

DOI: 10.15593/2224-9982/2021.66.01

УДК 621.822

О.М. Беломытцев

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

ПЕРМСКАЯ ШКОЛА ПОДШИПНИКОВ ПРОФЕССОРА БОРИСА АЛЕКСАНДРОВИЧА ИВАНОВА

Посвящена 100-летию юбилею со дня рождения выдающегося педагога и ученого, профессора Пермского политехнического института (ППИ), ныне ПНИПУ, Бориса Александровича Иванова, одного из основателей ППИ, участника Великой Отечественной войны.

Борис Александрович окончил Казанский авиационный институт и в 1956 г. защитил кандидатскую диссертацию; с 1957 г. стал заведовать кафедрой «Детали машин».

С 1963 г. на кафедре начало развиваться научное направление – исследование работоспособности преимущественно авиационных подшипников качения.

После прошедшего в 1964 г. в Перми Всесоюзного съезда по надежности машин Борис Александрович ввел в курс «Детали машин» раздел по надежности.

В 1965 г. по его инициативе при НТО «Машпром» была создана секция надежности и узлов трения, в составе которой сотрудники кафедры каждые два года проводили научно-технические конференции с широким участием специалистов из разных городов страны. Каждый квартал проводились научно-технические семинары с докладами, в основном с предприятий города.

Блестящий лектор и воспитатель-учитель молодых сотрудников, Борис Александрович большое внимание уделял повышению их педагогической и научной квалификации, особо поддерживал самостоятельную работу молодежи.

Под руководством Бориса Александровича были выполнены и успешно защищены одиннадцать кандидатских диссертаций, он был утвержден в звании профессора и заслуженного работника высшей школы.

Так была создана известная в стране Пермская школа подшипников.

Борис Александрович навсегда остался в памяти благодарных учеников.

Ключевые слова: Пермский политехнический институт, кафедра «Детали машин», ученики, темы диссертаций, надежность, научная школа подшипников.

O.M. Belomytsev

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

PERM SCIENTIFIC SCHOOL OF BEARINGS FOUNDED BY PROFESSOR BORIS ALEXANDROVICH IVANOV

The article is devoted to the 100th anniversary of the birth of an outstanding teacher and scientist, professor of the Perm Polytechnic Institute (PPI), now PNRPU, Boris Alexandrovich Ivanov, one of the founders of the PPI, a participant in the Great Patriotic War.

Boris Alexandrovich graduated from the Kazan Aviation Institute and defended his PhD thesis in 1956; since 1957 he became the head of the department "Machine Parts".

Since 1963, the department began to develop a scientific direction—the study of the performance of mainly aircraft rolling bearings.

After the All-Union Congress on Machine Reliability held in Perm in 1964, Boris Alexandrovich introduced a section on reliability to the course "Machine Parts".

In 1965, on his initiative, a section of reliability and friction units was created at NTO MASHPROM, in which the staff of the department held scientific and technical conferences every two years with the wide participation of specialists from different cities of the country. Scientific and technical seminars with reports were held every quarter, mainly from the enterprises of the city.

A brilliant lecturer and educator-teacher of young employees, Boris Alexandrovich paid great attention to improving their pedagogical and scientific qualifications, especially supported the independent work of young people.

Under the leadership of Boris Alexandrovich, eleven candidate dissertations were completed and successfully defended, he was confirmed in the title of professor and honored worker of the higher school.

So the Perm School of Bearing Workers, well-known in the country, was created.

Boris Alexandrovich has always remained in the memory of grateful students.

Keywords: Perm Polytechnic Institute, Department of "Machine Parts", students, dissertation topics, reliability, scientific school of bearings.



Рис. Борис Александрович Иванов
(02.09.1921–29.07.2001)

2 сентября 2021 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося педагога и ученого, профессора Пермского политехнического института, ныне Пермский научно-исследовательский политехнический университет, Бориса Александровича Иванова (рисунок).

Еще до приезда в Пермь Борис Александрович прошел большую жизненную школу. Из Московского института стали, в котором он был студентом, в 1939 г. был призван в армию и оттуда направлен на учебу в Харьковское авиационное военное училище, которое с началом войны было переведено в город Красноярск. Уже из Красноярска Бориса Александровича направили в военную часть, занимающуюся переброской военных самолетов из США через Аляску.

После демобилизации в 1946 г. поступил в Казанский авиационный институт, где, как сталинский стипендиат, был принят в аспирантуру при кафедре «Детали машин», защитил диссертацию в 1956 г., после защиты остался работать на кафедре.

В 1957 г. переехал с семьей – с женой Нинелью Васильевной и годовалой дочерью Олей – в город Пермь для работы в Пермском вечернем машиностроительном институте. Борис Александрович был избран на должность заведующего кафедрой «Детали машин и теория механизмов и машин», последнее направление в дальнейшем отпочковалось в самостоятельную кафедру, также Борис Александрович

был деканом. Институт готовил специалистов преимущественно для Пермского моторного завода, тогда завода имени И.В. Сталина.

Нинель Васильевна стала работать в Пермском университете, впоследствии защитила кандидатскую диссертацию и стала доцентом, уже в Перми у них родилась вторая дочь – Юлия.

Вечерний машиностроительный институт совместно с Пермским горным институтом и техническим факультетом Пермского университета стали основой организации Пермского политехнического института (ППИ). Борис Александрович стал заведующим кафедрой «Детали машин» ППИ.

С постройкой корпуса на Комсомольском проспекте кафедра расположилась в этом здании. В цокольном помещении (аудитория 047) площадью около 300 м² расположилась лаборатория деталей машин, а в двух комнатах над лабораторией на первом этаже – преподавательская и кабинет заведующего кафедрой.

Кафедра состояла из пяти преподавателей [1]:

Михаил Григорьевич Рейнер 1908 года рождения – пришел из МКБ «Авиадвигатель», где во время войны работал начальником испытательной станции, часто выезжал на фронт по вопросам эксплуатации двигателей; защитил кандидатскую диссертацию в МАИ по конструкции двигателя, доцентом стал в ППИ.

Юрий Андреевич Минеев 1916 года рождения – во время войны служил в пехоте, окончил физмат Пермского университета, пришел в ППИ из сельхозинститута, в котором работал преподавателем.

Аристовул Аристовулович Лабутин – до прихода Бориса Александровича исполнял обязанности заведующего кафедрой в Вечернем машиностроительном институте, выходец с машиностроительного завода имени В.И. Ленина.

Вадим Михайлович Сушков – также пришел с завода, прекрасно рисовал.

Михаил Петрович Салай – подростком всю войну проработал на Мотовилихинском заводе им. В.И. Ленина.

Заведующим лабораторией был **Геннадий Иванович Десятков** 1935 года рожде-

ния, который служил в ВДВ, был участником венгерских событий, окончил Вечерний машиностроительный институт. В ППИ он вскоре передал лабораторию Г.П. Маковею, а сам стал преподавателем.

Секретарь кафедры **Раиса Васильевна Балашова** прошла войну радисткой на Ленинградском фронте, в ППИ пришла из Вечернего машиностроительного института.

Оснащение лаборатории было минимальным: несколько редукторов, установка для исследования болтового соединения с применением тензометрирования и некоторая тензометрическая аппаратура. Специалистом по тензометрии был Ю.А. Минеев.

В этот период Борис Александрович и Ю.А. Минеев решили важную задачу по обеспечению работоспособности валов мотовозов, выходявших из строя из-за резонансных колебаний. Практическое решение задачи дало значительный экономический эффект Пермскому паровозоремонтному заводу, выпускавшему мотовозы.

Стремительное развитие кафедры началось с 1962 г., с приходом на кафедру молодежи [2]:

Олег Михайлович Беломытцев – пришел с краностроительного завода «Коммунар», прошел различные ступени – технолог, мастер, старший мастер – начальник механосборочного участка, руководитель группы конструкторов нестандартного оборудования [3].

Василий Яковлевич Кусочкин – пришел с паровозоремонтного завода, где работал конструктором [4].

Борис Петрович Свешников – молодой специалист, выпускник ППИ, впоследствии стал заведующим кафедрой, сменив Бориса Александровича [5].

Герман Павлович Скорюков, Борис Дмитриевич Мажов, Нина Константиновна Павлецова – все молодые специалисты, окончившие ППИ [6, 7].

Василий Алексеевич Игошин и **Виктор Павлович Дубровских** – с Пермского речного пароходства, **Александр Матвеевич Чашин** – с Мотовилихинского завода [8].

Все стали готовиться к поступлению в аспирантуру, которая вскоре открылась у Бориса Александровича.

Заведующим лабораторией стал **Григорий Петрович Маковей**, отслуживший в ракетных войсках после военного училища, талантливый специалист по снабжению, который оснастил учебную лабораторию многими установками, по поручению ректора М.Н. Дедюкина решал ряд вопросов в масштабах вуза, был студентом Пермского университета.

Тамара Степановна Васильева, работавшая конструктором на оборонном заводе в Приморском крае, по приезду в Пермь пришла работать на кафедру в ППИ.

Впоследствии в 1965 г. на кафедру старшим преподавателем с завода «Коммунар», где он работал конструктором, пришел **Вадим Михайлович Вяткин**, ранее он учился в Нижнетагильском художественно-графическом училище и сопровождал лекции бесподобными рисунками.

Борис Александрович большое внимание уделял повышению квалификации молодых преподавателей, все обязаны были прослушать читаемый им курс лекций по деталям машин.

Регулярно всеми преподавателями проводились открытые занятия, обсуждение которых проходило исключительно доброжелательно и творчески; семинары по различным разделам деталей машин, по тензометрированию, надежности, по темам диссертаций.

Кафедра являлась общетехнической, велись дисциплины «Детали машин», «Подъемно-транспортные машины», «Прикладная механика». Обучались студенты дневной, вечерней и заочной форм обучения.

Лекции Борис Александрович читал блестяще, они отличались доступностью изложения, научностью и возможностью вести содержательные конспекты; экзамены он принимал, обращая основное внимание на физическое понимание студентом излагаемой темы, экзамены всегда принимала комиссия из двух человек, один из которых был молодым преподавателем.

В 1963 г. Борис Александрович и М.Г. Рейнер, как специалисты по авиационным двигателям, предложили сделать основным научным направлением кафедры изучение работоспособности авиационных подшипников качения в газотурбинных двигателях, создаваемых в МКБ «Авиадвигатель» и выпускаемых Пермским моторным заводом.

В научном плане тематика была близка Борису Александровичу, так как тема его диссертации относилась к контактной прочности цилиндрических тел.

Началось изучение и сбор информации по подшипникам качения. Борис Александрович всячески поощрял и помогал, посылая в командировки О.М. Беломытцева и В.Я. Кусочкина для налаживания контактов с ведущими организациями и специалистами страны, занимающимися подшипниками качения: в Москве это были Всесоюзный научно-исследовательский институт подшипниковой промышленности – ВНИПП (доктор технических наук, профессор Н.А. Спицын, ведущие специалисты института – кандидаты технических наук А.С. Саверский, М.З. Народецкий), ВНИИ железнодорожного транспорта (ведущие специалисты по подшипникам железнодорожного транспорта – кандидаты технических наук Б.З. Акбашев и И.В. Слушкин), в те годы железнодорожный транспорт переходил с подшипников скольжения на подшипники качения, Самарский филиал ВНИПП и 4-й ГПЗ, на котором работали молодые ученые В.А. Пиковский, В.В. Шашкин и другие, защитившие впоследствии в ППИ кандидатские диссертации.

В 1964 г. в Перми прошел Всесоюзный съезд по надежности машин и конструкций, на котором выступили известные ученые академик А.И. Берг, профессор Б.В. Гнеденко и работники промышленности.

Стало ясно, что раздел по надежности должен быть в курсе «Детали машин». Борисом Александровичем был разработан курс лекций «Основы теории надежности и вероятностные методы расчета деталей и узлов машин», а также ряд пособий по курсовому проектированию.

Лекции стали составной частью общего курса лекций объемом 8–10 ч, а в курсовом проекте предусматривался расчет редуктора на надежность.

В Минске мы познакомились с членом-корреспондентом Белорусской академии наук, доктором технических наук, профессором В.Н. Трейером, который в 1934 г. написал первую в стране книгу по подшипникам качения «Теория и расчет подшипников качения»,

а в 60-е гг. занимался расчетами на надежность машиностроительных конструкций. Мы его пригласили прочитать курс лекций по надежности в нашем институте, что он с удовольствием и сделал.

В 1965 г. Борис Александрович предложил при НТО «Машпром» Пермского края (была в СССР такая Всесоюзная организация по распространению передового опыта работы всех машиностроительных предприятий страны во главе с техническими вузами) создать секцию надежности, которая в 1970 г. была переименована в секцию надежности, узлов трения и смазки.

Первым председателем секции был В.Я. Кусочкин, а с 1969 г., после его отъезда в Гомель, председателем секции стал кандидат технических наук О.М. Беломытцев, секретарем секции – кандидат технических наук Б.Д. Мажов, занимавшие эти должности до 1992 г., когда НТО «Машпром» было ликвидировано.

Научно-техническое руководство секцией осуществлял Борис Александрович, он занимался также планированием работы секции, организацией конференций, которые проходили под его непосредственным руководством.

Формально конференции считались областными, а фактически они были всесоюзными, так как в них принимали участие не только работники вузов и заводов Пермской области, но и вузов, НИИ и заводов из Москвы (ВНИПП, ИМАШ, ГосНИИ ГА, ЦИАМ и др.), Ленинграда (институт «Военмех», Кировский завод), Самары (филиал ВНИПП, 4-й ГПЗ, Самарский государственный аэрокосмический университет имени С.П. Королева), Ростова-Дону (Институт железнодорожного транспорта), Харькова, Одессы, Николаева, Киева, Гомеля, Минска, Ижевска и других городов. Конференции проходили каждые два года, в них принимали участие с докладами известные ученые и специалисты заводов города Перми: авиационного моторного завода, МКБ, Мотовилихинского завода, завода имени Ф.Э. Дзержинского, завода смазок и СОЖ и др.

К началу конференции всегда издавались тезисы докладов.

В организации конференций участвовал весь состав кафедры, конференции проводились каждые два года.

Кроме конференций секция каждый квартал проводила научно-технические семинары с приглашением известного специалиста из другого города и с выступлением двух-трех докладчиков с заводов города, НИИ или ППИ.

Благодаря этим конференциям и семинарам кафедра имела широкую связь с промышленными предприятиями. Работники кафедры стали принимать участие в различных конференциях, проводимых в Москве, Ленинграде, Ижевске, Свердловске, Кургане, Воронеже.

В 1963 г. в ППИ был создан совет по защите кандидатских диссертаций по машиноведению совместно с Ижевским механическим институтом, в котором Борис Александрович стал ученым секретарем совета.

Через кафедру деталей машин и совет прошли защиты сотрудников из Перми (ППИ, сельхозинститут, МКБ «Авиадвигатель»), Ижевска (механический институт, редукторный завод), Самары, в основном из филиалов ВНИПП, Москвы (ВНИПП и др.).

Молодые преподаватели становились аспирантами: первым аспирантом стал О.М. Беломытцев, тема диссертации которого относилась к выбору рациональных параметров конструкций подшипниковых узлов, применяемых в основном в узлах авиадвигателей с полыми валами. Об этой работе как о пионерской высоко отозвался на защите главный конструктор МКБ «Авиадвигатель» Павел Александрович Соловьев, работа оказалась востребованной спустя 40 лет, когда потребовался более точный расчет роликоподшипников, но уже с ресурсом более 25 тыс. ч, разработанная им методика расчета использовалась в ряде диссертаций.

В.Я. Кусочкин стал вторым аспирантом, тема его диссертации относилась к расчету авиационных подшипников качения, работающих в условиях качения со скольжением, этот режим работы наблюдается в ГТД на некоторых режимах.

Для выполнения экспериментальных исследований В.Я. Кусочкин спроектировал экспериментальный стенд с реальными узлами ГТД.

На этой установке работали инженеры-исследователи, ставшие экспериментаторами высокого уровня, которые работали с различ-

ной аппаратурой: **Борис Дмитриевич Блинов** и **Владимир Федорович Оголь**.

На установке выполнили диссертации **Анатолий Николаевич Фоменко** [9], бывший работник завода имени Калинина, и А.М. Чащин.

Работа А.М. Чащина была посвящена кинематике авиационных роликоподшипников, им была обнаружена интересная аномалия в кинематике подшипников, связанная с ускорением движения роликов.

В работе А.Н. Фоменко впервые в стране была разработана методика по определению пробоя масляной пленки в авиационном роликоподшипнике, которая затем была применена в Красноярском политехническом институте и усовершенствована во ВНИПП в Москве для диагностики подшипников.

Работа Б.П. Свешникова была посвящена оптимизации формы конструкции карданов с подшипниками качения.

Работа Б.Д. Мажова относилась к разработке оптимальной формы корпуса подшипника арочного вида, обеспечивающей наиболее оптимальное распределение нагрузки по телам качения и максимальную расчетную долговечность подшипника. Результаты работы были подкреплены стендовыми испытаниями совместно с О.М. Беломытцевым.

Н.К. Павлцова в своей диссертации исследовала влияние пластмассового покрытия на наружном кольце подшипника на долговечность подшипника.

Очень творческим работником был старший преподаватель **Петр Сергеевич Коряковцев**, пришедший на кафедру в 1970 г. из Пермского научно-исследовательского технологического института. Он спроектировал и изготовил в МКБ «Авиадвигатель» оригинальную установку, позволяющую имитировать реальную нагрузку на подшипники, какая была в ГТД ПС-90. К сожалению, впоследствии он ушел с кафедры на работу в МКБ «Авиадвигатель», где стал ведущим специалистом по авиационным подшипникам.

Большую помощь в научной работе аспирантам оказывала инженер-программист **Лидия Викторовна Казакова**. Активно помогали старшим товарищам молодые лаборанты, учившиеся в ППИ заочно, **Анатолий**

Орехов, Владимир Нечаев и Александр Смирнов. Успешно защитила кандидатскую диссертацию выпускница ППИ инженер **Елена Викторовна Ташкинова**, впоследствии ставшая доцентом на кафедре «Механика композиционных материалов и конструкций» ПНИПУ. Тема ее диссертации относилась к весьма сложной задаче – расчету методом конечных элементов корпусов редукторов Ижевского редукторного завода.

В общем, Борис Александрович подготовил 11 кандидатов наук, в том числе из других городов, и ему были присвоены за педагогическую и научную деятельность звание профессора и звание заслуженного работника высшей школы.

Все годы кафедра под руководством Бориса Александровича вела хозяйственные работы с МКБ «Авиадвигатель», Ижевским редукторным заводом, машиностроительным заводом имени Ф.Э. Дзержинского, Усть-Катавским вагоностроительным заводом, Пермским речным пароходством – все работы относились к повышению работоспособности подшипников качения.

В 1988 г. В.Я. Кусочкин и О.М. Беломытцев изобрели (был получен патент) металлоплакирующую смазку из жирового солидола с добавкой присадки, получаемой из шлама, образующегося при волочении медной проволоки на заводе «Камкабель». О.М. Беломытцев организовал на Пермском заводе смазок и СОЖ производство этой смазки, которая затем поставлялась на ТЭЦ городов Перми, Самары, Сургута. Смазка обеспечивала семикратное повышение износостойкости, по сравнению с литолом, при трении стали по стали.

В научных кругах страны коллектив кафедры стал **научной школой подшипников**, способной решать многие теоретические и практические задачи.

В 1985 г. О.М. Беломытцев перешел работать в Пермское высшее командно-инженерное училище ракетных войск стратегического назначения (впоследствии институт), где стал заведовать кафедрой механики и заниматься подшипниками качения в боевом железнодорожном ракетном комплексе

стратегического назначения. Здесь ему удалось решить задачу по повышению работоспособности подшипников качения и тем самым повысить боеготовность комплекса. В 2003 г., с закрытием военного института, вернулся в Политех, где продолжает заниматься подшипниками ГТД с АО «Авиадвигатель».

С распадом СССР обстановка, финансовая, организационная, резко изменилась в худшую сторону. В настоящее время начался медленный процесс возрождения, прежде всего укрепляется научное сотрудничество с АО «ОДК-Авиадвигатель» во главе с О.М. Беломытцевым, в связи с созданием новых двигателей большого ресурса.

Главной особенностью руководства Бориса Александровича было максимальное содействие самостоятельной инициативе сотрудников кафедры и глубокое уважение к каждому, что вызывало у подчиненных желание как можно лучше работать.

Им был сформирован коллектив единомышленников, без единого конфликта все вопросы решались во взаимном уважении и взаимопомощи, критика была только конструктивной, без взаимных обид и упреков.

Заседания кафедры носили творческий характер, всегда с каким-либо положительным результатом, способствующим улучшению или решению рассматриваемых вопросов.

Отмечались чаепитием все дни рождения каждого работника кафедры и знаменательные даты, в конце учебного года устраивалось выездное заседание кафедры на природе.

Был ли счастлив Борис Александрович? Уверен, что да! Его окружали уважающие его коллеги, благодарные ему ученики, прекрасная любящая семья – он прожил счастливую жизнь.

Борис Александрович скончался 29 июля 2001 г., не дожив чуть больше месяца до своего 80-летия. Светлая память о нем осталась у всех его учеников и коллег как о прекрасном человеке, педагоге и ученом.

Благодарный ученик Бориса Александровича Иванова, кандидат технических наук, профессор О.М. Беломытцев

Библиографический список

1. Доктора наук и профессора Пермского политехнического института: биографический справочник. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 1993. – 206 с.
2. Профессора и доктора наук Пермского национального исследовательского политехнического университета / сост. А.А. Ташкинов; Перм. нац. исслед. политехн. ун-т. – Пермь: Кн. площадь, 2013. – 350 с.
3. Беломятцев О.М. Рациональный выбор параметров конструкции подшипникового узла как средство повышения долговечности радиальных подшипников качения: дис. ... канд. техн. наук: 05.00.00. – Пермь, 1968. – 223 с.
4. Кусочкин В.Я. Исследование фрикционных явлений в зоне контакта высокоскоростных легконагруженных роликовых подшипников качения: дис. ... канд. техн. наук: 05.00.00. – Пермь, 1968. – 221 с.
5. Свешников Б.П. Исследование влияния некоторых конструктивных параметров карданного шарнира на работоспособность игольчатых подшипников: дис. ... канд. техн. наук: 05.00.00. – Пермь, 1971. – 176 с.
6. Мажов Б.Д. Исследование некоторых вопросов оптимизации подшипниковых узлов качения с арочными корпусами: дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. – Пермь, 1974. – 196 с.
7. Павлетова Н.К. Исследование влияния некоторых конструктивных параметров металлопласт-массовых опор на работоспособность цилиндрических роликоподшипников: дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. – Пермь, 1975. – 162 с.
8. Чашин А.М. Исследование влияния упругожесткостных параметров опоры и режима работы на явление проскальзывания в быстроходных легконагруженных радиальных роликовых подшипниках: дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. – Пермь, 1976. – 157 с.
9. Фоменко А.Н. Исследование работоспособности скоростных легконагруженных роликоподшипников при нестационарном нагружении: дис. ... канд. техн. наук: 05.00.00. – Пермь, 1972. – 178 с.

Reference

1. Doktora nauk i professor Permskogo politekhnicheskogo instituta: biograficheskiy spravochnik [Doctors of Sciences and professors of the Perm Polytechnic Institute: biographical reference]. Perm: Publishing house of PSTU, 1993.
2. Tashkinov A.A. Professora i doktora nauk Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Permskiy natsionalnyy issledovatel'skiy politekhnicheskiiy universitet [Professors and Doctors of Sciences of the Perm National Research Polytechnic University / Perm National Research Polytechnic University]. Perm: *Kn. ploshchad*, 2013.
3. Belomyttsev O. M. Ratsionalnyy izbor parametrov konstruktсии podshipnikovogo uzla kak sredstvo povysheniya dolgovechnosti radialnykh podshipnikov kacheniya: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [Rational choice of design parameters of the bearing assembly as a means of increasing the durability of radial rolling bearings: dissertation of the Candidate of Technical Sciences]: 05.00.00. erm, 1968. 223 p.
4. Kusochkin V. Ya. Issledovaniye friktsionnykh yavleniy v zone kontakta vysokoskorostnykh legkonagruzhennykh rolikovykh podshipnikov kacheniya: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [Investigation of friction phenomena in the contact zone of high-speed lightly loaded roller rolling bearings: dissertation of Candidate of Technical Sciences]: 05.00.00. Perm, 1968. 221 p.
5. Sveshnikov B.P. Issledovaniye vliyaniya nekotorykh konstruktivnykh parametrov kardannogo sharnira na rabotosposobnosti golchatykh podshipnikov: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [Investigation of the influence of some design parameters of the cardan joint on the performance of needle bearings: dissertation of the Candidate of Technical Sciences]: 05.00.00.Perm, 1971. 176 p.
6. Mazhov B.D. Issledovaniye nekotorykh voprosov optimizatsii podshipnikovoykh uzlov kacheniya s arochnymikorpusami: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [Investigation of some issues of optimization of rolling bearing units with arched housings: dissertation of the Candidate of Technical Sciences]: 01.02.06. Perm, 1974. 196 p.
7. Pavletsova N.K. Issledovaniye vliyaniya nekotorykh konstruktivnykh parametrov metalloplastmassovykh opor na rabotosposobnost' tsilindricheskikh rolikopodshipnikov: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [Investigation of the influence of some design parameters of metal-plastic supports on the

performance of cylindrical roller bearings: dissertation of the candidate of Technical Sciences]: 01.02.06. Perm, 1975. 162 p.

8. Chashchin A.M. Issledovaniye vliyaniya uprugozhestkostnykh parametrov opory i rezhima rabotynayavleniye proskalzyvaniya v bystrokhodnykh legkonagruzhennykh radialnykh rolikovykh podshipnikakh: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [Investigation of the effect appointeth parameters and supports the operation mode on the phenomenon of slippage in fast light loaded radial roller bearings: thesis of candidate of technical Sciences]: 01.02.06. Perm, 1976. 157 p.

9. Fomenko A.N. Issledovaniye rabotosposobnosti skorostnykh legkonagruzhennykh rolikopodshipnikov pri nestatsionarnom nagruzhenii: dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk [The study of health legkomyslennyj high-speed rolling bearings under non-stationary loading: thesis of candidate of technical Sciences]: 05.00.00. Perm, 1972. 178 p.

Об авторе

Беломытцев Олег Михайлович (Пермь, Россия) – кандидат технических наук, профессор кафедры «Механика композиционных материалов и конструкций» ФГАОУ ВО ПНИПУ (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., д. 29; e-mail: bom3101@mail.ru).

About the author

Oleg M. Belomytsev (Perm, Russian Federation) – CSc in Technical Sciences, Professor of Mechanics of Composite Materials and Structures Department, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation; e-mail: bom3101@mail.ru).

Получено 06.09.2021