

СОВРЕМЕННАЯ НАУКА И МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНАЯ СИСТЕМА ОБРАЗОВАНИЕ–НАУКА–ПРОИЗВОДСТВО: НЕКОТОРЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

¹Сосновский Л.А., ²Щербаков С.С., ²Богданович А.В.

¹ООО «НПО ТРИБОФАТИКА», Гомель

²УО «Белорусский государственный университет», Минск

Современная наука не знает организационных границ: она успешно развивается, и в академических институтах (сфера науки), и университетах (сфера образования), и на предприятиях (сфера производства), и в частных организациях (негосударственная сфера). И, по нашему мнению, наиболее значимые результаты достигаются при мультидисциплинарных исследованиях, когда силы и средства сосредотачиваются на главных направлениях вне зависимости от сферы деятельности ученых и организаций. Приведем лишь один пример, который, по-видимому, носит несколько субъективный характер, поскольку он основывается на интересах авторов доклада.

В 1986 г. ИНДМАШ АНБ опубликовал тезисы докладов на Республиканской научно-технической конференции [1], в одном из которых впервые прозвучал (и был напечатан) новый термин *трибофатика*. А уже через 7 лет, в 1993 г., в Гомеле состоялся первый Международный симпозиум по трибофатике [2], на открытии которого выдающийся ученый-механик XX века вице-президент РАН и директор ИМАШ РАН им. Благонравова Константин Васильевич Фролов, академик РАН и АНБ, признал: «Именно в Белоруссии родилась и успешно развивается новая наука – трибофатика, один из наиболее перспективных разделов механики». Министр образования и науки РБ доктор физико-математических наук профессор Василий Иванович Стражев так оценил это достижение: «Рождение новой науки случается не так часто в наше время, поэтому оно, несомненно, составляет честь для любого государства... Республика Беларусь является колыбелью трибофатики. Это было признано крупными учеными нашего времени». А вице-президент НАНБ академик Михаил Степанович Высоцкий уточнил: «Большая наука делается в Гомеле» [3].

Годом ранее, в 1992 г., в Гомеле было организовано ООО «НПО ТРИБОФАТИКА», главной задачей которого стало развитие исследований в этой новой области знания. И вот минуло ровно 25 лет, четверть столетия – и в августе 2017 г. мы отметили юбилей, и наш юбилей укладывается в Год науки в Республике Беларусь. На рисунках 1 и 2 кратко представлены основные результаты комплекса работ, которые выполнены ООО «НПО ТРИБОФАТИКА» при тесном и творческом сотрудничестве с организациями науки, производства и образования 4-х стран [4]. Нам кажется уместным здесь добавить, что директор головной организации по трибофатике (ООО «НПО ТРИБОФАТИКА») стал Заслуженным деятелем науки и техники РБ, Лауреатом Государственной премии Украины, Почетным железнодорожником России, членом Российского Национального Комитета по теоретической и прикладной механике, Сопредседателем Международного координационного Совета по трибофатике и др., а также получил высшие награды Президиума НАН Б, Министерства образования и науки РБ, ОАО «РЖД», других ведомств [5].

Хотели бы кратко охарактеризовать здесь прорывные достижения, которые легли в основу фундаментальной триады Наука–Образование–Производство (см. рисунок 2):

- это трибофатика – новый раздел механики (рисунок 3) [6–13 и др.];
- это механотермодинамика – новый раздел физики (рисунок 4) [14–24 и др.];

- это трансдисциплинарная методология подготовки специалистов по механике в университетах РБ и КНР (рисунок 5) [25–32 и др.];
- это оригинальное периферийное устройство РТС для ПК (рисунок 6) [4, 33 и др.];
- это новый конструкционный материал МОНИКА с особыми механическими свойствами и высоким сопротивлением усталости (рисунок 7) [34–37 и др.].

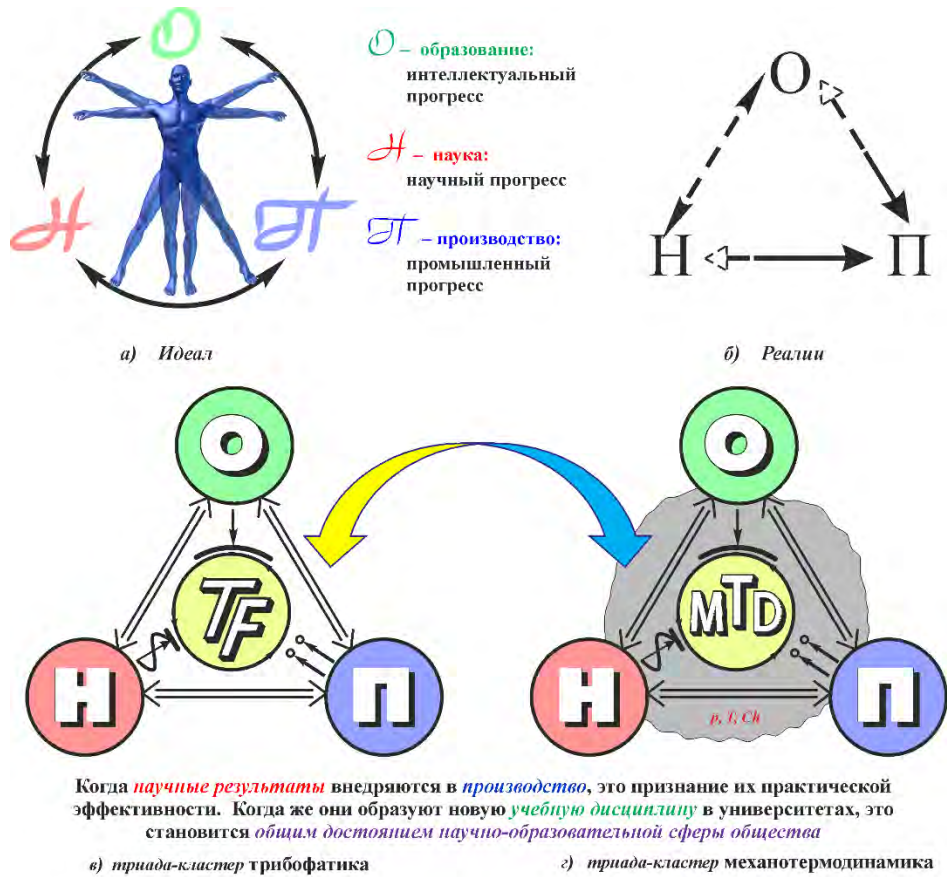
ТРИБОФАТИКА И МЕХАНОТЕРМОДИНАМИКА: 1992-2017

Более 1000 опубликованных работ и изобретений	Более 20 монографий, справочников, учебных пособий на русском, английском и китайском языках	9 государственных стандартов, в том числе 3 межгосударственных, 4 стандарта предприятий
18 патентов на изобретения и авторских свидетельств	7 Международных симпозиумов по трибофатике: (Гомель (1993), Москва (1996), Пекин (2000), Тернополь (2002), Иркутск (2005), Минск (2010), Гомель (2015)), в работе которых принимали участие более 2500 ученых и специалистов	Доклады по трибофатике и механотермодинамике представлены более чем на 120 Международных конференциях в 50 городах мира (Москва, Пекин, Минск, Киев, Вашингтон, Лондон, Оттава, Киото, Штутгарт, Турин, Краков и др.), в работе которых принимали участие более 2000 ученых и специалистов
147 ученых многих стран награждены Почетным дипломом «За вклад в развитие трибофатики»	25 ученых и организаторов науки разных стран награждены Почетным юбилейным знаком «ТРИБОФАТИКА-25»	Новый класс испытательного оборудования: 11 модификаций машин серии СИ для комплексных износоусталостных испытаний материалов, элементов конструкций, моделей пар трения и силовых (трибофатических) систем
10 кандидатских и 2 докторские диссертации	В университетах РБ введены учебные курсы «Основы трибофатики», «Фундаментальные и прикладные задачи трибофатики», «Механика износоусталостного повреждения и разрушения», «Механотермодинамика». За 20 лет эти курсы прослушали более 3500 студентов и магистрантов	Более 60 НИР в интересах крупных предприятий (ПО «Гомсельмаш», ОАО «Гомельтриваснефть Друзьба», ОАО «МАЗ» и др.). Общий экономический эффект от внедрения выполненных работ превышает 10 млн. долларов США

ОНИ НАГРАЖДЕНЫ ПОЧЕТНЫМ ЗНАКОМ «ТРИБОФАТИКА-25» (2010)

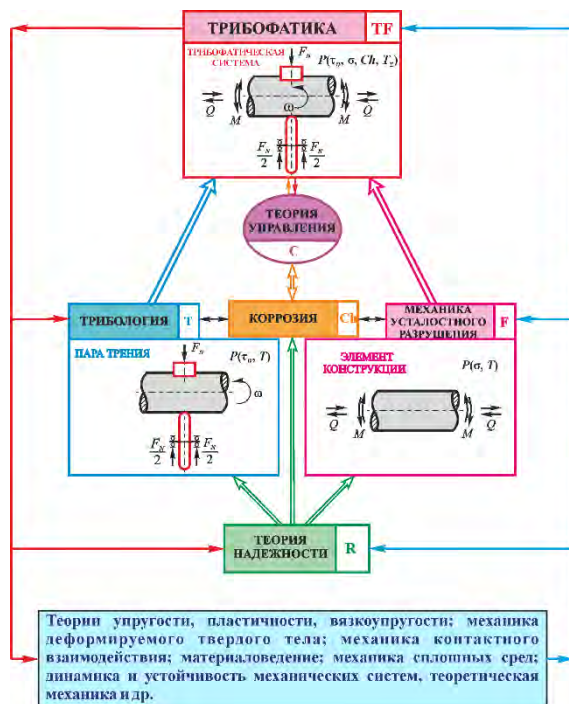


Рис. 1. Некоторые итоги работ



- БЕЛАРУСЬ:** ООО «НПО ТРИБОФАТИКА», НЦ ПММ НАН Б, РУП «Белавтотракторостроение», ОИМ НАН Б, ПО «Гомсельмаш», РУП «Гомельтранснефть Дружба», БелГУТ, БГУ, БНТУ и др.
- РОССИЯ:** ИМАШ РАН, ОАО «РЖД» и др.
- УКРАИНА:** ИП НАН У и др.
- КИТАЙ:** Институт защиты металлов и др.

Рис. 2. К анализу фундаментальной триады образование–наука–производство и ее реализация



Современная западная цивилизация достигла необычайных высот в **искусстве расчленения** целого на части...

Мы изрядно преуспели в этом искусстве, преуспели настолько, что забываем собрать разъятые части в то **единое целое**, которое они некогда составляли.

О. Тоффлер

...Именно в Беларуси родилась и успешно развивается **новая наука – трибофатика**, один из наиболее перспективных разделов механики.

К. В. Фролов, 1993

"**Целое, мыслимое как многое**," – такой... представляется нам трибофатика по отношению к сопряженным с нею наукам, в том числе и к тем, которые являются ее прародителями...

Не взаимное влияние факторов, а **взаимодействие явлений** – вот что изучает трибофатика.

Л. А. Сосновский, 1996

Трибофатика: наукова-технічна дисципліна, яка вивчає зносоусталення та пошкодження (ЗСП) і руйнування силових систем

Белорусская энциклопедия: 2002 г., т.15

Трибофатика: наука об износоусталостных повреждениях и разрушении силовых систем машин и оборудования

ГОСТ 30638-99

Рис. 3. Новый раздел механики: трибофатика как комплексная научная дисциплина



Рис. 4. Новый раздел физики: объединение двух великих конкурентов (1850-2010)

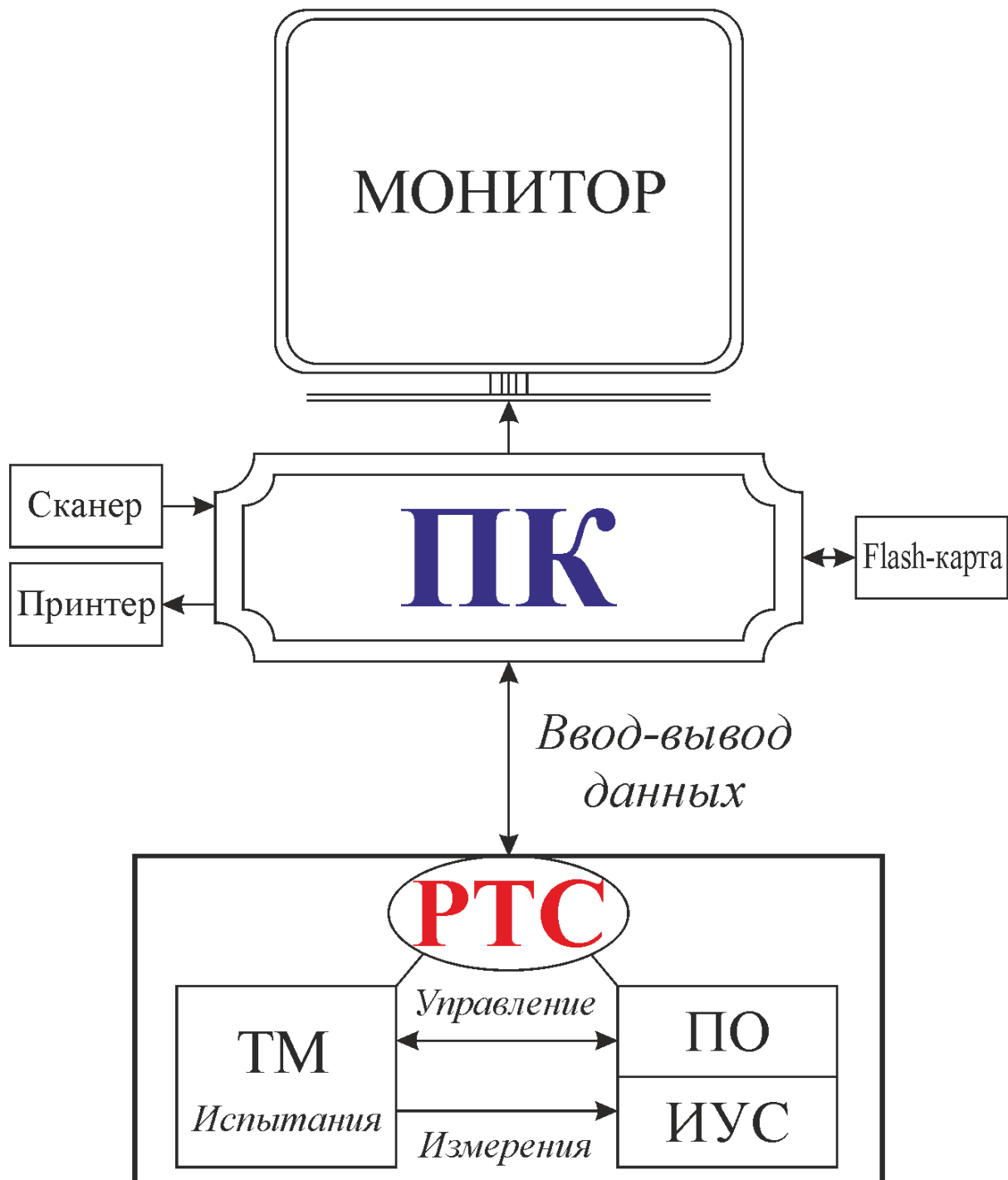


Training Program of Dalian University of Technology and Belarusian State University Joint Institute

Specialty	BSU: 1-31 03 02 Mechanics and Mathematic Modelling / DUT: Engineering Mechanics				
Course Name (DUT)	Total	Auditorium hours	Credits (BSU)	Credits (DUT)	Semester
Cycle of Special Disciplines					
University Component					
Computational Structural Mechanics	36	24		1,5	7
Fracture and Damage Mechanics	48	32	6	2	7
Mechanical Strength Analysis	48	32			
Engineering Drawing	72	48	7	3	1
Mechanical Design Basics	96	64	9	4	5,6
Mechanics of Vibration	48	32	6	2	7
Tribo-Fatigue	96	64	9	4	5
Mechanothermodynamics	48	32	6	2	6
Plate and Shell Mechanics	96	64	9	4	6
Finite Element Method	48	32	6	2	5
Reinforced Concrete Structure	48	32			
Steel Structure	48	32	6	2	7

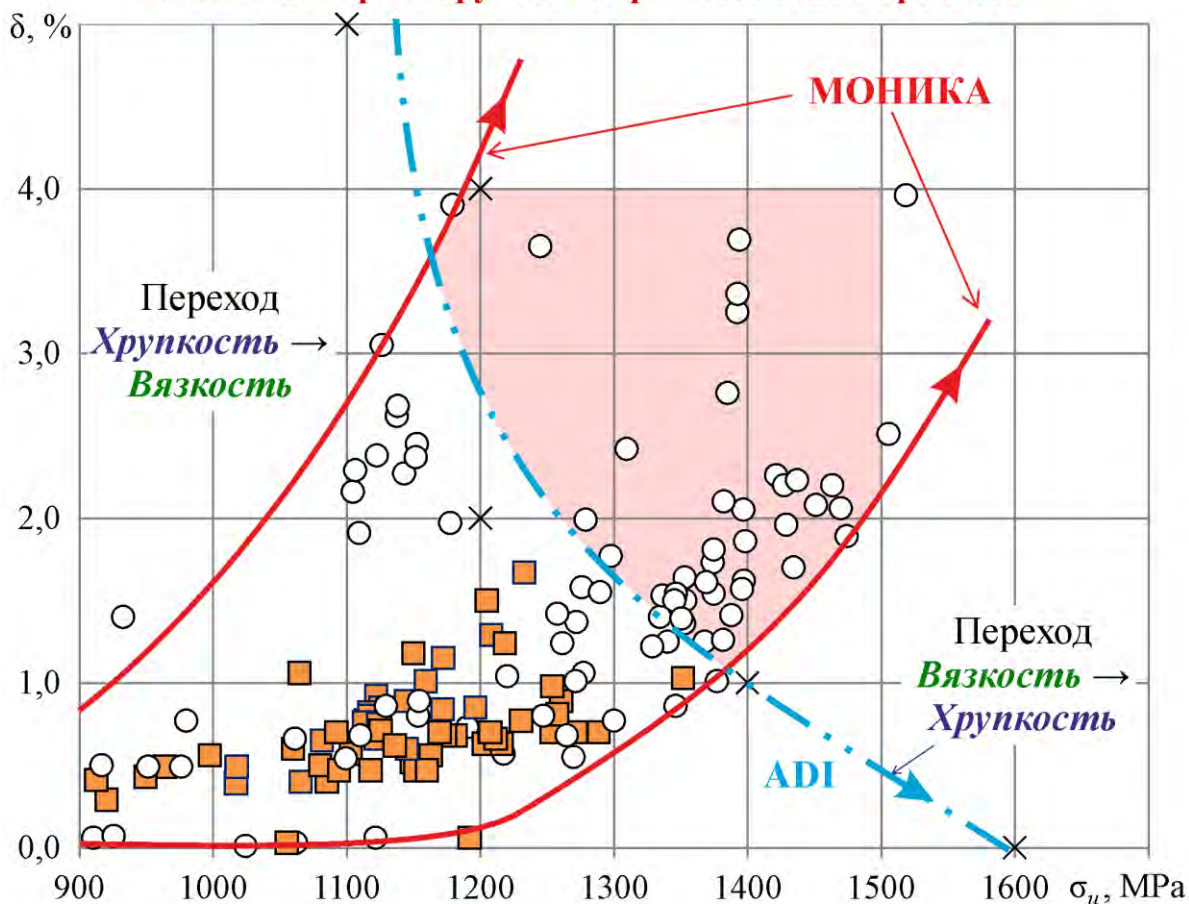
Рис. 5. Трансдисциплинарная методология подготовки инженеров-механиков

Без испытания материалов развитая цивилизация существовать не может
Дж. Гордон



*Рис. 6. Мехатроника: оригинальное периферийное устройство РТС для ПК:
ТМ – малогабаритный модульный испытательный центр настольного исполнения;
ИУС – информационно-управляющая система; ПО – программное обеспечение*

**Уникальная закономерность:
МОНИКА теряет хрупкость при повышении прочности**



Чугун и сталь: сопротивление усталости

Материал	HB	Предел выносливости, МПа	
		при контактном нагружении, p_f	при изгибе с вращением, σ_{-1}
ЧУГУН с шаровидным графитом (ISO 6336-5:2003(E))	250	625	229
Легированная термопрочненная СТАЛЬ (ISO 6336-5:2003(E))	295	915	337
ВЧТГ (плавка №25)	340	975	290

Сопротивление усталости «МОНИКИ» (ВЧТГ): по контактной выносливости – превосходит известные материалы, по изгибной усталости – превосходит современные чугуны и приближается к термопрочненной стали

Рис. 7. Новый конструкционный материал МОНИКА с особыми механическими свойствами и высоким сопротивлением усталости

Мы бы хотели закончить этот краткий перечень достижений сентенцией для молодых ученых.

«Труд! И еще раз труд! – несмотря ни на какие условия. Одержимый труд каждый день и много-много лет подряд. Во все времена для добрых и больших дел всегда находились энтузиасты – и наша команда работала практически «за идею» все эти долгие годы. И вот – результат. Трудно поверить, что его могло не быть...» [5].

И еще несколько слов о самом сокровенном [5]:

Родина!
Кто ты такая?
И почему умереть
Люди, тебя прославляя,
Чтут за большую честь?
Родина!
Кто же ты? Что ты?
Родина!
Дай же ответ!
«Я – жизнь,
и любовь,
и работа.
А лучшего в мире нет».

Обобщая, скажем: любите Родину – и будьте счастливы!

* *
*

Правильно, что на научных форумах надо больше говорить о *хорошем*. Но «путь вверх» всегда ухабистый и обнаруживает немало высоких и сложных препятствий – и это *не есть хорошо*, это *плохо*. И надобно хотя бы упомянуть о *плохом* [38]. В спрессованном виде применительно к нашему пути мы скажем так: в трех великих языках – русском, английском, китайском – приняты новые – наши! термины:

- *трибофатика, троппи, механотермодинамика*.

А в словарь русского языка для белорусов предложено включить еще два новых слова:

- *набюр, намош*.

Все пять слов вместе и отвечают на вопрос, «что такое хорошо и что такое плохо» на нашем многотрудном конкретном пути.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сосновский, Л. А. О комплексной оценке надежности силовых систем / Л. А. Сосновский // Республиканская науч.-техн. конф. : тез. докл., Минск, 20–21 нояб. 1986 г. – Минск, 1986. – С. 29.
2. Старовойтов, Э. И. Международный симпозиум по трибофатике / Э. И. Старовойтов // Проблемы прочности. – 1994. – № 11. – С. 92–94.
3. Слово о трибофатике / ред.-сост. А. В. Богданович / Авт. : В. И. Стражев, К. В. Фролов, М. С. Высоцкий, В. Т. Троценко, Л. А. Сосновский, Н. А. Махутов, А. В. Кухарев, П. С. Грунтов, Э. И. Старовойтов, В. А. Марченко, В. Н. Корешков, В. А. Шуринов, Л. Р. Ботвина, Ю. Н. Дроздов, М. И. Горбачевич, В. Г. Павлов, Д. Г. Эфрос. – Гомель – Минск – Москва – Киев : Retika, 1996. – 132 с.
4. Щербаков, С. С. Механико-математическое моделирование, испытания, прогнозирование повреждаемости, безопасности и долговечности высоконагруженных компонентов современных машин на базе методологии трибофатики и механотермодинамики / С. С. Щербаков, Л. А. Сосновский // Актуальные вопросы машиноведения : сб. науч. тр. – Вып. 6. – Минск : ОИМ НАНБ, 2017. – С. 27–39
5. Личность. Ученый. Поэт / под общ. ред. В. И. Сенько ; Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 109 с.

6. Сосновский, Л. А. Основы трибофатики : учеб. пособие : [доп. Мин-вом образования Респ. Беларусь в качестве учебного пособия для студентов технических высших учебных заведений] / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2003. – Т. 1. – 246 с.; Т. 2. – 234 с.; Sosnovskiy, L. A. Tribo-Fatigue. Wear-Fatigue Damage and Its Prediction / L. A. Sosnovskiy // Series : Foundations of Engineering Mechanics, Springer, 2005. – 424 p.; 摩擦疲劳学 磨损 – 疲劳损伤及其预测. L. A. 索斯洛夫斯基著, 高万振译 – 中国矿业大学出版社, 2013. – 324 p.
7. Сосновский, Л. А. Механика износоусталостного повреждения / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 434 с.
8. Щербаков, С. С. Механика трибофатических систем / С. С. Щербаков, Л. А. Сосновский. – Минск : БГУ, 2011. – 407 с.
9. Сосновский, Л. А. Сюрпризы трибофатики / Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 192 с.; 604. Sosnovskiy, L. A. Surprises of Tribo-Fatigue / L. A. Sosnovskiy, S. S. Sherbakov. – Minsk : Magic Book, 2009. – 200 p.
10. Сосновский, Л. А. Фундаментальные и прикладные задачи трибофатики : курс лекций / Л. А. Сосновский, М. А. Журавков, С. С. Щербаков. – Минск : БГУ, 2011. – 488 с.
11. Богданович, А. В. Прогнозирование предельных состояний силовых систем / А. В. Богданович. – Гродно : ГрГУ им. Я. Купалы, 2008. – 372 с.
12. Сосновский, Л. А. Трибофатика: износоусталостные повреждения в проблемах ресурса и безопасности машин / Л. А. Сосновский, Н. А. Махутов. – Москва–Гомель : ФЦНТП «Безопасность», НПО «ТРИБОФАТИКА», 2000. – 304 с.
13. Девять сюрпризов трибофатики // Наука и инновации. – 2010. – № 9 (91). – С. 1–28.
14. Сосновский, Л. А. Принципы механотермодинамики : [моногр.] / Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 150 с.
15. Sosnovskiy, L. A. Mechanothermodynamics / L. A. Sosnovskiy, S. S. Sherbakov. – Springer, 2016. – 155 p.
16. Сосновский, Л. А. О возможности построения механотермодинамики / Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков // Наука и инновации. – 2008. – № 2 (60). – С. 24–29.
17. Сосновский, Л. А. К построению механотермодинамики / Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков // Теоретическая и прикладная механика : межвед. сб. науч.-метод. статей. – Вып. 24. – Минск : БНТУ, 2008. – С. 8–21.
18. Высоцкий, М. С. Механотермодинамическая система как новый объект исследования / М. С. Высоцкий, П. А. Витязь, Л. А. Сосновский // Механика машин, механизмов и материалов. – 2011. – № 2 (15). – С. 5–10.
19. Sosnovskiy, L. A. Mechanothermodynamical System and Its Behavior / L. A. Sosnovskiy, S. S. Sherbakov // Continuum Mechanics and Thermodynamics. – 2012. – № 24. – P. 239–256.
20. Сосновский, Л. А. Энергетические состояния механотермодинамической системы и ее повреждение / Л. А. Сосновский, М. А. Журавков, С. С. Щербаков // Актуальные вопросы машиноведения : сб. науч. тр. – Вып. 2. – Минск : ОИМ НАНБ, 2013. – С. 47–52.
21. Щербаков, С. С. Обобщенная модель механотермодинамических состояний среды / С. С. Щербаков, Л. А. Сосновский // Теоретическая и прикладная механика : межвед. сб. науч.-метод. статей. – Вып. 29. – Минск : БНТУ, 2014. – С. 29–40.
22. Сосновский, Л. А. Механотермодинамика (об объединении великих конкурентов: 1850-2015) / Л. А. Сосновский // Механика машин, механизмов и материалов. – 2016. – № 4 (37). – С. 19–41.
23. Sosnovskiy, L. A. A Model of Mechanothetmodynamic Entropy in Tribology / L.A. Sosnovskiy, S.S. Sherbakov // Entropy, 2017. – №19. – С.1–18.

24. Сосновский, Л. А. *L-Риск (механотермодинамика необратимых повреждений)* / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 317 с.
25. Двадцатилетний опыт преподавания курса «Основы трибофатики» / В. И. Сенько [и др.] // *Вестник БелГУТа : Наука и транспорт.* – 2016. – № 1 (32). – С. 11–31.
26. *Трансдисциплинарное проектирование объектов и силовых систем – качественно новый уровень подготовки инженеров* / В. И. Сенько [и др.] // *Вестник БелГУТа : Наука и транспорт.* – 2016. – № 1 (32). – С. 32–38.
27. Сенько, В. И. *Основные идеи трибофатики и их изучение в техническом университете : учеб. пособие* / В. И. Сенько, Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 191 с.
28. Лазаревич, А. А. *На пути к синергии техно- и биоразвития: техносология и трибофатика* / А. А. Лазаревич // *Вестник БелГУТа : Наука и транспорт.* – 2016. – № 1 (32). – С. 39–44.
29. Лойко, А. И. *Трибофатика и философия: стратегия трансдисциплинарных исследований* / А. И. Лойко // *Вестник БелГУТа : Наука и транспорт.* – 2016. – № 1 (32). – С. 45–48.
30. Сороко, Э. М. *Трансдисциплинарность и трибофатика: о новой линии разработки информационных технологий, их эвристических возможностях, инновационном потенциале* / Э. М. Сороко // *Вестник БелГУТа : Наука и транспорт.* – 2016. – № 1 (32). – С. 49–51.
31. Спасков, А. Н. *Генезис, регенерация и нелинейная эволюция сложных систем в механотермодинамической и субстанциально-информационной концепциях* / А. Н. Спасков // *Вестник БелГУТа : Наука и транспорт.* – 2016. – № 1 (32). – С. 52–58.
32. Senko, V. I. *Fundamentals Ideas of Tribo-Fatigue and their Study in Belarus* / V. I. Senko, L. A. Sosnovskiy // *Proc. of 2005 ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition [Электронный ресурс] : Orlando, Florida USA, November 5–11, 2005.* – Orlando, 2005. – Электрон. дан. и прогр. (3899 Мб) – 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM) : зв., цв.
33. *SI-series machines for wear-fatigue tests.* – S&P Group TRIBOFATIGUE Ltd – Production Group GOMSELMASH, 2002. – 21 p.
34. *Чугун и сталь в трибофатических системах современных машин и оборудования* / Л. А. Сосновский [и др.] // *Механика машин, механизмов и материалов.* – 2014. – № 4 (29). – С. 5–20.
35. *Конструкционный материал для трибофатических систем: рассеяние механических свойств* / Л. А. Сосновский [и др.] // *Механика машин, механизмов и материалов.* – 2017. – № 2 (39). – С. 84–91.
36. *Конструкционный материал для трибофатических систем: сопротивление усталости и структура* / Л. А. Сосновский [и др.] // *Механика машин, механизмов и материалов.* – 2017. – № 4 (41). – С. 71–81.
37. Сосновский, Л. А. *Сталь и чугун: конкуренция продолжается в области высокопрочных состояний* / Л. А. Сосновский, П. А. Витязь, В. А. Гапанович, В. В. Комиссаров, Н. А. Махутов, Н. В. Псырков // *Машины, технологии и материалы для современного машиностроения : тр. Междунар. конф., посвященной 75-летию Института машиноведения им. А. А. Благоднарова РАН, 21–22 нояб. 2013 г.* – М. : ИМАШ РАН им. А. А. Благоднарова, 2013. – С. 99.
38. *Трибофатика-95 : ежегодник / под общ. ред. Л. А. Сосновского* // *Вып. 2 : Вопросы стандартизации. Хроника / под ред. В. Н. Корешкова / В. А. Андрияшин [и др.].* – Гомель : НПО «ТРИБОФАТИКА», 1996. – 88 с.