных аспектов, т. е. системы базовых признаков — от происхождения до движения.

По происхождению нами выделяются следующие основные категории материалов: природные, природно-искусственные, собственно искусственные, природно-технологические. Их составляющие — подкатегории — представлены на рис. 8–10.

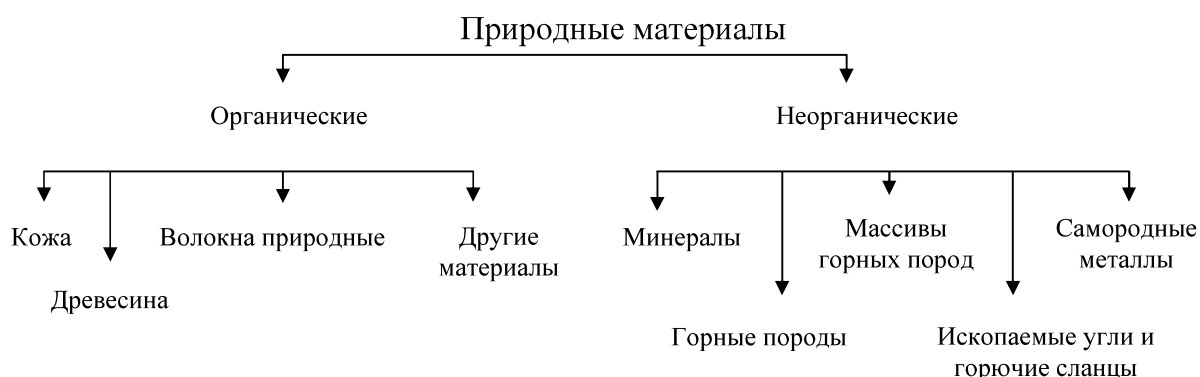


Рис. 8. Исходный вещественный состав природных материалов / Fig. 8. Original material composition of natural materials

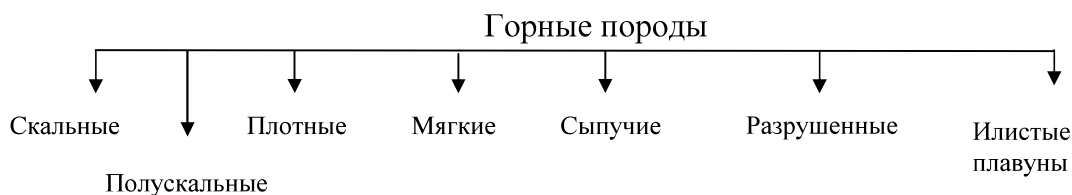


Рис. 9. Категории горных пород как объекты горных работ / Fig. 9. Categories of rocks as objects of mining operations

По общему происхождению горные породы, как правило, подразделяют на три общие категории [5]: сигматические, осадочные и литоморфические.

Сигматические и литоморфические горные породы представляют порядка 90 % земной коры; осадочные горные породы, хотя и занимают 10 %, в то же время покрывают около 75 % земной поверхности [8].

Как общие объекты горных работ горные породы подразделяются на ряд основных категорий (рис. 9).

Весьма разнообразны и многочисленны горные породы по своим физико-техническим свойствам [11; 12]. При этом выделяют типы горных пород и по собственно физическим свойствам. Разделение горных пород по крепости (прочности), их классифицирование осуществлялось рядом ученых, инженеров и специалистов. Наиболее применяемые на практике — шкала крепости горных пород по М. М. Протодяконову, в которой горные породы по степени крепости подразделяются на десять категорий, оцениваемых коэффициентом крепости от 0,3 (плавунны) и 0,5 (сыпучие) до 15 (очень крепкие горные породы) и до 20 (высшей степени крепости). К породам средней крепости отнесены крепкие глинистые сланцы; некрепкие — песчаник и известняк, мягкий конгломерат (категория V, коэффициент крепости 4).

Известна классификация горных пород: по прочности при одноосном сжатии, рекомендованная межведомственным бюро по механике горных пород.

Имеют место классификации горных пород по физико-технологическим свойствам.

1. По буримости, основанные на учете времени бурения 1 м скважины (шпура).

В частности, обширная классификация по СНиП-82, в которой приводится средняя плотность горной породы в естественном залегании ($\text{кг}/\text{м}^3$), время чистого бурения 1 м шпура (бурильным молотком), группы пород (от II до VIII); классификация В. В. Ржевского с выделением пяти классов (I–V) и целого ряда категорий (1–25).

2. По трудности взрывания (группы пород-5, коэффициент крепости по М. М. Протодяконову, удельная энергоёмкость взрывного разрушения — от 3,36 до 7,98 МДж (м^3), по Г. П. Демидюку.

3. По трудности разрушения горных пород — классификация В. В. Ржевского.

4. По трудности экскавации с выделением категорий пород по крепости (I–V), плотности и удельного сопротивления черпанию горной массы, пород по петрографическому различию.

К этой группе нами отнесены *природно-техногенные материалы* (рис. 10), т. е. исходно природные материалы, преобразованные в весьма прочные твердые материалы промышленных и субпромышленных производств и становящиеся объектами горнотехнического сопротивления материалов при относительно неглубоком преобразовании природных материалов.

К собственно *природно-искусственным* материалам, как объектам технического сопротивления материалов, целесообразно отнести такие, которые на исходной стадии их производства являются собственно природными, а на последующих стадиях исходные материалы подвергаются значительному преобразованию, изменяя не только свою первоначальную текстуру, но и структуру.

Природно-техногенные материалы

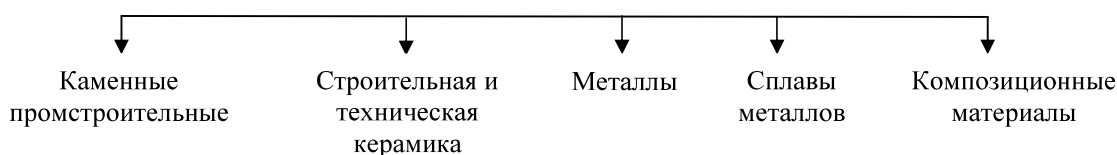


Рис. 10. Основные группы природно-техногенных материалов как объектов горнотехнического сопротивления материалов / Fig. 10. Main groups of natural-technogenic materials as objects of mining technical resistance of materials

Собственно *искусственные материалы* — это результат преобразования плотных искусственных материалов. К ним относятся группы известных полимерных материалов.

Заключение. Таким образом, представление дисциплины «горнотехническое сопротивление материалов» позволяет

обосновать возможность формирования смежного курса в подготовке специалистов горного дела, обеспечивающего переход от знаний основ общетехнической дисциплины сопротивления материалов к специальной дисциплине геомеханике с углублением и расширением знаний о прочности и деформированности горных пород.

Список литературы

1. Агошков М. И. Состояние и перспективы развития горных наук // Известия АН СССР. Сер. Геология. 1983. № 5. С. 26–34.
2. Арнс В. Ж. Основы методологии горной науки. М.: МГУ, 2003. 223 с.
3. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли / под ред. К. Н. Трубецкого. М.: Изд-во Академии горных наук, 1997. 478 с.
4. Жариков В. А. Науки о твердой Земле // Вестник Российской академии наук. 1995. № 5. С. 416–429.
5. Мельников Н. В. Горная наука (задачи в связи с развитием промышленности). М.: Недра, 1964.
6. Мязин В. П., Шумилова Л. В. Использование кластера фундаментальных и прикладных наук для внедрения новых технологий на инновационно-активных предприятиях России // Вестник Забайкальского регионального отделения РАН. 2013. № 1. С. 4–13.
7. Пучков Л. А. О структуре горных наук // Горный журнал. 1995. № 7. С. 22–27.
8. Ржевский В. В. Горные науки. М.: Недра, 1985. 96 с.
9. Секисов Г. В. Классификационное развитие структурированного состава горных наук // Вестник Забайкал. гос. ун-та. 2014. № 7. С. 39–48.
10. Cahn R. W. The coming of materials science. Elsevier Science Ltd., 2001. 598 p.
11. Pearse G. Gredger for mineral recovery // Mining rec. 1985. Vol. 153. No. 1. P. 36–45.
12. Schiller E. A. Mineral exploration and mining in Columbia // Mining mag. 1980. Jan. P. 36–41.

References

1. Agoshkov M. I. *Izvestiya AN SSSR. Ser. Geologiya* (News of the Academy of Sciences of the USSR. Ser. Geology), 1983, no. 5, pp. 26–34.
2. Arens V. Zh. *Osnovy metodologii gornoy nauki* (Fundamentals of Mining Science methodology). Moscow: MGGU, 2003. 223 p.
3. *Gornye nauki. Osvoenie i sohranenie neдр Zemli* (Mining science. Development and conservation of the Earth's resources); ed. K. N. Trubetskoy. Moscow: Academy of Mining Sciences Publishing House, 1997. 478 p.
4. Zharikov V. A. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* (Bulletin of the Russian Academy of Sciences), 1995, no. 5, pp. 416–429.
5. Melnikov N. V. *Gornaya nauka (zadachi v svyazi s razvitiem promyshlennosti)* (Mining science (tasks in connection with the development of industry)). Moscow: Nedra, 1964.

6. Myazin V. P., Shumilova L. V. *Vestnik Zabaykalskogo regionalnogo otdeleniya RAEN* (Bulletin of the Transbaikal Regional Branch of the Russian Academy of Natural Sciences), 2013, no. 1, pp. 4–13.
7. Puchkov L. A. *Gornyy zhurnal* (Mining Journal), 1995, no. 7, pp. 22–27.
8. Rzhnevsky V. V. *Gornyye nauki* (Mining Sciences). Moscow: Nedra, 1985. 96 p.
9. Sekisov G. V. *Vestnik Zabaykal. gos. un-t* (Transbaikal State University Journal), 2014, no. 7, pp. 39–48.
10. Cahn R. W. *The coming of materials science* (The coming of materials science). Elsevier Science Ltd., 2001. 598 p.
11. Pearse G. *Mining rec* (Mining rec), 1985, vol. 153, no. 1, pp. 36–45.
12. Schiller E. A. *Mining mag* (Mining rec), 1980, jan, pp. 36–41.

Коротко об авторах

Секисов Геннадий Валентинович, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, чл.-корр. РАН КР, главный научный сотрудник, Институт горного дела Дальневосточного отделения РАН, г. Хабаровск, Россия. Область научных интересов: разработка стратегии освоения минеральных ресурсов и их комплексное использование
adm@igd.khv.ru

Герасимов Виктор Михайлович, д-р техн. наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, чл.-корр. РАЕН, зав. кафедрой сопротивления материалов и механики, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геотехнология, геоэкология, механика волокнистых сред
kafsmim@zabgu.ru

Briefly about the authors

Gennady Sekisov, doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of Russia, corresponding member of national Academy of Sciences, chief researcher, Institute of Mining, Far Eastern branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia. Sphere of scientific interests: creation of strategies for the development of mineral resources and their integrated use

Victor Gerasimov, doctor of technical sciences, professor, honored worker of the Higher School of Russia, corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, head of Resistance of Materials and Mechanics department, Transbaikal State University, Chita, Russia. Sphere of scientific interests: geotechnology, geo-ecology, mechanics of fibrous media

Образец цитирования

Секисов Г. В., Герасимов В. М. Постановка и пилотное обоснование смежной научной дисциплины «Горнотехническое сопротивление материалов» // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2018. Т. 24. № 10. С. 40–48. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-10-40-48.

Sekisov G., Gerasimov V. Statement and pilot substantiation of the related scientific discipline “Mining technology” // Transbaikal State University Journal, 2018, vol. 24, no. 10, pp. 40–48. DOI: 10.21209/2227-9245-2018-24-10-40-48.

Статья поступила в редакцию: 28.05.2018 г.
Статья принята к публикации: 03.12.2018 г.