

**Заключение диссертационного совета Д 01.008.01
на базе ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Министерства образования и науки Донецкой Народной Республики
по диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета Д 01.008.01
от «2» июня 2022 г. протокол №8/22

**О ПРИСУЖДЕНИИ
Зинченко Павлу Петровичу
ученой степени кандидата технических наук**

Диссертация «Обоснование структуры и параметров очистных комбайнов нового технического уровня для выемки тонких пологих пластов» по специальности 05.05.06 – Горные машины принята к защите «23» декабря 2021 г., протокол №12/21 диссертационным советом Д 01.008.01 на базе ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ», 283001, г. Донецк, ул. Артема, 58 (приказ о создании диссертационного совета №772 от 10.10.2015 г. с изменениями согласно приказов №696 от 10.08.2018 г., №762 от 22.05.2020 г., №1179 от 16.12.2021 г. и №19 от 14.01.2022 года).

В связи с временной технической не возможностью соблюдения п. 12.8 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», а именно «...возможность осуществления аудиовизуального контакта между участниками заседания, возможность направлять председательствующему и (или) участникам заседания документы, проекты документов, демонстрировать их содержание, а также, если выступление соискателя ученой степени, членов диссертационного совета, официальных оппонентов не отражаются в рамках непрерывной видео- и аудиотрансляции» защита диссертационной работы Зинченко П.П. на тему «Обоснование структуры и параметров очистных комбайнов нового технического уровня для выемки тонких пологих пластов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины переносится диссертационным советом Д 01.008.01 с 24 марта на 2 июня 2022 г., протокол №5/22 от «23» марта 2022 г.

Соискатель Зинченко Павел Петрович 1992 года рождения в 2016 г. – окончил «Донецкий национальный технический университет». Работает

ассистентом кафедры «Горные машины», ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ» МОН ДНР (ДОННТУ). Все представленные документы отвечают требованиям Высшей аттестационной комиссии при Министерстве образования и науки Донецкой Народной Республики.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Шабаев Олег Евгеньевич, заведующий кафедрой «Горные машины», ГОУВПО «ДОННТУ».

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор Корнеев Сергей Васильевич, заведующий кафедрой «Горной энергомеханики и оборудования», ГОУВО «ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» ЛНР, г. Алчевск.

- кандидат технических наук, доцент Паламарчук Татьяна Николаевна, доцент кафедры «Подвижной состав железных дорог», ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА» МОН ДНР, г. Донецк.

Ведущая организация:

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ «МАКЕЕВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПО БЕЗОПАСНОСТИ РАБОТ В ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» (МАКНИИ), г. Макеевка, в своем положительном заключении, подписанном заместителем директора по научной работе «МАКНИИ», кандидатом технических наук, Безбородовым Владимиром Алексеевичем, указало, что диссертация представляет собой завершённую научно-исследовательскую работу, в которой дано решение актуальной научно-технической задачи, имеющей важное народнохозяйственное значение, заключающееся в повышении технической производительности и снижении энергоемкости работы очистных комбайнов нового технического уровня в условиях тонких пологих пластов, путем оптимизации структуры, конструктивных и режимных параметров подсистемы погрузки очистного комбайна, на основе установленных закономерностей комплексного влияния этих параметров на процессы разрушения и погрузки.

Работа отвечает требованиям пунктов №2.2-2.4; №2.6; №2.11; №2.13 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Совета Министров Донецкой Народной Республики №2-13 от 27.02.2015 года, а ее автор Зинченко Павел Петрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 Горные машины (технические науки).

Выбор **официальных оппонентов** и **ведущей организации** обосновывается их компетентностью в области научно-практических исследований в области горных машин, наличием публикаций в соответствующих сферах исследования и способностью определить научную и

практическую ценность диссертации.

Основные положения диссертации опубликованы в 14 научных работах, в том числе: 8 статей в рецензируемых научных журналах и изданиях, а также 6 публикаций материалов и тезисов на международных и всероссийских форумах и конференциях.

Наиболее значимые работы по теме диссертации:

1. Шабаев, О.Е. Методика определения удельных энергозатрат разрушения и погрузки очистных комбайнов для тонких пластов в реальных условиях эксплуатации [Текст] / О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, **П.П. Зинченко**, А.В. Мезников, А.В. Коваленко // «Вестник Донецкого национального технического университета». Донецк, 2017. – № 4. – С. 28 – 33

2. Шабаев, О.Е. Установление зависимости погрузочной способности шнековых очистных комбайнов от их режимных параметров на основе модельных и натурных экспериментов [Текст] / О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, Е.Ю. Степаненко, **П.П. Зинченко** // «Вестник Донецкого национального технического университета». Донецк, 2019. – № 3 – С. 42 – 51

3. Шабаев, О.Е. К определению технической производительности очистных комбайнов работающих в условиях тонких и весьма тонких пологонаклонных пластов [Текст] / О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, Е.Ю. Степаненко, **П.П. Зинченко** // «Вестник Донецкого национального технического университета». Донецк, 2019. – № 4. – С. 44 – 52

4. Шабаев, О.Е. Методика выбора параметров очистных комбайнов со шнеками малых диаметров применительно к заданным горно-геологическим условиям [Текст] / О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, **П.П. Зинченко** // «Вестник Донецкого национального технического университета». 2020. – №3. – С. 43 – 51

5. Шабаев, О.Е. Обоснование рациональных структуры и параметров очистных комбайнов со шнеками малых диаметров [Текст] / О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, **П.П. Зинченко** // «Вестник Донецкого национального технического университета». 2021. – №1. – С. 20 – 28

6. Шабаев, О.Е. Экспериментальные исследования влияния ширины захвата шнекового исполнительного органа комбайна на эффективность процесса погрузки [Текст] / О.Е. Шабаев, **П.П. Зинченко**, А.В. Мезников // Горные науки и технологии. 2019. – №2. – С. 90 – 103

7. Шабаев, О.Е. Анализ процесса циркуляции угля в шнеках очистных комбайнов для тонких пологонаклонных пластов [Текст] / О.Е. Шабаев, В.Г. Нечепаяев, **П.П. Зинченко** // Инновационные перспективы Донбасса: материалы 5-й Межд. науч.-практ. конф. Т. 3: Инновационные технологии проектирования, изготовления и эксплуатации промышленных машин и агрегатов. Донецк: ДонНТУ, 2019. С. 138 – 142

8. Шабаев, О.Е. Оценка влияния скорости подачи очистного комбайна на эффективность погрузки горной массы шнековыми исполнительными органами [Текст] / О.Е. Шабаев, И.И. Бريدун, **П.П. Зинченко** // Проблемы горного дела: результаты 1-го Межд. форума студентов, аспирантов и молодых ученых-

горняков, 8-10 апреля 2020 г., Донецк. 2 секция: Инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых подземным и открытым способом. Донецк: ДОННТУ. – С. 71 – 76

9. Шабает, О.Е. Влияние дополнительных погрузочных устройств на производительность очистных комбайнов со шнеками малых диаметров [Текст] / О.Е. Шабает И.И. Бридун, **П.П. Зинченко** // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики: материалы 16-й Межд. конф., 19-20 Ноября 2020 г., ТулГУ, г. Тула В 2 т. Т. 1 – С 187 – 194

На автореферат диссертации **поступило 8 положительных отзывов** от специалистов ведущих профильных организаций из Российской Федерации и Донецкой Народной Республики. В отзывах отмечается актуальность, новизна и достоверность полученных результатов, их значение для науки и практики. **Все отзывы положительные.**

1. **Сысоев Николай Иванович**, доктор технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, профессор, профессор кафедры «Горное дело», «Южно-Российский государственный политехнический университет имени М.И. Платова», (г. Новочеркасск, РФ). Отзыв содержит следующие замечания:

- адекватность разработанной комплексной математической модели рабочих процессов разрушения и погрузки отделенной горной массы комбайном оценивалась путем сравнения интегральных показателей, отражающих эффективность рабочего процесса погрузки отделенной горной массы (мощности погрузки, производительности выгрузки, переброса и циркуляции горной массы). Значение мощности погрузки было получено на основе обработки данных шахтных экспериментов (рис. 1). Из автореферата не ясно, как были получены экспериментальные значения производительности выгрузки, переброса и циркуляции горной массы;

- в пояснении к структурной схеме, приведенной на рисунке 2 и математической модели 1 автореферата, отсутствуют пояснения обозначений $V_{\text{зав}}$, $V_{\text{р.об}}$, $V_{\text{з.об}}$ и входных параметров, относящихся к дополнительным погрузочным устройствам, что усложняет их восприятие.

2. **Эренбург Владимир Ильич**, кандидат технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, начальник производственно-технического отдела ГУП ДНР «Донецкий экспертно-технический центр», (г. Донецк, ДНР). Отзыв содержит следующее замечание:

- на балансе у шахт Донбасса остается значительное количество очистных комбайнов предыдущих поколений, имеющих отличную от современных комбайнов компоновку. Не ясно, может ли разработанная методика обработки экспериментальных исследований эксплуатации очистных комбайнов нового технического уровня с индивидуальной подсистемой привода для каждого

исполнительного органа применяться при обработке экспериментальных исследований работы очистных комбайнов иных компоновок.

3. Жабин Александр Борисович, доктор технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, профессор, профессор кафедры «Геотехнологий и строительства подземных сооружений» ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» (г. Тула, РФ). Отзыв содержит следующие замечания:

- в работе предложена методика выбора рациональной структуры и параметров очистных комбайнов для тонких пологих пластов по критерию наибольшей технической производительности при приемлемой энергоемкости процессов разрушения и погрузки горной массы с учетом ограничений, связанных с конкретными условиями эксплуатации. При этом результаты оптимизации показывают, что в зависимости от возникающих ограничений варьируется не только диаметр и ширина захвата шнека, но и частота его вращения (рис. 5), что потребует разработки редуктора привода исполнительного органа новой конструкции под конкретные условия эксплуатации комбайна. Целесообразен ли такой подход или же достаточно ограничиться определением рационального диаметра и ширины захвата исполнительного органа?

- при проведении экспериментальных исследований очистных комбайнов УКД400 и УКД200-500 в автореферате отмечается, что они эксплуатировались в представительных условиях. При этом следовало бы уточнить, по каким критериям была установлена представительность условий эксплуатации.

4. Жуков Иван Алексеевич, доктор технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, доцент, профессор кафедры «Машиностроения» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский Горный университет» (г. Санкт-Петербург, РФ). Отзыв содержит следующие замечания:

- заглавие диссертации «Обоснование структуры и параметров очистных комбайнов нового технического уровня для выемки тонких пологих пластов» предполагает достаточно широкий спектр решаемых задач, связанных с очистными комбайнами. Однако в тексте автором записано, что объектом исследований является шнековый исполнительный орган. Следовало бы это уточнение учесть в названии работы.

- в п.2 научной новизны показаны математические зависимости, которые без детального прочтения автореферата не дают возможности оценить степень значимости записанного. Более того, расшифровку переменных автор не приводит.

- к сожалению, автореферат не содержит ни фотографии, ни схемы, ни рисунка исследуемого объекта, который бы дал читателю большую информативность излагаемой проблемы.

5. Ананьев Кирилл Алексеевич, кандидат технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, заведующий кафедрой «Горных машин и комплексов», **Ермаков Александр Николаевич**, кандидат

технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, доцент кафедры «Горных машин и комплексов», ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева», (г. Кемерово, РФ). Отзыв содержит следующие замечания:

- для установления регрессионной зависимости энергоемкости процесса погрузки, методикой проведения шахтных экспериментальных исследований предусматривалось фиксация действующих фазных токов электродвигателей приводов опережающего и отстающего шнеков, а также значений скорости подачи комбайна. Из автореферата не ясно, каким образом фиксировалось значение скорости подачи комбайна.

- не ясно, можно ли использовать разработанную автором методику оптимизации структуры и параметров очистных комбайнов для средних и мощных пластов.

6. **Лагунова Юлия Андреевна**, доктор технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, профессор, заведующая кафедрой «Горных машин и комплексов», **Комисаров Анатолий Павлович**, доктор технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, профессор, профессор кафедры «Горных машин и комплексов», ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет», (г. Екатеринбург, РФ). Отзыв содержит следующие замечания:

- методика обработки результатов экспериментальных исследований работы современного комбайна с индивидуальной подсистемой привода каждого исполнительного органа на основе фиксации действующих в процессе выемки угля токов электродвигателей приводов резания позволяющая определять значения мощности и удельных энергозатрат разрушения и погрузки отделенной горной массы, представляет практический интерес, однако она не нашла отражение в тексте автореферата. При этом не ясно, как располагались исполнительные органы объектов исследований относительно разрушаемого пласта при ведении шахтных экспериментов и можно ли использовать разработанную методику для определения показателей рабочих процессов очистных комбайнов для пластов средней и большой мощности.

- на графическом представлении процесса погрузки (рис. 3) приведено обозначение параметра $V_{\Pi}^{\text{пог}}$, пояснение к которому в тексте автореферата отсутствует.

7. **Ефременков Андрей Борисович**, доктор технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины, профессор, проректор по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО «Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого», (г. Великий Новгород, РФ). Отзыв содержит следующие замечания:

- согласно рекомендациям, приведенным в работе, наибольшая техническая производительность комбайна достигается при его оснащении

шнеком диаметром близким к средней мощности пласта. Не ясно, как это повлияет на устойчивость машины.

- на рисунке 5 приведены результаты модельных исследований при различном сочетании факторов. При этом приведены далеко не все возможные сочетания. Из автореферата не ясно, чем это обусловлено.

8. **Пенчук Валентин Алексеевич**, доктор технических наук по специальности 05.05.04 – Машины для земляных и дорожных работ, профессор, заведующий кафедрой «Наземные транспортно-технологические комплексы и средства», ГОУВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры» (г. Макеевка, ДНР). Отзыв содержит следующие замечания:

- согласно данным, изложенным в автореферате, оптимизация параметров и структуры очистных комбайнов приведет к повышению технической производительности в 1,1 – 2,1 раза, и снижению удельных энергозатрат разрушения и погрузки в 1,3 – 2,3 раза. Не ясно, чем обусловлены такие широкие диапазоны изменения этих значений.

- параметр $l_{тр}$ (расстояние от разгрузочного торца шнека до решетки конвейера) автором работы включен в вектор параметров скребкового конвейера. Вместе с тем, этот параметр зависит от компоновки очистного комбайна, поэтому при составлении комплексной математической модели (рис. 2) следовало бы $l_{тр}$ отнести к параметрам корпуса комбайна.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

1. Теоретически установлено и экспериментально подтверждено, что мощность и удельные энергозатраты на погрузку шнеками малых диаметров возрастают с увеличением ширины захвата тем интенсивнее, чем выше скорость перемещения очистного комбайна. Это обусловлено процессом циркуляции, и как следствие экспоненциальным ростом напряженного состояния горной массы в рабочем пространстве исполнительного органа.

2. Установлено, что при работе очистных комбайнов со шнеками малых диаметров можно выделить три характерных диапазона скоростей перемещения, отличающихся закономерностями процесса погрузки (1-й характеризуется свободной погрузкой; 2-й – перебросом непогруженной горной массы на нерабочую сторону шнека в виду ограниченной площади окна выгрузки; 3-й – циркуляцией горной массы, обусловленной ограниченной пропускной способностью зазоров дополнительного разгрузочного устройства) и соотношением мощностей процесса погрузки и разрушения (в 1-м и 2-м диапазонах - 9...44 %, в 3-м - 27...82 % в зависимости от свойств разрушаемого массива).

3. Установлено, что максимальная техническая производительность при приемлемой энергоемкости достигается при работе комбайна с граничной скоростью перемещения установленной из условия отсутствия циркуляции горной массы в рабочем пространстве шнека диаметром, близким к средней

мощности пласта и с наименьшей из принятого диапазона шириной захвата. При наличии ограничений, обусловленных заданными горно-геологическими и горнотехническими условиями эксплуатации, рациональные значения диаметра и ширины захвата шнека необходимо устанавливать на основе разработанных математической модели оптимизации структуры и параметров очистного комбайна и комплексной имитационной модели рабочих процессов разрушения и погрузки горной массы шнековыми исполнительными органами малых диаметров. Рациональное сочетание значений диаметра и ширины захвата шнека позволяет повысить техническую производительность в 1,1...2,1 раза и снизить мощность и удельные энергозатраты разрушения и погрузки в 1,3...1,5 и 1,3...2,3 раза соответственно.

Научная новизна полученных результатов.

1. Впервые разработана комплексная математическая модель рабочих процессов разрушения и погрузки горной массы шнеками малых диаметров, **отличающаяся** учетом формирования потоков горной массы погруженной и переброшенной выгружающей лопастью опережающего исполнительного органа.

2. Впервые разработаны метод и математическая модель оптимизации структуры и параметров очистного комбайна применительно к заданным горно-геологическим и горнотехническим условиям эксплуатации по критерию максимальной технической производительности при приемлемой энергоемкости процессов разрушения и погрузки горной массы, **отличающаяся** учетом комплексного влияния элементов структуры (наличие дополнительных погрузочных устройств в виде погрузочных щитков), а также геометрических (диаметра шнека, ширины захвата, диаметр рукояти качалки в зоне окна выгрузки) и режимных (скорость перемещения комбайна и частота вращения шнека) параметров на рабочие процессы разрушения и погрузки горной массы. Оптимизация структуры, геометрических и режимных параметров очистного комбайна позволяет повысить техническую производительность в 1,1...2,1 раза, и снизить мощности и удельных энергозатрат разрушения и погрузки в 1,3...1,5 и 1,3...2,3 раза соответственно.

3. Впервые получена зависимость для определения технической производительности очистных комбайнов, работающих в условиях тонких пологих пластов, учитывающая затраты времени на вспомогательные технологические операции, обусловленные заштыбовкой шнека малого диаметра.

Теоретическая значимость работы заключается в дальнейшем развитии методов повышения производительности и снижения энергоемкости работы очистных комбайнов на основе выбора рациональных значений конструктивных, режимных параметров и структуры подсистемы погрузки очистного комбайна со шнековым исполнительным органом малого диаметра с учетом установленных закономерностей их влияния на процесс погрузки горной массы.

Практическая значимость работы заключается в разработке:

– методики определения рациональных структуры, геометрических и режимных параметров очистных комбайнов для тонких пологих пластов по критерию максимальной технической производительности при приемлемой энергоемкости процессов разрушения и погрузки горной массы с учетом ограничений, связанных с горно-геологическими и горнотехническими условиями эксплуатации;

– номограммы выбора рациональных параметров исполнительных органов, обеспечивающих минимальную энергоемкость процессов разрушения и погрузки при заданной технической производительности, а также наибольшую техническую производительность очистного комбайна в заданных горно-геологических и горнотехнических условиях;

– методики обработки результатов экспериментальных исследований работы современных очистных комбайнов с индивидуальной подсистемой привода каждого исполнительного органа, позволяющей на основе фиксации действующих токов электродвигателей приводов резания определять основные параметры разрушения и погрузки горной массы шнековыми исполнительными органами малых диаметров;

– программного обеспечения для имитационного моделирования процессов разрушения и погрузки горной массы шнековым исполнительным органом очистного комбайна в условиях тонких пологих пластов с учетом процесса циркуляции горной массы в рабочем пространстве шнека.

Результаты диссертационной работы: приняты ГУ «ДОНУГЛЕМАШ» в качестве научно-методической основы для совершенствования и создания очистных комбайнов для тонких пологих пластов; внедрены в учебный процесс кафедры «Горные машины» ГОУВПО «ДОННТУ» при подготовке специалистов, обучающихся по специальности 21.05.04 «Горное дело» (специализация «Горные машины и оборудование»).

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается корректностью поставленных задач и принятых допущений, достаточным объемом аналитических исследований, согласованностью результатов теоретических и экспериментальных исследований. Расчетные модельные значения параметров рабочих процессов и экспериментальные значения отличаются не более чем на 20%.

На основании изложенного представленная диссертационная работа Зинченко Павла Петровича «Обоснование структуры и параметров очистных комбайнов нового технического уровня для выемки тонких пологих пластов», является завершенной научно-исследовательской работой, в которой на основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований решена актуальная научно-техническая задача, имеющая важное народнохозяйственное значение, заключающееся в повышении технической производительности и снижении энергоемкости работы очистных комбайнов

нового технического уровня в условиях тонких пологих пластов, путем оптимизации структуры, конструктивных и режимных параметров подсистемы погрузки очистного комбайна, на основе установленных закономерностей комплексного влияния этих параметров на процессы разрушения и погрузки.

Работа отвечает требованиям п. 2.2 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на присуждение ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

На заседании от «2» июня 2022 г. диссертационный совет Д 01.008.01 принял решение присудить Зинченко Павлу Петровичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – Горные машины.

При проведении тайного голосования из 23 человек, входящих в состав диссертационного совета, присутствовало 20, из них 7 докторов наук по рассматриваемой специальности 05.05.06 – Горные машины, проголосовали: «ЗА» – 20, «ПРОТИВ» – НЕТ, недействительных бюллетеней – НЕТ.

Члены комиссии диссертационного совета Д 01.008.01:

д-р техн. наук, профессор Нечепанов В.Г.

д-р техн. наук, профессор Малеев В.Б.

д-р техн. наук, профессор Кононенко А.П.

Председатель диссертационного
совета Д 01.008.01

д-р техн. наук, профессор

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 01.008.01

д-р техн. наук, доцент



(подпись)

В.П. Кондрахин

(подпись)

И.А. Бершадский

«2» июня 2022 г.