

СПИСОК

членов диссертационного совета Д212.132.15 на базе НИТУ «МИСиС», присутствовавших на заседании по защите докторской диссертации Вороновой Элеоноры Юрьевны на тему «Научные основы разработки агрегатированных проходческих систем для подземного способа добычи полезных ископаемых» по специальности 05.05.06 – Горные машины «1» ноября 2016 г., протокол № 34

1. Подэрни Р.Ю. (председатель), доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
2. Шешко Е.Е. (ученый секретарь), кандидат технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
3. Бабокин Г.И., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки)
4. Вержанский А.П., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
5. Галкин В.И., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
6. Дмитриев В.Г., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
7. Егоров А.В., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки)
8. Ершов М.С., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки)
9. Кантович Л.И., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
10. Набатников Ю.Ф., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
11. Пастоев И.Л., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
12. Рахутин М.Г., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)
13. Шевырев Ю.В., доктор технических наук, 05.09.03 (техн. науки)
14. Яхонотов Ю.А., доктор технических наук, 05.05.06 (техн. науки)

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д212.132.15 НА БАЗЕ
ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС» (НИТУ «МИСиС»)
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета
от 1.11.2016 г. протокол № 34

**О присуждении Вороновой Элеоноре Юрьевне
ученой степени доктора технических наук**

Диссертация «Научные основы разработки агрегатированных проходческих систем для подземного способа добычи полезных ископаемых» по специальности 05.05.06 – «Горные машины» выполнена в ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» на кафедре «Технология и комплексы горных, строительных и металлургических производств»; принята к защите «7» июня 2016 г., протокол № 22 диссертационным советом Д212.132.15 на базе НИТУ «МИСиС», 119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4 (приказ № 1120/нк от «23» сентября 2015 г.).

Соискатель Воронова Э.Ю., гражданка РФ, 26.12.1972 г.р., в 2004 году защитила кандидатскую диссертацию на тему «Синтез и оценка эффективности технических решений при агрегатировании буровзрывных проходческих систем» по специальности 05.05.06 – «Горные машины» в диссертационном совете Д212.304.04 при Южно-Российском государственном техническом университете (Новочеркасском политехническом институте).

Диссертация подготовлена за время обучения в докторантуре Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова в период с 2012 г. по 2015 г. В настоящий момент Воронова Э.Ю. работает доцентом кафедры «Технология и комплексы горных, строительных и металлургических производств» Южно-Российского государственного политехнического университета (НПИ) имени М.И. Платова.

Научный консультант - доктор технических наук, профессор кафедры «Технология и комплексы горных, строительных и металлургических производств» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» **Хазанович Григорий Шнеерович.**

Официальные оппоненты:

1. **Захаров Юрий Никитович**, гражданин РФ, доктор технических наук, профессор кафедры «Горное и нефтегазовое оборудование» ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет» (переименован 21.03.2016),
2. **Габов Виктор Васильевич**, гражданин РФ, доктор технических наук, профессор кафедры машиностроения ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный

университет» (переименован 16.04.2016),

3. Жабин Александр Борисович, гражданин РФ, доктор технических наук, профессор кафедры «Геотехнологии и строительство подземных сооружений» ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»,

- дали **положительные отзывы на диссертацию.**

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» – в своем **положительном заключении**, подписанном Буяlichem Геннадием Данииловичем, д.т.н., проф. кафедры горных машин и комплексов и утвержденном проректором по научной работе и стратегическому развитию Тайлаковым О.В., **указала**, что диссертационное исследование посвящено решению актуальной научной проблемы в области создания перспективного горнопроходческого оборудования нового технического уровня для подземного способа добычи полезных ископаемых, главным результатом диссертационной работы является формирование научных основ разработки агрегатированных проходческих систем (АПС), включающих их структурно-функциональную систематизацию, математическую и имитационно-статистическую модели функционирования с программным продуктом, комплексный критерий оценки эффективности проходческих систем, закономерности и зависимости показателей производительности и трудоемкости от горнотехнических, технологических и конструктивных факторов, основные методические положения структурного и параметрического синтеза АПС, что имеет важное хозяйственное значение для отраслей горной промышленности.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию конструкторским организациям и заводам горного машиностроения для модернизации выпускаемого и разработки новых образцов горнопроходческого оборудования, в частности, машиностроительным заводам РФ: Александровскому, Копейскому, Людиновскому, Юргинскому. Диссертация удовлетворяет требованиям п.9 Положения о присуждении учёных степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Воронова Элеонора Юрьевна, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 - Горные машины.

Соискатель имеет 54 научных труда, в том числе 41 опубликованную работу по теме диссертации (29,2 п. л., авторский вклад 19,87 п. л.), из них 2 монографии, 5 патентов, 2 свидетельства о регистрации программы для ЭВМ, 15 статей опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах.

Наиболее значительные научные работы (в рецензируемых научных изданиях):

1. Воронова, Э.Ю. К вопросу об оценке эффективности горно-проходческих систем / Э.Ю. Воронова, Г.Ш. Хазанович // Горное оборудование и электромеханика. - 2011. - №7. - С.15-22.

2. Воронова, Э.Ю. Структурный синтез агрегатированных проходческих систем / Э.Ю. Воронова // Горное оборудование и электромеханика. - 2013. - №1. - С. 32-39.

3. Воронова, Э.Ю. Конструктивные особенности и основные параметры агрегатированного взрывонавалочного проходческого комплекса / Э.Ю. Воронова, Г.Ш. Хазанович // Горное оборудование и электромеханика. - 2013. - №4. - С. 9-16.

4. Воронова, Э.Ю. Системные аспекты формирования производительности проходческих систем / Э.Ю. Воронова // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2014. - №4. - С.259-265.

5. Воронова, Э.Ю. Разработка математической модели формирования производительности проходческих систем / Э.Ю. Воронова // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2014. - №5. - С. 162-171.

6. Воронова, Э.Ю. Показатели эффективности горнопроходческого оборудования / Э.Ю. Воронова, В.Г. Хазанович // Горное оборудование и электромеханика. - 2015. - №2. - С. 36-42.

На диссертацию и автореферат получены 9 отзывов:

1) **Комиссаров А.П.**, докт. техн. наук, проф., профессор кафедры горных машин и комплексов и **Лагунова Ю.А.**, докт. техн. наук, проф., профессор кафедры горных машин и комплексов «Уральского государственного горного университета» г. Екатеринбург; 2) **Клыкков Ю.Г.** докт. техн. наук, проф., профессор кафедры начертательной геометрии и черчения «Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета)», г. Владикавказ; 3) **Аксенов В.В.**, докт. техн. наук, заведующий лабораторией подземной робототехники Федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово; 4) **Прокопов А.Ю.**, докт. техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Инженерная геология, основания и фундаменты» «Донского государственного технического университета», г. Ростов-на-Дону; 5) **Гилев А.В.**, докт. техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Горные машины и комплексы» и **Шигин А.О.**, канд. техн. наук, доц., доцент кафедры «Горные машины и комплексы» Сибирского федерального университета, г. Красноярск; 6) **Лукиенко Л.В.**, докт. техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Агроинженерия и техносферная безопасность» «Тульского государственного педагогического университета им. Л.Н. Толстого», г. Тула; 7) **Сергеев В.В.**, докт. техн. наук, проф., профессор кафедры горного дела «Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета)», г. Владикавказ; 8) **Кольга А.Д.**, докт. техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Горные машины и транспортно-технологические комплексы» и **Вагин В.С.**, докт. техн. наук, проф., профессор кафедры «Горные машины и транспортно-технологические комплексы» «Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск; 9) **Семенов В.В.**, канд. техн. наук, генеральный директор и **Калашников С.А.**, заместитель начальника СКБ ОАО «Копейский

машиностроительный завод», г. Копейск.

В отзывах содержится 13 замечаний (в скобках указан номер отзыва, содержащего замечание): следовало бы дополнить структурно-функциональную систематизацию (рис. 1) схемой совмещений перемещений, за счет чего и достигается повышение производительности агрегатированных систем (1); не приведены сведения о возможности адаптации агрегатированных проходческих систем к горнотехническим условиям эксплуатации (1); не ясно как определялось расхождение между результатами расчетов и данными наблюдений в 14%, сколько проводилось экспериментов на одном уровне (рис. 4) (2); на стр. 31 автореферата, на рис. 15 не приведена расшифровка функций, представленных на графике. Неясно, что означают зеленая и красная линии? (3); неполный учет параметров буровзрывных работ при задании условий и получении результатов прогнозной оценки ПКВН (стр. 26, табл. 2), автор учитывает только количество и среднюю глубину шпуров, однако, на величину разброса породы и соответственно формирования штабеля при взрывонавалке влияют тип вруба, очередность и серии замедления при взрывании, величины зарядов в каждой группе шпуров, направление инициирования зарядов (прямое или обратное) и др., таким образом, заданием рациональных параметров БВР можно было оптимизировать формирование штабеля и повысить эффективность работы взрывонавалочного комплекса (4); в определении времени выполнения объемов горнопроходческих работ (СОГПР), стр. 18, учтены время ремонтно-подготовительной смены и количество смен, однако, влияние системы технического обслуживания и ремонта машин, входящих в комплекс, на функционирование АПС не раскрыто (5); для объективной оценки функционирования агрегатированных проходческих систем следовало бы показать влияние физико-механических свойств горных пород на производительность АПС (5); анализ и оценку работы затрудняет отсутствие структурирования ее основного содержания по главам и защищаемым положениям (5); на странице 30 автореферата представлена таблица 3, в которой в качестве составляющих при расчете давлений на днище клинового тягово-транспортного органа представлены угол трения груза о стенки выработки, угол внутреннего трения, практическое определение этих величин весьма затруднительно, рекомендаций по методике их определения в автореферате не представлено, необходимо было бы привести, например, область изменения этих значений (6); следовало бы указать теоретически обоснованный минимальный уровень вероятностной гарантии достижения проходческой системой требуемой скорости проведения выработки, который можно использовать для сравнения систем между собой (7); не приведены иные показатели, характеризующие эффективность использования новых разработанных агрегатированных проходческих систем (8); представленные формулы не пронумерованы, что затрудняет работу с авторефератом (8); на рисунках 11 и 15 автореферата не расшифрована величина K_V , из названия графиков следует, что это объем

грузопотока, но неясно, в каких единицах измерения он приводится (9).

Выбор официальных оппонентов обосновывается их компетентностью в области разработки горных машин для подземного способа добычи полезных ископаемых, наличием значительного количества публикаций в сфере исследований соискателя, **ведущей организации** - широкой известностью своими достижениями в области совершенствования горного оборудования.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований (соответствуют п. 1, 3, 4 и 7 паспорта специальности 05.05.06):

разработаны научные основы создания перспективного класса горнопроходческого оборудования с повышенной эффективностью – агрегатированных проходческих систем (АПС) – составными частями которых являются:

- структурно-функциональная систематизация агрегатированных буровзрывных и комбайновых проходческих систем, отличающаяся новой совокупностью классификационных признаков, позволяющих формализовать описание их структур и синтезировать новые технические решения АПС;

- математические модели формирования производительности проходческих систем и трудоемкости работ при выполнении заданной структуры объемов горнопроходческих работ (СОГПР), отличающиеся учетом забойных и внезабойных операций при проведении совокупности горных выработок по шахте или участку шахтного поля;

- имитационно-статистическая модель функционирования проходческих систем при выполнении СОГПР, с программным продуктом, представляющая проведение выработок как стохастический процесс с учетом влияния внешних и внутренних факторов;

- обоснованный порядок процедур, алгоритмы структурного синтеза и оценки эффективности конструктивных и схемных технических решений АПС во взаимосвязи с горнотехническими условиями их эксплуатации и условиями сочетаемости структурных элементов в составе одного технического решения, позволяющие последовательно осуществлять разработку новых высокоэффективных схмотехнических решений АПС в зависимости от вида целевой функции и требований технического задания;

- порядок процедур выбора оптимальных параметров АПС с известной структурой, учитывающий многофункциональный характер их функционирования и реализуемый как двухэтапный итерационный процесс.

предложены:

- новый критерий оценки эффективности проходческих систем, комбинирующий основные технические показатели их работы, отличающийся учетом вероятностного характера их функционирования и учетом степени достижения требуемых показателей;

- перспективный вариант конструкции и технология применения АПС со взрывонавалочной погрузкой горной массы на клиновой тягово-транспортный орган для проведения выработок по крепким породам, не имеющей аналогов в мировой практике, позволяющей совмещать проходческие операции, в 1,5 раза повысить темпы проведения выработки и в 2,3 раза - производительность труда;

- математические модели формирования объема груза на выходе из последовательно расположенных ячеек клинового тягово-транспортного органа проходческого взрывонавалочного комплекса при работе под завалом горной массы, учитывающие физико-механические характеристики транспортируемого материала, параметры перегружателя и взрывонавалочного бункера;

- алгоритм определения оптимальных параметров погрузочно-транспортного модуля агрегатированного проходческого взрывонавалочного комплекса, на основе которого произведен предварительный выбор параметров основных элементов проходческого взрывонавалочного комплекса: габаритные размеры бункера для взрывонавалки и энерговооруженность основной насосной станции.

доказано, что в результате агрегатирования элементов проходческие системы приобретают конструктивные особенности, приводящие к уменьшению степени цикличности технологии проходки и сокращению числа однотипных элементов, что обуславливает возможность повышения производительности АПС до 60% и снижение удельной трудоемкости проходческих работ до 25% в сравнении с аналогичными комплектами машин;

установлены закономерности и зависимости эффективности работы АПС от характеристик структурных элементов, условий эксплуатации и классификационных признаков, отражающих особенности агрегатированных структур.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны новые положения,

- определяющие общий подход к структурообразованию агрегатированных буровзрывных и комбайновых проходческих систем на основе развития и обобщения известных принципов структурной и функциональной систематизации горного оборудования, который позволил рассматривать их как отдельный класс горнопроходческого оборудования, сформировать для них новую совокупность классификационных признаков, разработать правила построения структур АПС и основные положения теории функционирования, являющиеся базой при постановке задач выбора технических решений, математическом и программном обеспечении процедур синтеза АПС;

- обосновывающие разработку алгоритмов, математических и имитационно-статистических моделей формирования значений производительности и удельной трудоемкости работ при функционировании проходческих систем при

стохастических изменениях условий внешней среды и состояний оборудования в период полного цикла проведения заданного объема горных выработок, включая внезабйные операции;

- устанавливающие основные зависимости показателей эффективности проходческих систем, как традиционного, так и агрегатированного исполнения, от совокупности классификационных признаков и условий эксплуатации;

- определяющие общие методологические принципы и подходы к выбору оптимальных параметров АПС, что обеспечивает создание машин рассматриваемого класса с наивысшей конечной эффективностью в соответствии с требованиями заказчика – максимальной производительностью, минимальной энергоемкостью или стоимостью;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) **использован** комплекс современных методов, включающий: методы исследования операций; структурного и параметрического синтеза новых технических решений; математическое и имитационно-статистическое моделирование рабочих процессов, формирования значений производительности и трудоемкости проходческих операций; статистическое планирование и обработку результатов вычислительных и физических экспериментов, выполненных с использованием современных компьютеров и программных продуктов; исследование рабочих процессов на специально созданной экспериментальной установке, имитирующей рабочие процессы, приближенные к реальным условиям; вероятностные методы оценки эффективности технических решений; основные положения механики сыпучей среды при установлении закономерностей распределения напряжений в штабеле горной массы;

изложены доказательства возможности повышения производительности процесса проведения выработок буровзрывным способом, полученные на основе математического описания и экспериментального изучения закономерностей формирования грузопотока клиновым тягово-транспортирующим органом на действующей физической модели взрывонавалочного проходческого комплекса;

раскрыты новые направления повышения эффективности агрегатированных проходческих систем путем совмещения операций во времени и функций операторов;

изучено влияние структурных, компоновочных, технических и технологических факторов на показатели производительности АПС и удельной трудоемкости работ при проведении совокупности выработок;

проведена модернизация математической модели формирования циклового объема транспортируемого материала на выходе из ячейки клиновым тягово-транспортирующим органом, работающим под завалом горной массы внутри бункера с наклонными бортами, на основе разработанного метода определения давления на днище перегружателя.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

получены новые технические решения, защищенные патентами и, в частности, синтезирована структура, разработана конструкция и технология применения оригинальной агрегатированной проходческой системы, работающей по взрывонавалочной технологии без постоянного присутствия людей в призабойной зоне;

разработан алгоритм и программное обеспечение моделирования рабочих процессов и выбора оптимальных параметров погрузочно-транспортного модуля агрегатированного проходческого взрывонавалочного комплекса;

разработаны и внедрены:

- методика оценки эффективности и выбора оптимального варианта проходческих систем на основе имитационно-статистического моделирования их работы с учетом вероятностного характера входных воздействий (ОАО «Копейский машиностроительный завод», ООО «Шахтоуправление «Садкинское», ОАО «Шахтоуправление «Обуховская», шахта Алмазная ОАО «УК Алмазная»);

- конструкция и технология применения агрегатированного проходческого взрывонавалочного комплекса и действующая экспериментальная модель его базового погрузочно-транспортного модуля с программой и методикой экспериментальных исследований (ОАО «Ростовшахтострой»);

- принципы создания и систематизации АПС, имитационно-статистическая модель функционирования проходческих систем с программным продуктом, методические аспекты оптимизации рабочих процессов и параметров АПС - в учебный процесс в виде разделов учебных курсов для студентов специальности 25.05.04 - «Горное дело».

Полученные в диссертационной работе результаты исследований **рекомендуется использовать** конструкторским организациям и профильным заводам горного машиностроения при модернизации имеющихся и разработке новых образцов проходческой техники.

Оценка достоверности результатов проведенных исследований выявила:

теория построена на основе известных научных методов: методологии системного подхода при постановке проблемы, обосновании целей, критериев оценки, системы ограничений и поиске альтернативных вариантов решений; методов структурного и параметрического синтеза технических объектов; вероятностных методов оценки эффективности технических решений; положений механики сыпучей среды; статистических методов планирования и обработки результатов физических и вычислительных экспериментов, согласуется с опубликованными экспериментальными данными и результатами экспериментальных исследований по теме диссертации;

идея базируется на анализе результатов патентного поиска и существующих конструкций агрегатированных буровзрывных и комбайновых проходческих

комплексов, подтверждающих целесообразность рассмотрения их как единого класса структур с установлением и обобщением закономерностей их функционирования для синтеза новых эффективных вариантов АПС;

использованы сравнения результатов имитационного моделирования функционирования проходческих систем с данными наблюдений за работой комплектов и комплексов реальной техники в производственных условиях, а также сравнения результатов компьютерного моделирования формирования грузопотока клиновым перегружателем с данными экспериментальных исследований на действующей модельной установке;

установлено, что достоверность принятых допущений и проверка корректности аналитических моделей подтверждается количественным совпадением авторских результатов расчетов при моделировании, отличающимся от данных производственных наблюдений на 14% и от экспериментальных результатов на 15% при относительной ошибке в определении средних значений 10%.

Личный вклад соискателя состоит в поиске и критическом анализе литературы по теме диссертационной работы; в разработке структурно-функциональной систематизации АПС; в обосновании и разработке математических моделей формирования производительности и трудоемкости проведения совокупности горных выработок; в разработке имитационно-статистической модели функционирования проходческих систем и ее программного обеспечения; в разработке нового коэффициента эффективности проходческих систем; в проведении статистических испытаний, обработке результатов и установлении зависимости показателей эффективности АПС от влияющих факторов; в разработке порядка процедур структурного синтеза технических решений АПС; в модернизации конструкции проходческого взрывонавалочного комплекса и разработке технологии его применения; в разработке процедур параметрической оптимизации агрегатированных проходческих комплексов; в разработке проекта, осуществлении авторского контроля при изготовлении и испытании макета погрузочно-транспортного модуля проходческого взрывонавалочного комплекса и проведении на нем научных экспериментов; в обработке результатов экспериментальных исследований; научном обосновании и разработке математического описания формирования грузопотока клиновым тягово-транспортирующим органом при работе под завалом горной массы; в подготовке основных публикаций по выполненной работе.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах и недобросовестные заимствования.

Диссертация Вороновой Э.Ю. соответствует критериям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», является научно-квалификационной работой, в которой на основе выполненных автором исследований дано новое решение актуальной научной проблемы в области создания средств комплексной

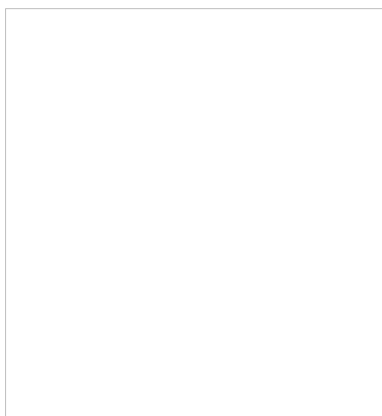
механизации горнопроходческих работ, заключающееся в разработке научных основ агрегатированных проходческих систем для подземного способа добычи полезных ископаемых, которые позволяют на основе установленных закономерностей структурообразования и функционирования агрегатированных проходческих систем и разработанных методических положений их структурного и параметрического синтеза создавать новые технические решения АПС, наиболее эффективные в заданных условиях эксплуатации и обеспечивающие повышение производительности горнопроходческих работ и горнодобывающего производства в целом, что имеет важное хозяйственное значение для горной промышленности страны, а Воронова Элеонора Юрьевна заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

На заседании 1 ноября 2016 года диссертационный совет Д212.132.15 принял решение присудить Вороновой Э.Ю. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 9 докторов наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, рассматриваемой диссертационной работы, участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение ученой степени – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного
совета Д212.132.15,
проф., докт. техн. наук,

Ученый секретарь диссертационного
совета Д212.132.15,
проф., канд. техн. наук



Подэрни
Роман Юрьевич

Шешко
Евгения Евгеньевна