

УДК 622.553

DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-6-14-20

## ИНТЕГРАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ С ВКЛЮЧЕНИЕМ НОВОЙ НАУЧНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «ГОРНОТЕХНИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

## THE INTEGRATION MODEL OF INTERDISCIPLINARY LINKS WITH THE INCLUSION OF A NEW SCIENTIFIC DISCIPLINE "MINING ENGINEERING MECHANICS OF MATERIALS"



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

**V. Gerasimov,**  
Transbaikal State University,  
Chita



**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



**А. Ю. Чебан,**  
Институт горного дела Дальневосточного  
отделения Российской академии наук,  
г. Хабаровск  
adm@igd.khv.ru

**A. Cheban,**  
Institute of Mining, Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences,  
Khabarovsk

Рассматривается необходимость и целесообразность формирования и введения в учебный процесс новой профильной научно-образовательной дисциплины «горнотехническое сопротивление материалов» для обеспечения интеграционной модели междисциплинарных связей в комплексе изучения физико-механических свойств и прочностных показателей горных пород с целью повышения качества подготовки горных инженеров.

Формирование новой дисциплины обусловлено наличием пробелов в знаниях выпускников вузов, вызванных общими знаниями по прочности материалов, представляемой классической дисциплиной «сопротивление материалов», и отсутствием изучения прочности горных пород. При этом синтезируются знания в элементы-комплексы, которые передаются от одной дисциплины к другой, повышая емкость передаваемой информации.

Отмечено, что создание интеграционной модели связей дисциплин: физика горных пород – сопротивление материалов – горнотехническое сопротивление материалов – геомеханика представляет собой инновационный процесс расширения и укрепления знаний будущего горного инженера.

В новой дисциплине отражаются основные особенности такой широкой и специфической сферы научно-производственной деятельности, как недропользование. При этом определены объекты изучения дисциплины: вещественные тела и материалы, силовые воздействия на горные породы, системный комплекс деформаций.

Представлены составы самой дисциплины: недропользования в целом и его основной составляющей – недроминералопользования; системного комплекса материалов, включающих как горные породы, так и горные массивы; основных деформаций горных пород как объектов, а также в контакте с рабочими органами горных машин.

Приведена примерная структура дисциплины с выделением разделов и их обоснований, где прослеживается тесная связь с учебными материалами физики твердого тела, сопротивления материалов, геомеханики

**Ключевые слова:** интеграционная модель; научно-учебная дисциплина; горнотехническое сопротивление материалов; объекты изучения; состав; содержание дисциплины; инновационный процесс; горные породы; массивы; деформации

The necessity and expediency of forming and introducing into the educational process a new profile scientific and educational discipline “mining resistance of materials” to ensure the integration model of interdisciplinary connections in the complex of studying the physical and mechanical properties and strength characteristics of rocks with the aim of improving the quality of training mining engineers is observed in the article.

The formation of a new discipline is due to the presence of gaps in the knowledge of university graduates, caused by general knowledge of the strength of materials represented by the classical discipline “resistance of materials” and the lack of studying the strength of rocks. At the same time, knowledge is synthesized into elements-complexes, which are transferred from one discipline to another, increasing the capacity of the transmitted information.

Creating an integration model of links between disciplines: rock physics – materials resistance – mining technical materials resistance – geomechanics is an innovative process of expanding and strengthening the knowledge of a future mining engineer.

The new discipline reflects the main features of such a very wide and specific field of research and production activities as subsoil use. At the same time, the objects of study of the discipline are defined: material bodies and materials, force effects on rocks, a system complex of deformations.

The composition of the discipline itself is presented: the subsoil use as a whole and its main component – the subsoil mineral exploitation; system complex of materials, including both rocks and mountain ranges; major deformations of rocks as objects, as well as in contact with working bodies of mining machines.

An exemplary structure of the discipline with the allocation of sections and their justification, where there is a close relationship with the teaching materials of solid state physics, the resistance of materials, geomechanics

**Key words:** integration model; scientific and educational discipline; mining and technical resistance of materials; objects of study; composition; content of the discipline; innovation process; rocks; massifs; deformations

**В**ведение. Происходящие в России перманентно сложные процессы дифференциации и интеграции научных направлений, научных дисциплин и различных смежных, профильных и усложненных по структуре наук в целом, включая сферу «Науки о земле» и одну из важнейших субсфер – горно-геологические науки, предопределяют необходимость в поэтапном развитии как в определенной мере функционирующих научных дисциплин и направлений, так и в формировании новых [4; 5]. Такая необходимость и целесообразность возникает, в частности, в области формирования и развития научных основ создания эффективных технологий освоения месторождений твердых полезных ископаемых и технологий горных работ в целом.

В связи с этим на протяжении ряда лет выполнялись научные исследования и разработки в области проблем освоения рудных и нерудных месторождений, Г. В. Секисовым выдвигались и обосновывались новые научные направления и учебные дисциплины, а также получили развитие традиционные курсы.

В последние 5–7 лет им (с привлечением соратников) выдвинут, исходно обоснован и опубликован ряд новых научных направлений

и учебно-образовательных дисциплин в области горно-геологической научно-исследовательской и образовательной деятельности.

При этом в каждой из них представлены объекты, предметы, цели, задачи, а также отражены методы исследований, в частности, в серии научных направлений, связанных с технологической минеральной однородностью – весьма важным фактором при научном обосновании создания высокоэффективных горных технологий и особенно – технологий открытых горных работ.

В современных условиях стремительных изменений и даже коренных преобразований в различных областях научно-производственной и научно-образовательной деятельности недопустимо ожидание возникновения негативных явлений, их следует предварительно предотвращать. Тем более необходимо стимулировать прогрессивные процессы преобразования в застоявшихся и перенасыщенных секторах научно-образовательной деятельности. К числу таковых относится сектор научно-учебной подготовки специалистов горного профиля, связанный с изучением механических и прочностных характеристик горных пород и горных массивов.

вов с недостающе-конкретизированных позиций, запрашиваемых горнодобывающими предприятиями, функционирование и развитие которых обладает сложной спецификой.

*Методы исследований.* Для формирования интеграционной модели использовались системный, сравнительный и информационный методы. Длительный процесс получения знаний и умений будущего специалиста высшей квалификации носит системный характер: происходит накопление информации, её переработка мозговыми структурами в элементы-комплексы, что обеспечивает ускоренный переход от одной дисциплины к другой. При этом используются сравнительные характеристики физико-механических свойств горных пород, прочностных показателей материалов. Информационный метод обеспечивает технический прогресс появления инноваций, их распространение в научной среде и использование в учебном процессе вуза.

*Результаты исследований и их использование.* Интеграционная модель подготовки специалистов в секторе изучения фи-

зико-механических характеристик горных пород и горных массивов функционально до настоящего времени включала блок дисциплин высшего образования: физика горных пород, сопротивление материалов, геомеханика. Анализ содержания этих дисциплин показывает, что существует разрыв между общими знаниями по различным деформациям материалов, физическим состоянием горных пород и геомеханическим состоянием горных массивов. Просматривается отсутствие дисциплины, изучающей механические характеристики горных пород, их поведение при различных условиях деформирования, устойчивость наклонных и вертикальных горных массивов, контактное взаимодействие рабочих органов горнодобывающих машин и горных пород.

В качестве такой профильной дисциплины выдвинута и исходно обоснована новая научная дисциплина «Горнотехническое сопротивление материалов», которая занимает промежуточное место между дисциплинами: сопротивлением материалов и геомеханикой (рис. 1).

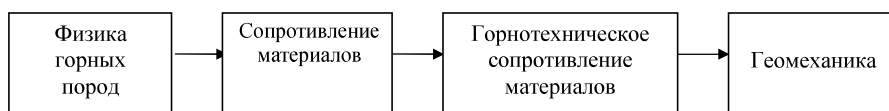


Рис. 1. Методология интеграционной модели механики и прочности горных пород /  
Fig. 1. The methodology of the integration model of mechanics and strength of rocks

Появление новой дисциплины «горнотехническое сопротивление материалов» в учебных планах и учебном процессе вуза будущих специалистов горного дела обусловлено как опытом практической работы инженеров, так и инновационными процессами в высшей школе.

Инновационная деятельность по формированию новой дисциплины обоснована наличием пробелов в подготовке инженеров по знаниям механических свойств горных пород как в глубинных массивах, так и в россыпных состояниях. Основной курс сопротивления материалов дает общие знания по этому направлению, однако детального изучения прочности горных пород не проводится. Поэтому разработка основ дисциплины «горнотехническое сопротивление материалов» – это необходимая реальность, сущность и

содержание которой не соответствуют традиционному набору дисциплин учебного плана будущего горного специалиста, это повышение инновационного потенциала личности.

Внедрение новой дисциплины в основной цикл подготовки специалистов подчиняется закону финальной реализации инновационного процесса, согласно которому рано или поздно, стихийно или сознательно процесс должен реализоваться [6].

Дополнительным аргументом включения горнотехнического сопротивления материалов в учебный процесс подготовки горных инженеров является необходимость использования межпредметной интеграции, которая содержит три уровня содержания образования по восходящей линии [2]:

– уровень межпредметных связей, где источником выступают общие структурные

элементы, перенос которых может осуществляться в направлении любых предметов;

– уровень дидактического синтеза, предполагающий интеграцию форм учебных занятий;

– уровень целостности с характерной содержательной и процессуальной интеграцией в рамках образования целостного предмета.

Межпредметные связи являются элементами дидактической системы, синтезирующей знания в элементы-комплексы. Систематизация укрупненных элементов знаний, передаваемых от одной дисциплины к другой, повышает емкость передаваемой информации, ускоряет процесс усвоения знаний последующей дисциплины.

В связи с этим обоснование и раскрытие методологии и содержание новой учебной дисциплины осуществляется на основе интеграционной системы подготовки специалистов.

По авторскому замыслу новой учебной дисциплины должна охватываться обширная сфера деятельности – мегасфера «недропользование». Ее пилотный состав представлен схемой в общем пространственно-стадийном аспекте (рис. 2).

В более широком отражении состав этой категории представлен в ряде научных работ М. И. Агошкова [1], а также в работах, выполненных с участием и под руководством К. Н. Трубецкого [3; 7] и других исследователей [8–10].

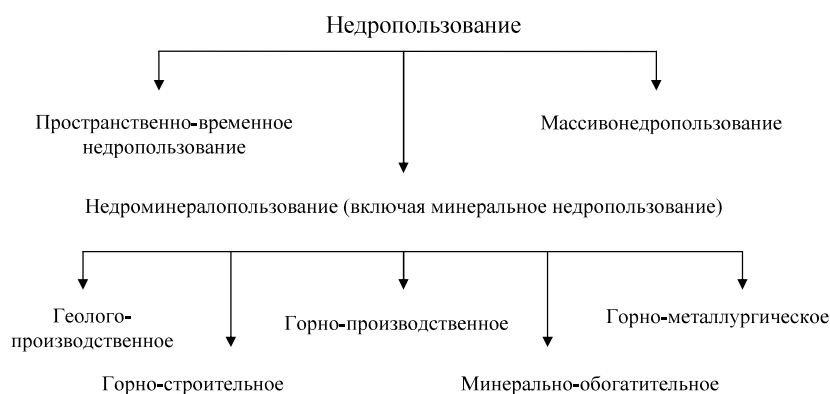


Рис. 2. Исходный состав недропользования в аспекте основных производственных стадий /  
Fig. 2. The initial composition of subsoil use in the aspect of production stages

В составе горно-строительного системного комплекса недроминералопользования выделяется горно-машиностроительная область, как одна из важнейших в общей системе горного строительства. Центральное место в общем системном комплексе недропользования занимает горная промышленность (горно-производственная отрасль), являющаяся главным объектом горнотехнического сопротивления материалов (рис. 3).

Объектами изучения представляемой дисциплины являются три составляющих: вещественная, силовая, деформационная. Вещественный объект – системный комплекс физических тел и материалов (горных пород) различного происхождения, свойств и назначений, применяющихся в сфере недропользования, и прежде всего, – в субсфере недроминералопользования. Силовой объ-

ект – предметный комплекс разнообразных сил, воздействующих на физические тела и материалы. Деформационный объект – система деформаций, возникающих в горных породах под воздействием основных сил.

Системный комплекс физических тел и материалов, раскрываемый в основном аспекте (природно-вещественном), новой дисциплины схематически представлен на рис. 4.

Силовой объект включает разные виды воздействия на системный комплекс материалов: в горных массивах – силы сжатия, сдвига, нормальные и касательные напряжения плоского и пространственного состояния, а также сейсмические удары; в горных породах – статические, динамические силы и распределенные нагрузки сосредоточенного и плоского типа.

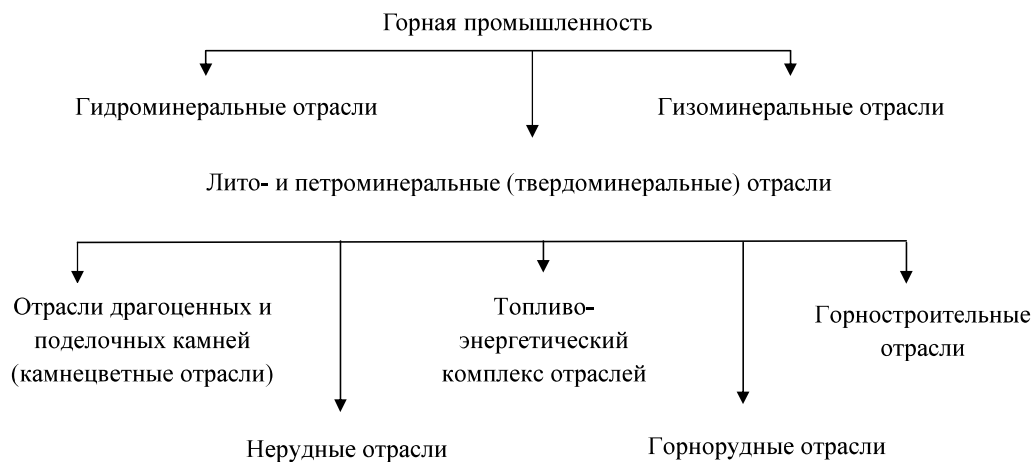


Рис. 3. Исходный состав горной промышленности в аспекте основных отраслей и общей минеральной веществности / Fig. 3. The initial composition of the mining industry in the aspect of main industries and total mineral substance

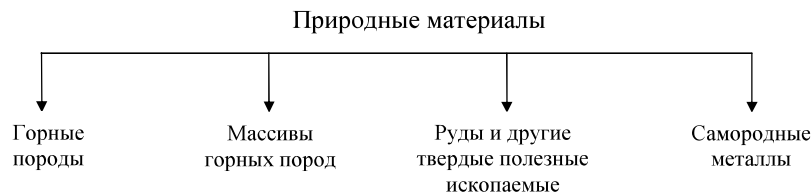


Рис. 4. Состав природных материалов в аспекте их происхождения / Fig. 4. Composition of natural materials in terms of their origin

Система деформаций горных массивов и горных пород включает как простые: растяжение, сжатие, срез, кручение, изгиб, так и сложные комбинации: сжатие с изгибом, срез с сжатием, кручение с изгибом и др.

**Заключение.** Содержание горнотехнического сопротивления материалов определяется на основе интеграционной модели подготовки специалистов и заказов горных предприятий и будет включать разделы: горные породы и их физико-механические характеристики; методы разрушения горных

пород с силовыми воздействиями при разных видах деформаций, горные массивы – их напряженное состояние, включая сдвиговые деформации, устойчивость горных массивов, сейсмические воздействия, контактные воздействия рабочих органов горных машин и оборудования на горные породы. Просматривается безусловная связь горнотехнического сопротивления материалов с физикой горных пород, общим сопротивлением материалов и геомеханикой.

#### Список литературы

1. Агошков М. И. Развитие идей и практики комплексного освоения недр. М.: ИПКОН АН СССР, 1982.
2. Багин В. В., Бурилова С. Ю. Междисциплинарная интеграция как фактор оптимизации и интенсификации учебного процесса // Актуальные проблемы профессионального образования: опыт, перспективы, состояние, тенденции: международный сборник научных трудов. М.: МГОУ, 2004. Т. 1.
3. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли / под ред. К. Н. Трубецкого. М.: Изд-во Академии горной науки, 1997. 477 с.
4. Жариков В. А. Наука о Земле // Вестник Российской академии наук. 1995. № 5. С. 416–429.
5. 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 РАЕН. 2013. № 1. С. 4–13.

6. Терехова Т. А. Инновация как социально-психологический феномен // Инновационный потенциал человека как ресурс социально-экономического развития региона: материалы научно-практической конференции. Чита, 2010. С. 6–14.
7. Трубецкой К. Н., Васильчук М. П., Чантурия В. А. Недр и основные положения экологической безопасности их освоения // Горный журнал. 1995, № 7. С. 17–21.
8. Cahn R. W. The coming of materials Science. Elsevier Science Ltd., 2001. 598 p.
9. Pearse G. Gredger for mineral recovery // Mining rec. 1985. Vol. 153. No. 1. P. 36–45.
10. Schiller E. A. Mineral exploration and mining in Columbia // Mining mag. 1980. Jan. P. 36–41.

## References

---

1. Agoshkov M. I. *Razvitie idey i praktiki kompleksnogo osvoeniya neдр* (The development of ideas and practices of integrated development of mineral resources). Moscow: IPKON Academy of Sciences of the USSR, 1982.
2. Bagin V. V., Burilova S. Yu. *Aktualnye problemy professionalnogo obrazovaniya: opyt, perspektivy, sostoyanie, tendentsii: mezhdunarodny sbornik nauchnyh trudov* (Actual problems of vocational education: experience, prospects, condition, trends: international collection of scientific papers). Moscow: MGOU, 2004. vol. 1.
3. *Gornye nauki. Osvoenie i sohranenie neдр Zemli* (Mining sciences. Development and preservation of the Earth's interior) / ed. K. N. Trubetskoy. Moscow: Publishing House of the Academy of Mining Science, 1997. 477 p.
4. Zharikov V. A. *Vestnik Rossiyskoy akademii nauk* (Bulletin of the Russian Academy of Sciences), 1995, no. 5, pp. 416–429.
5. 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.
6. Terekhova T. A. *Innovatsionny potentsial cheloveka kak resurs sotsialno-ekonomicheskogo razvitiya regiona: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Innovative potential of a person as a resource for the socio-economic development of a region: materials of a scientific-practical conference). Chita, 2010, pp. 6–14.
7. Trubetskoy K. N., Vasilchuk M. P., Chanturia V. A. *Gornyy zhurnal* (Mining Journal), 1995, no. 7, pp. 17–21.
8. Cahn R. W. *The coming of materials Science* (The coming of materials Science). Elsevier Science Ltd., 2001. 598 p.
9. Pearse G. *Mining rec* (Mining rec), 1985, vol. 153, no. 1, pp. 36–45.
10. Schiller E. A. (Mining mag), 1980, Jan, pp. 36–41.

## Коротко об авторах

---

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

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

*Чебан Антон Юрьевич*, канд. техн. наук, старший научный сотрудник, Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск, Россия. Область научных интересов: освоение минеральных ресурсов и их комплексное использование  
adm@igd.khv.ru

## Briefly about the authors

---

*Viktor Gerasimov*, doctor of technical sciences, professor, honor worker of the higher school of the Russian Federation, corresponding member RANS, head of the department of resistance of materials and mechanics of Transbaikal State University, Chita, Russia. Research interests: geotechnology, geo-ecology, mechanics of fibrous media

*Gennady Sekisov*, doctor of technical sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, corresponding member of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, chief scientist, Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia. Research interests: development of strategies for mineral resources and their integrated use

*Anton Cheban*, candidate of technical sciences, senior researcher, Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russia. Research interests: development of mineral resources and their integrated use

**Образец цитирования**

---

*Герасимов В. М., Секисов Г. В., Чебан А. Ю. Интеграционная модель междисциплинарных связей с включением новой научной дисциплины «Горнотехническое сопротивление материалов» // Вестник Забайкальского государственного университета. 2019. Т. 25. № 6. С. 14–20. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-6-14-20.*

*Gerasimov V., Sekisov G., Cheban A. The integration model of interdisciplinary links with the inclusion of a new scientific discipline "Mining engineering mechanics of materials" // Transbaikal State University Journal, 2019, vol. 25, no.6, pp. 14–20. DOI: 10.21209/2227-9245-2019-25-6-14-20.*

Статья поступила в редакцию: 30.10.2018 г.

Статья принята к публикации: 06.06.2019 г.