

УДК 622.25/15:539.2/15

Шашенко А.Н., д.т.н., зав. кафедрой, Солодянкин А.В., д.т.н., проф., каф. СГМ, Государственный ВУЗ «НГУ», г. Днепрпетровск, Украина

110 ЛЕТ НАУЧНОЙ ШКОЛЕ ГЕОМЕХАНИКИ НАЦИОНАЛЬНОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Национальный горный университет – ведущее образовательно-научное учреждение страны, которое ведет подготовку высококвалифицированных специалистов и ученых по всем специальностям геологоразведочной и горнодобывающей отраслей, топливно-энергетического и минерально-сырьевого комплексов, машиностроения и систем автоматизации, информатизации, компьютеризации, экономики производства и правопедения.

С первых лет деятельности Днепрпетровского горного вуза, его ученые проводили фундаментальные комплексные исследования, что положило начало строгим научным теориям и решению многих проблем горнодобывающей промышленности.

В 2014 году кафедра строительства, геотехники и геомеханики отмечает знаменательный юбилей – 110 лет научной школе геомеханики Национального горного университета.

Основоположником этой научной школы является профессор Михаил Михайлович Протодьяконов (1874-1930) – выпускник Санкт-Петербургского горного института 1899 г. Работал в НГУ в 1904-1914 гг. Позже – профессор Московского горного института.



М.М. Протодьяконов
Профессор М.М. Протодьяконов

Начало его работы в Екатеринославском высшем горном училище в 1904 году связано с исследованиями природы горного давления. С 1906 года он публикует свои работы в этой области в «Записках Екатеринославского технического общества», «Известиях Екатеринославского высшего горного училища», «Горнозаводском листке» и «Горном журнале».

Центральное место в работах М.М. Протодьяконова занимали исследования в области горного давления, как основного фактора, определяющего параметры рудничной крепи. Первое обоснование новых методологических приемов, примененных им, было дано в работе «О некоторых попытках применения математики к горному искусству». В 1908 году М. Протодьяконов защитил в Петербургском горном институте диссертацию «Давление горных пород на рудничную крепь».

На основе предложенного М.М. Протодьяконовым коэффициента крепости пород разработана классификация горных пород, которая явилась первой обоснованной и практически ценной классификацией, не утратившей своего значения и в настоящее время. Коэффициент крепости применяется не только при определении величины давления пород на крепь выработки, но и для расчета количества шпуров в забое выработки, расхода взрывчатых веществ и др.



Ректор ДГИ профессор А.А. Ренгевич (справа) и заведующий кафедрой СШ и ПС профессор А.П. Максимов открывают мемориальную доску М.М. Протодьяконову

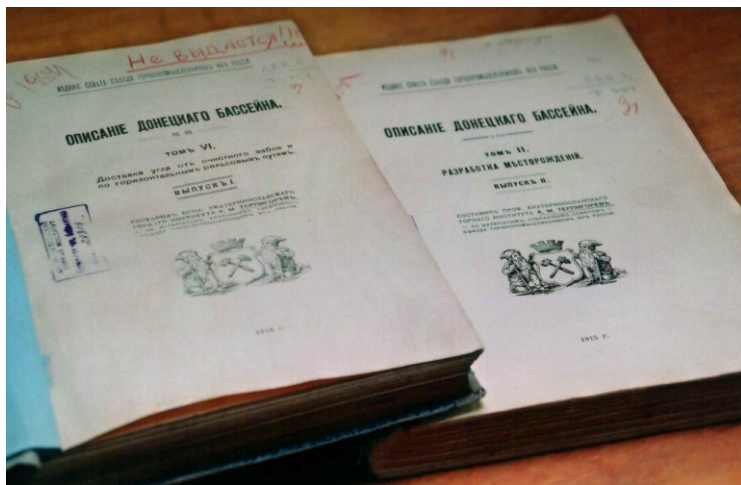
Занимаясь в период 1908-1914 гг. большой педагогической и научной работой, М.М. Протодьяконов собрал огромный материал по шахтам Донбасса для капитального многотомного труда «Описание Донецкого бассейна». Эти книги долгое время являлись настольной книгой каждого инженерно-технического работника.

Дальнейшее развитие этого научного направления, связано с работой в Екатеринославском горном

институте профессора Александра Николаевича Динника (1876-1950) – выпускника Киевского университета 1899 г., академика АН Украины и АН СССР. Работал в НГУ в 1913-1941 гг. Декан факультета горнозаводской механики, заведующий кафедрой теоретической механики.

А.Н. Динник поставил вопрос о давлении горных пород на научную основу. Применение методов теории упругости позволило ему более точно установить величины горного давления на крепь стволов шахт и напряжений вокруг горизонтальных выработок.

Дальнейшее развитие научной школы геомеханики в основном связано с работами сотрудников кафедры строительства и геомеханики. Научные исследования и разработки первых заведующих и



сотрудников кафедры – Ф.А. Белаенко, П.Я. Каменного, И.С. Маршака, Б.С. Локшина, Р.М. Кричевского и др. были посвящены вопросам изучения физико-механических свойств горных пород, обоснованию способов управления горным давлением при разработке полезных ископаемых, совершенствованию крепей очистных и подготовительных выработок.

Становление научной работы на кафедре проводилось под руководством Федора Акимовича Белаенко (1893-1962) – выпускника Екатеринославского горного института 1923 г. Работал в институте с 1931 г. по 1962 г. Доктор технических наук, профессор.

Работы выполнялись комплексно – как по линии производственных экспериментов на ряде шахт Донецкого, Никопольского и Чиагурского марганцевых бассейнов, так и по линии лабораторных работ.

Экспериментальные работы, проведенные на шахтах Донбасса, позволили установить типовые методы управления кровлей при различных условиях залегания пластов угля, а также внедрить новые способы разрушения угля.

Изучение физико-механических и петрографических свойств горных пород, выполненное проф. Ф.А. Белаенко, доказало, что в поведении пород и в горном давлении существенное значение имеет фактор времени. Экспериментальными работами на шахтах № 8 и 12 Никопольского марганцевого бассейна, проведенными доц. И.С. Маршаком был установлен ряд параметров: шаг обрушения кровли, характер горного давления, ширина выемочного столба при разработке марганцевой руды гидромеханическим способом.

При строительстве Каховской ГЭС кафедрой были разработаны защитные мероприятия: дамбы и гидротехнические сооружения против затопления месторождения Никопольских марганцевых руд, которые позволили сохранить существующие условия разработки и после подъема уровня воды в Днепре на 9 м.

В связи с перспективой разработки угля в Донбассе на глубинах 1000-1500 м, кафедра шахтного строительства разработала новый метод расчета крепи стволов, позволяющий без ущерба для прочности и устойчивости крепи на 40% уменьшить ее толщину и снизить стоимость проходки стволов.

В 1939 г., обобщив результаты многочисленных натуральных, экспериментальных и аналитических исследований, Ф.А. Белаенко представил к защите докторскую диссертацию «Теоретические основы давления горных пород и их практические применения к разработке тонких и средней мощности пластов каменного угля». Оппоненты, среди которых три академика – А.А. Скочинский, А.Н. Динник и А.М. Терпигорев, и профессор



Профессор Ф.А. Белаенко

Н.М. Покровский высоко оценили результаты работы.

В послевоенный период также получен ряд важных результатов.

В начале 1950-х годов профессор Ф. Белаенко решает задачу взаимодействия крепи шахтного ствола и боковых пород в совершенно новой постановке: с позиций теории пластичности с учетом фактора времени. Позже, к середине 50-х, на кафедре сформировалось два основных направления научных исследований:

- изучение физики взрывного разрушения пород;
- изучение природы пучения почвы и устойчивости горных выработок.

Говоря о научной школе геомеханики НГУ, необходимо также отметить важные научные исследования в области реологии, проведенные в этот период доцентом кафедры маркшейдерии Ж.С. Ержановым и профессором, заведующим кафедрой высшей математики М.И. Розовским.

Жакан Сулейменович Ержанов (1922-2003) – механик, академик АН КазССР, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки КазССР, лауреат Государственной премии КазССР. Создатель казахстанской научной школы механики. Основные труды посвящены новым направлениям механики Земли и механики природных и техногенных процессов в недрах, связанных с производственной деятельностью человека.

В 1951-1960 г.г. Ержанов Ж.С. работал доцентом кафедры маркшейдерии Днепропетровского горного института, с 1957 года – старшим научным сотрудником НИСа на кафедре строительства и геомеханики.

Профессор Моисей Исаакович Розовский (1906-1994) – выпускник Днепропетровского института народного образования 1929 г. Доктор физико-математических наук. Работал в НГУ в 1945-1989 гг. Заведовал кафедрой высшей математики. Основные научные труды связаны с теорией интегральных и интегро-дифференциальных уравнений и их применением в задачах теории упругости, пластичности и ползучести.

К концу 50-х годов в ДГИ сформировался сильный научный коллектив геомехаников, включающий ведущих ученых – профессоров Ф.А. Белаенко и М.И. Розовского, доцентов Ж.С. Ержанова, А.П. Максимова, Ф.И. Кучерявого и молодых сотрудников кафедры: М.Ф. Друкованого, В.Т. Глушко, Ю.П. Булича, В.В. Мишина, Р.П. Дидыка, Л.Я. Парчевского, А.Н. Зорина.

В это время кафедра приобрела уникальную сверхскоростную фотоустановку, позволившую изучать в динамике характер трещинообразования и выявлять новые закономерности при взрыве заряда в твердых средах.

Активно развивается научное направление школы геомеханики, связанное с изучением физико-механических свойств горных пород, исследованиями ползучести и релаксации пород и их влияния на проявления горного давления.

В этот период кафедрой заведовал Максимов Александр Павлович (1919-2008), выпускник Московского горного института 1943 г. Доктор технических наук, профессор, заслуженный профессор НГУ. Работал на кафедре в 1944-2003 гг.



Профессор А.П. Максимов

Научные исследования на кафедре трансформировались и расширились:

- исследования деформации массива при горных разработках на больших глубинах и совершенствование технологии крепления подземных выработок;
- разработка эффективной методики определения физико-механических свойств горных пород как основы для проектирования подземных выработок;
- совершенствование взрывной технологии добычи строительного камня с учетом естественной нарушенности массива.

По всем этим направлениям были достигнуты значительные результаты.

Так, исследования профессоров Максимова А.П. и Парчевского Л.Я. (1926-2010) позволили уточнить аналитический метод определения напряженного состояния вокруг горизонтальных и вертикальных выработок и более обоснованно подходить к расчету шахтных крепей.

В 1969 г. при кафедре организована отраслевая научно-исследовательская лаборатория по проблемам разработки месторождений скального строительного сырья.

Одним из наиболее перспективных направлений научных исследований оказалось применение комбинированных крепей, использующих несущую способность массива пород. Исследованиям и разработкам в том направлении посвящены труды А.П. Максимова, А.Н. Шашенко, А.Н. Роечко, С.Н. Ревы, А.А. Жолоба. Крепь внедрена в широком диапазоне горно-геологических условий на шахтах Западного Донбасса, Донецкой и Луганской обл.

В 1980-1990 гг. под руководством доц. Алферова О.С. выполнены теоретические и экспериментальные исследования, позволившие разработать более эффективные, качественные, надежные и экономичные методы прогноза физических свойств и состояния горных пород по результатам геологической разведки.

С 1981 г. кафедра участвует в решении задач отраслевой программы по разработке метода прогноза выбросов угля и газа.

Разработаны метод и акустическая аппаратура для непрерывного контроля состояния массива впереди забоя выработки.



Профессор А.Н. Шашенко



Коллектив научной школы геомеханики НГУ образца 80-х годов. В лаборатории моделирования геомеханических процессов кафедры СГМ: соискатель Е.А. Сдвижкова, к.т.н. Л.В. Новикова, к.т.н. А.Н. Шашенко, д.т.н. Л.Я. Парчевский, соискатель Н.Д. Глухов

Дальнейшие исследования научная школа геомеханики выполняла под руководством профессора Александр Николаевич Шашенко (1948 г.р.), выпускника Днепропетровского горного института. Доктор технических наук, заслуженный профессор НГУ. Он заложил фундамент новых научных направлений, которые базируются на использовании методов теории вероятностей в геомеханике. Проф.

Шашенко А.Н. является автором теории пучения пород как потери упругопластической устойчивости, автор научного открытия в области горной науки.

А.Н. Шашенко предложена новая теория прочности горных пород, заложены основы научных школ в области геомеханического мониторинга, исследований состояния горных пород и различных проявлений горного давления вблизи капитальных, подготовительных и очистных выработок. Проф. Шашенко А.Н. – член международного общества по геомеханике ISRM. Он автор 10 монографий, 4 учебников, свыше 300 научных статей. Под его руководством подготовлено 35 кандидатов и 10 докторов наук.

Научные исследования с использованием теории вероятностей в геомеханике, начатые профессором Парчевским Л.Я. получили дальнейшее развитие в работах д.т.н. Шашенко А.Н., Сдвижковой Е.А., Тулуба С.Б., Пустовойтенко В.П., что позволило создать новое научное направление в геомеханике породного массива – статистическую геомеханику.

С 1993 года на кафедре под руководством профессора В.В. Соболева работают специалисты в области теории и практики разрушения горных пород взрывным способом, выполняются исследования, направленные на получение искусственных алмазов, а также использование энергии лазера для инициирования взрывных зарядов. Проф. Соболевым В.В. проводятся исследования новых закономерностей, свойств и явлений в горных породах под действием давления, температуры, электрических и магнитных полей, лазерного излучения.

Он автор 12 монографий, 5 учебников, свыше 500 научных статей. Под его руководством подготовлено 11 кандидатов и 6 докторов наук.

В области наук о Земле выявлены два неизвестных прежде физических эффекта: явление твердофазной автоэпитаксии алмаза и свойство кристаллов естественного алмаза сохранять в процессе



Профессор В.В. Соболев с соискателем в момент проведения ответственного эксперимента



Исследование напряженно-деформированного состояния металлической крепи. Проф. А.Н. Роеенко, доц. А.В. Солодянкин

роста центральный зародыш. В.В. Соболеву принадлежит оригинальная теория возникновения внезапных выбросов угля и газа.

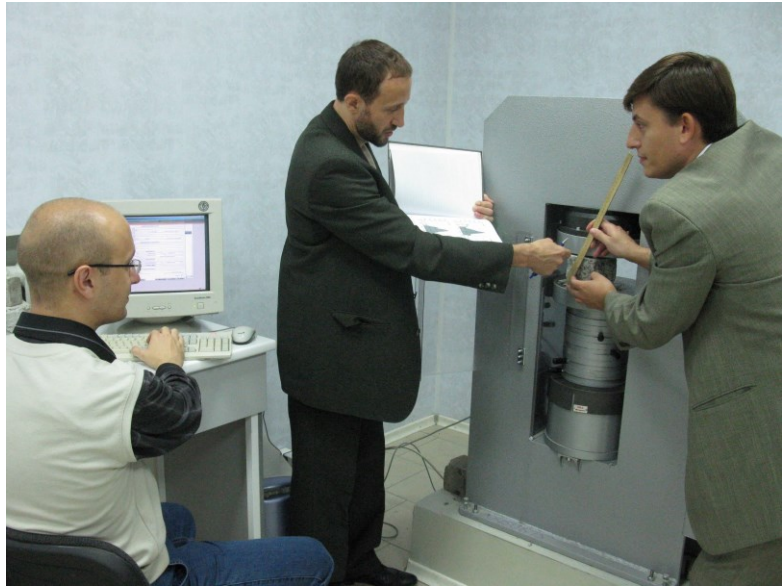
В последние годы, благодаря активному развитию вычислительной техники и программного обеспечения появились новые возможности в плане моделирования геомеханических процессов с учетом большего

количества факторов. Применяемые в настоящее время на кафедре программные средства позволяют решать различные задачи в упругой и упругопластической постановке на основе метода граничных и конечных элементов.

С применением метода граничных элементов на шахтах Донбасса проводились исследования, итогом которых стало научное открытие “Закономерность изменения устойчивости обнажений, пройденных в породном массиве с плоскостями ослаблений” (А.Н. Шашенко, Е.А. Сдвижкова и др.), установлены закономерности формирования НДС вокруг камерных выработок при разработке пыльных известняков Крыма. С использованием метода конечных элементов получены важные закономерности деформирования массива, укрепленного анкерами, углубленно изучается механизм развития пучения пород почвы, механизм обрушения пород основной кровли при пластовой разработке угля и др.

И сегодня научно-исследовательские работы на кафедре выполняются по многим направлениям с учетом специфики современных задач и требований науки и производства.

В 2007 году коллектив ученых девяти кафедр НГУ, в том числе и кафедры строительства и геомеханики принимал участие в реализации первого в Украине проекта Научно-образовательного центра (НОЦ) «Устойчивость геотехнических систем: процессы, явления, риски», финансируемого Министерством образования и науки Украины, Фондом гражданских исследований и развития США (CRDF) и Национальным горным университетом. Идея НОЦ со-



Испытания на гидравлическом прессе итальянской фирмы «Technotest» проводят аспирант А.С. Иванов, докторант С.Н. Гапеев, доцент Р.Н. Терещук

стояла в развитии науки, объединении научных и образовательных программ, привлечении для этого талантливой молодежи, реализации инновационных проектов. Направленность: фундаментальные исследования геологических структур, геотехнологий, ресурсного и энергетического потенциала недр, восстановления окружающей среды в горнодобывающих регионах.

В рамках реализации данного проекта была проведена модернизация исследовательского центра, который объединяет лаборатории геомеханики, физико-химии геотехнических систем, геофизики, ГИС-технологий.

Так, в 2008 году кафедра СГМ получила новый современный исследовательский гидравлический пресс итальянской фирмы «Technotest». На базе другого нового оборудования для испытаний, в помещении 4/1 создана лаборатория исследований свойств горных пород, грунтов и строительных материалов.

Кроме этого, приобретены лицензионные программные продукты ModFlow и Phase 2.0 для моделирования состояния породного массива и моделирования фильтрации жидкостей и газов в грунтах и горных породах, что расширяет возможности изучения геомеханических процессов.

Важным результатом работы НОЦ явилась материальная поддержка студентов и аспирантов, благодаря чему стало возможным их участие в IV Международном форуме-конкурсе студентов и молодых ученых «Проблемы недропользования», который проходил в Санкт-Петербургском горном институте в 2009 г.



Участники Международного форума «Проблемы недропользования». Санкт-Петербург. 2009 г.

С 2012 года в аспирантуру кафедры уже поступают выпускники этой специальности.

Таким образом, с 2006 года на кафедре фактически было сформирована система подготовки специалистов, а также кадров высшей квалификации и полноценное научно-практическое направление исследований по геотехнике – области знаний геомеханики, которая является основой современного городского промышленного, гражданского и подземного строительства, активно развивающейся в последние годы.

Научные задачи аспирантов этого направления связаны с обеспечением устойчивости природных склонов, оползнеопасных участков, геомеханического обоснования строительства в сложных геотехнических условиях Днепропетровска при масштабном строительстве и повышении уровня грунтовых вод.

Именно эти результаты и достижения явились основанием для изменения названия кафедры. С февраля 2014 года она носит название «Строительства, геотехники и геомеханики».

Среди других направлений научных исследований школы геомеханики, в которых берут участие ведущие и молодые ученые, аспиранты:

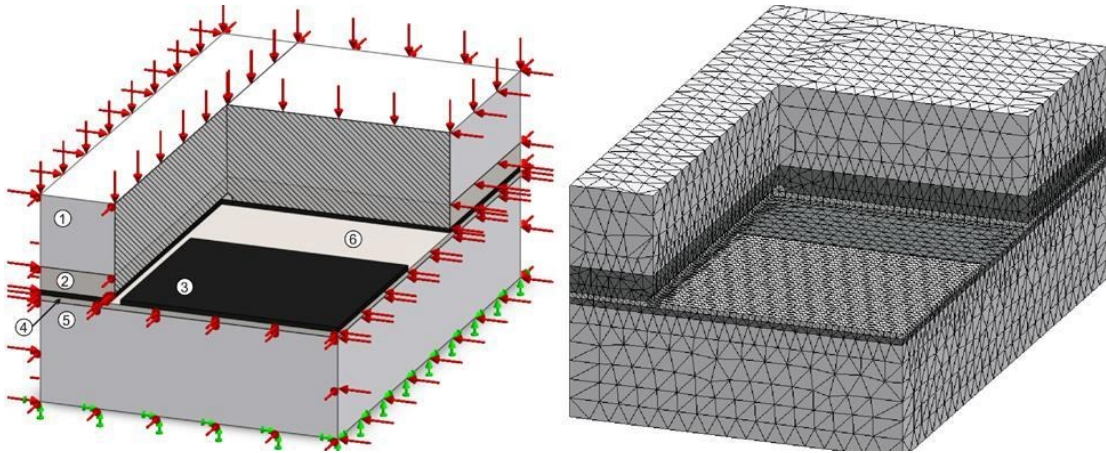
В 2010 г. при поддержке НОЦ Фрай-бергскую горную академию посетили доцент кафедры высшей математики Д.В. Бабец и аспирант кафедры СГМ К.В. Кравченко.

В 2006 году кафедра начала подготовку специалистов по специальности «Промышленное и гражданское строительство». Состав кафедры пополнился высококвалифицированным и специалистами в области строительства и геотехники: доц. Иванова А.П., асс. Титякова Е.С., проф. Шаповал В.Г., проф. Волкова В.Е.

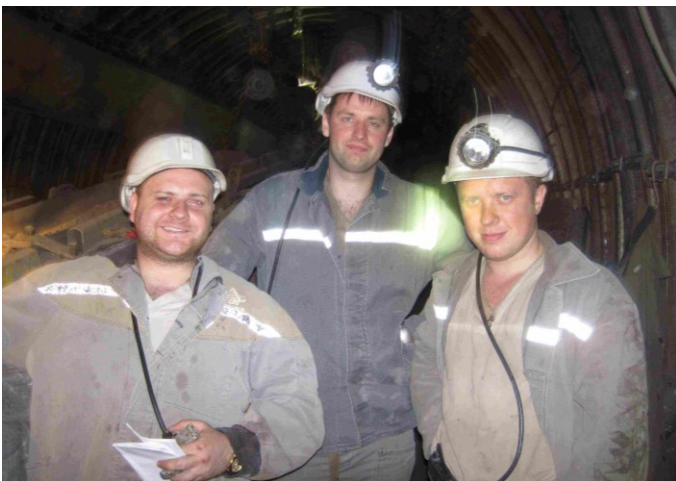


Аспирант К. Кравченко. Фрай-берг. Январь 2010 г.

- комплексные обследования состояния протяженных выработок и совершенствование технологии их крепления;
- геомеханическое обоснование параметров систем крепи демонтажных камер струговых лав;
- создание системы автоматизированного мониторинга подземного пространства;
- применения нанотехнологий при создании конструкционных материалов для подземного строительства;
- создание научных основ расчета и применения анкерных систем в выработках угольных шахт Украины.



Численное моделирование системы “выработка – породный массив – лава” для решения задачи обоснования параметров крепи демонтажной камеры струговой лавы на шахте «Степная»



Аспиранты кафедры на шахте «Степная»

Выполненные за последние годы исследования являются весьма плодотворными и полезными как для горнодобывающих предприятий, так и для сотрудников университета. Результаты этих работ стали основой кандидатских диссертаций аспирантов и соискателей: уже защитившихся Кравченко В.К., Халимендика А.В., Дубицкой М.С. и подготовленных к защите – Филипова А.О., Ищенко А.К., Сторчака Г.Г.

Ежегодно на кафедре выполняется несколько научно-исследовательских работ, в том числе с зарубежными партнерами (Россия, Белоруссия, Польша, Израиль). Объем финансирования научных исследований в последние годы составляет 800-1000 тыс. грн. По результатам научных исследований публикуется 100 и более

научных статей, регистрируется несколько патентов, выходят в свет учебники, монографии и сборники научных трудов.

Важным показателем эффективности научной и кадровой работы кафедры, является участие студентов в научно - исследовательской работе. На протяжении нескольких последних лет ряд студентов принимают участие в выполнении госбюджетных тем, участвуют в работе конференций, публикуют результаты выполненных студенческих научных работ в сборниках конференций.



Участники всеукраинской олимпиады по специальности «Мосты и транспортные туннели» Дейнеко В., Чумак А., Бердо Е., Бобрик Р. на экскурсии в Запорожье. 2013 г.

Вторым этапом этой работы является подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре и докторантуре.

За последние годы учеными кафедры выполнены фундаментальные разработки и получены важные результаты в области геомеханики, среди которых 5 научных открытий и 3 фундаментальных работы, две из которых отмечены Государственной премией Украины в области науки и техники за 2002 и 2010 г.г., а третья – премией президента Украины для молодых ученых в 2004 г.

За всю историю существования кафедры строительства и геомеханики, ее сотрудниками опубликовано более 2500 научных трудов, получено 130 авторских свидетельств и патентов, в том числе и зарубежных, написано около 90 монографий и брошюр, защищено 85 кандидатских и 15 докторских диссертаций.

Работы ученых кафедры широко известны в научных кругах далекого и ближнего зарубежья, а открытые ими новые научные направления являются дальнейшим развитием научной школы геомеханики, значительные результаты и достижения внесли весомый вклад в совершенствование технологии строительства шахт, наземных и подземных сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Днепропетровский горный институт: Исторический очерк / Под ред. А.А. Ренгевича, М.П. Теселько. – м.: Недра, 1990. – Кн. 1: История и развитие (1899-1989). – 345 с.

2. Шашенко А.Н., Солодянкин А.В., Пустовойтенко В.П. Кафедра строительства и геомеханики Национального горного университета: история, личности, достижения. К.: Новый друк, 2010. – 642 с.