

Научный журнал

# ВЕСТНИК

Сибирского  
государственного  
индустриального  
университета

№ 2 (32), 2020

Основан в 2012 году  
Выходит 4 раза в год

## Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

## Редакционная коллегия

М.В. Темлянец  
(главный редактор)  
А.В. Новичихин  
(отв. секретарь)

Е.П. Волынкина  
Г.В. Галевский  
В.Ф. Горюшкин  
В.Е. Громов  
Л.Т. Дворников  
Жан-Мари Дрезет  
Стефан Золотарефф  
Пенг Као  
С.В. Коновалов  
С.М. Кулаков  
А.Г. Никитин  
Е.Г. Оршанская  
Т.В. Петрова  
Е.В. Протопопов  
В.И. Пантелеев  
Арвинд Сингх  
А.Ю. Столбоушкин  
И.А. Султангузин  
А.В. Феоктистов  
В.Н. Фрянов  
В.П. Цымбал  
Си Чжан Чен

## СОДЕРЖАНИЕ

СИБИРСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ ИНДУСТРИАЛЬНОМУ УНИВЕРСИТЕТУ – 90 лет.....3

Протопопов Е.В., Галевский Г.В., Темлянец М.В. Институт металлургии и материаловедения СибГИУ: история, научно-образовательная деятельность, достижения.....4

Васильев П.В., Гутак Я.М., Фрянов В.Н., Чаплыгин В.В., Володина А.В., Риб С.В., Никитина А.М. Институт горного дела и геосистем. Сегодня.....10

Новичихин А.В. Институт машиностроения и транспорта: из прошлого в будущее.....23

Алешина Е.А., Матехина О.В. От строительного факультета СМИ к архитектурно-строительному институту СибГИУ.....28

Шимлина И.В., Матехина О.Г. Перспективы развития педагогического образования в Сибирском государственном индустриальном университете.....33

## МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

Савельев А.Н., Федотов Р.С. Энергетический подход для оценки долговечности элементов технологического оборудования.....39

## АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Назаренко И.К., Матехина О.В., Шевченко В.В. Реконструкция и приращение функционального наполнения территории восточного сквера СибГИУ.....45

## АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Койнов Р.С., Кулаков С.М. Система поддержки решений преподавателя при конструировании нормативных документов ФГОС 3+ и ФГОС 3++.....48

Цымбал В.П., Сеченов П.А., Рыбенко И.А. Имитационное моделирование на основе «первых принципов» и статистическая механика Гиббса.....54

## ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

**Быкасова Л.В., Громов В.Е., Башенко Л.П., Досымбетова А.А., Плегунова С.В.** Вклад ученых металлургов СМИ в победу в великой отечественной войне.....68

**Гусев М.М., Гусева А.Н., Кораблина Т.В.** Исследование зависимости влияния соционического типа пользователя социальной сети на его поведение в социальной сети.....71

**К сведению авторов**.....74

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:  
**ПИ № ФС77-77872** от 03.03.2020 г.

### Адрес редакции:

654007, Кемеровская обл. – Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42, Сибирский государственный индустриальный университет  
каб. 433 М  
тел. 8-3843-74-86-28  
[http: www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)  
e-mail: [vestnicsibgiu@sibsiu.ru](mailto:vestnicsibgiu@sibsiu.ru)

### Адрес издателя:

654007, Кемеровская обл. – Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42, Сибирский государственный индустриальный университет  
каб. 336 Г  
тел. 8-3843-46-35-02  
e-mail: [rector@sibsiu.ru](mailto:rector@sibsiu.ru)

### Адрес типографии:

654007, Кемеровская обл. – Кузбасс, г. Новокузнецк, Центральный р-н, ул. Кирова, зд. 42, Сибирский государственный индустриальный университет  
каб. 280 Г  
тел. 8-3843-46-44-02

### Подписные индексы:

Объединенный каталог «Пресса России» – 41270

Подписано в печать

30.06.2020 г.

Выход в свет

30.06.2020 г.

Формат бумаги 60×88 1/8.

Бумага писчая.

Печать офсетная.

Усл.печ.л. 4,5.

Уч.-изд.л. 4,9.

Тираж 300 экз.

Заказ № 118.

Цена свободная.

# СИБИРСКОМУ ГОСУДАРСТВЕННОМУ ИНДУСТРИАЛЬНОМУ УНИВЕРСИТЕТУ – 90 ЛЕТ

---

*Уважаемые коллеги,  
дорогие друзья!*

23 июня исполняется 90-лет с даты основания первого вуза Кузбасса – Сибирского государственного индустриального университета. За 90 лет своего существования вуз из узкоспециализированного металлургического института трансформировался в политехнический – индустриальный университет, а его кампус, берущий свое начало в 30-е годы от единственного здания, находящегося на улице Рудокопровой, вырос до 28 объектов инфраструктуры, расположенных на территории общей площадью более 17 Га. В настоящее время университет представляет собой современный учебно-научный комплекс, расположенный в центре Новокузнецка. В соответствии с лицензией университет может реализовывать 108 направлений подготовки по 25 УГСН. Сегодня СибГИУ включает 10 институтов (в том числе 7 выпускающих). В структуре университета 34 учебно-научные лаборатории, 11 научно-образовательных центров, 2 научных центра, 4 научно-методических центра, 4 центра инновационного консалтинга, Центр сертификации, проектно-внедренческий центр инновационных технологий, Центр коллективного пользования «Материаловедение», Центр коллективного пользования «Прототипирование и аддитивные технологии», Студенческий бизнес-инкубатор, Экспериментальная лаборатория автоматизированных энергогенерирующих технологий и опытно-экспериментальное производство. В университете функционируют 3 диссертационных совета по 9 научным специальностям. Реализация фундаментальных и прикладных исследований осуществляется в 14 научных школах. За время своего существования вуз подготовил более 95 000 специалистов, из них около 30 000 – это выпускники металлургических специальностей.



*Ректор, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов*

В 2019 году университет вошел в состав Научно-образовательного центра мирового уровня «Кузбасс», созданного по Постановлению Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 г. № 537 «О мерах государственной поддержки научно-образовательных центров мирового уровня на основе интеграции образовательных организаций высшего образования и научных организаций и их кооперации с организациями, действующими в реальном секторе экономики».

Представляемый юбилейный номер журнала включает статьи авторских коллективов ученых университета, посвященные решению фундаментальных и прикладных научно-практических задач в различных областях науки и техники.

Свой 90-летний юбилей научно-педагогический коллектив университета встречает полный планов, новых идей и перспектив на дальнейшее развитие.

*Ректорат университета и редакционная коллегия журнала поздравляют трудовой коллектив СибГИУ со славным юбилеем и желают творческих успехов, побед и достижений!*

УДК 378.12(03)

## **ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СИБГИУ: ИСТОРИЯ, НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ, ДОСТИЖЕНИЯ**

*Е.В. Протопопов, Г.В. Галевский, М.В. Темлянецв*

*E-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Представлена история развития Института металлургии и материаловедения Сибирского государственного индустриального университета. Систематизированы сведения о профессорско-преподавательском составе и учебно-вспомогательном персонале, научной и учебно-методической работе Института. В хронологической последовательности описаны основные вехи истории становления и развития института, достижения его научных школ, сотрудников и выпускников, взаимодействие со стратегическими партнерами.

**Ключевые слова:** Сибирский государственный индустриальный университет, Институт металлургии и материаловедения, история становления и развития, научные школы, достижения сотрудников и выпускников.

## **INSTITUTE OF METALLURGY AND MATERIAL SCIENCE OF THE SIBSIU: HISTORY, SCIENCE, EDUCATION, ACHIEVEMENTS**

*E.V. Protopopov, G.V. Galevskii, M.V. Temlyantsev*

*E-mail: kafcmet@sibsiu.ru*

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The history of the Institute of Metallurgy and Materials Science of the Siberian State Industrial University is presented. Information on academic staff and teaching support staff, scientific and education impact of the Institute is systematized. Chronological sequence describes the main milestones in the history of its establishment and development, achievements of the scientific schools, staff members and graduates, interaction with strategic partners.

**Keywords:** Siberian State Industrial University, Institute of Metallurgy and Materials Science, history of establishment and development, scientific schools, staff members and graduates achievements

Целью настоящей работы является обобщение и систематизация основных хронологических событий истории Института металлургии и материаловедения Сибирского государственного индустриального университета, биографических сведений о его составе в разные годы, выдающихся выпускниках, достижениях в учебной и научной работе, деятельности на благо развития нашего государства.

В 2022 году Институту металлургии и материаловедения (ИМиМ) исполнится 85 лет. С полной уверенностью можно утверждать, что его история и современная образовательно-научная структура генетически связана с факультетами металлургиче-

ским (1937 – 2010 гг.), материаловедения и обработки металлов давлением (ранее технологический, 1939 – 2010 гг.), электротермических технологий (ранее электрометаллургический, 1972 – 2010 гг.), объединившихся в соответствии с приказом ректора СибГИУ № 122-об от 01.03.2010 г. в единый Институт металлургии и материаловедения. Именно поэтому Институт металлургии и материаловедения – это сплав колоссальных многолетних усилий и традиций преподавателей и сотрудников трех ведущих факультетов СМИ – СибГГМА – СибГИУ. Это обстоятельство в значительной степени предопределяет

авторитет Института, его достижения, признание его научных школ, успехи выпускников – профессиональных лидеров.

Первым директором института назначен Е.В. Протопопов, д.т.н., профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ, который возглавлял ИМиМ до избрания на должность ректора в 2013 г. С 2013 г. по настоящее время директор Института металлургии и материаловедения Г.В. Галевский, д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ (рис. 1).

Институт металлургии и материаловедения – флагман высшего металлургического образования России. У института есть все необходимые составляющие для подготовки высококвалифицированных кадров: колоссальный опыт, высокий научный и профессиональный потенциал преподавателей, современная научно-лабораторная база, устойчивые партнерские отношения с ведущими предприятиями Кузбасса и России.

В настоящее время в состав Института металлургии и материаловедения входят пять выпускающих кафедр: металлургии черных металлов; металлургии цветных металлов и химической технологии; обработки металлов давлением и металловедения. ЕВРАЗ ЗСМК; материаловедения, литейного и сварочного производства; теплоэнергетики и экологии.

Образовательная деятельность института включает подготовку по 6 направлениям и 13 профилям бакалавриата и магистратуры, а также подготовку кадров высшей квалификации в аспирантуре. Направления «Металлургия», «Материаловедение и технологии материалов», «Химическая технология», «Теплоэнергетика и теплотехника», «Экология и природопользование», «Техносферная безопасность» являются востребован-

ными предприятиями Кузбасса и России. Выпускники Института металлургии и материаловедения обладают актуальными теоретическими знаниями и современными профессиональными компетенциями.

Научная деятельность института реализуется в рамках 7 научных школ: «Развитие теории и разработка ресурсо- и энергосберегающих технологий производства черных металлов с использованием техногенных отходов» (научный руководитель Е.В. Протопопов); «Теория и практика ресурсосберегающих технологий получения высококачественного литья из черных и цветных сплавов» (научные руководители А.Н. Козырев, А.И. Куценко); «Энерго- и ресурсосберегающие технологии нагрева и обработки давлением металлов и сплавов» (научные руководители В.Н. Перетяшко, М.В. Темлянецв); «Физическая химия галогенидов лантаноидов» (научные руководители Н.М. Кулагин, В.Ф. Горюшкин); «Теория и практика электрометаллургии стали и ферросплавов» (научный руководитель О.И. Нохрина); «Создание и применение наноматериалов в металлургии, химической технологии и машиностроении» (научный руководитель Г.В. Галевский); «Новые металлические материалы и технологии их обработки» (научный руководитель В.К. Афанасьев).

**Металлургический факультет**, созданный в 1937 году, включал все профильные кафедры, по которым готовили специалистов. В разные годы факультет возглавляли: доцент М.С. Спиридонов; к.т.н., доцент Н.Н. Круглов; и.о. профессора В.П. Линчевский; к.т.н., доцент И.С. Назаров; к.т.н., доцент Е.Я. Зарвин; д.т.н., профессор В.Ф. Зубарев; к.т.н., доцент Н.В. Толстогузов; к.т.н., доцент А.М. Левин; к.т.н., доцент В.П. Дембовецкий; к.т.н., доцент Н.И. Широков; к.т.н., доцент А.И. Степанов;



Протопопов Е.В.,  
д.т.н., профессор, Заслуженный работник высшей школы РФ  
(2010 – 2013 гг.)



Галевский Г.В.,  
д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ  
(2013 г. – н.в.)

Рис. 1. Директора Института металлургии и материаловедения



Рис. 2. Деканы металлургического факультета

к.т.н., доцент И.К. Борискин; к.т.н., доцент П.Г. Белоусов; д.т.н., профессор Е.В. Протопопов (рис. 2).

В 1941 году были образованы две новые кафедры «Электрометаллургия» и «Металловедение и термообработка», которые также вошли в состав металлургического факультета. В 1959 году создана кафедра автоматизации металлургического производства, которая в 1995 году вошла в состав факультета автоматики, информатики и электромеханики. В 1980 году создана кафедра математического обеспечения и ЭВМ в металлургии (с 1996 года – кафедра информационных технологий в металлургии). В 1982 году организована кафедра теплогазоснабжения и

вентиляции, которая позже вошла в состав строительного факультета.

В 1972 году из металлургического факультета были выделены электрометаллургический факультет (декан – к.т.н., доцент А.А. Воробьев; к.х.н., доцент Н.М. Кулагин; к.т.н., доцент Н.М. Малушин; д.т.н., профессор О.И. Нохрина) и литейный факультет (декан – к.т.н., доцент А.Я. Храпов; к.т.н., доцент В.И. Бедарев; к.х.н., доцент Р.И. Славкина). В это время в состав факультета входили пять выпускающих и одна общеобразовательная кафедра: металлургии чугуна; металлургии стали; теплофизики и промышленной экологии; литейного производства (после расформирования литейного факультета); информацион-

ных технологий в металлургии (которая в 2006 году войдет в состав нового факультета информационных технологий); высшей математики.

В 2010 году металлургический факультет вошел в состав Института металлургии и материаловедения.

**Технологический факультет** был образован в 1939 году путем выделения его из металлургического факультета. Исполняющим обязанности декана технологического факультета был назначен П.И. Кохановский. В довоенные годы технологический факультет возглавляли В.Ф. Зубарев (1939 г.), Т.М. Голубев (1939 г.), Н.М. Куницын (1940 г.), Ю.В. Грдина (1940 – 1941 гг.), И.П. Минкин (1941 – 1942 гг.).

В 1942 году деление на факультеты устраняется, но летом 1943 года вводится вновь.

В послевоенные годы технологический факультет возглавляли В.Н. Пантелеев (1943 – 1946 гг.), Э.Х. Шамовский (1946 – 1950 гг.), В.Ф. Зубарев (1950 – 1952 гг.), В.П. Дегтярев (1952 – 1962 гг.), М.А. Зайков (1962 – 1964 гг.), Я.В. Шапец (1964 – 1966, 1979 – 1986 гг.), В.Г. Альков (1966 – 1971 гг.), В.К. Кобызев (1971 – 1974 гг.), А.Ф. Софрошенков (1974 – 1978 гг.), Д.Г. Рязанов (1978 – 1979 гг.), И.Г. Степанов (1986 – 1989 г.), В.А. Рыбняец (1989 – 2009 г.) (рис. 3).

В достижениях факультета значителен вклад его ведущих ученых и преподавателей. В их числе Ю.В. Грдина, Т.М. Голубев, А.И. Сахаров, В.М. Финкель, Н.А. Чельшев, В.Н. Перетяtko, В.Е. Громов, В.К. Афанасьев.

Подготовку дипломированных специалистов в последние 30 лет вели шесть выпускающих кафедр и кафедра физики как общеобразовательная кафедра факультета. В состав факультета входили следующие выпускающие кафедры: обработки металлов давлением; технологии и автоматизации кузнечно-штамповочного производства; металлостроения, оборудования и технологии термической обработки металлов; физики металлов и новых технологий; экономики и управления в металлургии. Выпускающие кафедры готовили инженеров по следующим специальностям: обработка металлов давлением (прокатное производство, ковка и объемная штамповка), металлостроение и термическая обработка металлов, физика металлов, экономика и управление в металлургии. На факультете в аспирантуре и докторантуре велась подготовка научных работников.

В 2003 году с сохранением организационной структуры технологический факультет был преобразован в факультет материаловедения и обработки металлов давлением. В 2010 году факультет материаловедения и обработки металлов давлением вошел в состав Института металлургии и материаловедения.

**Факультет электротермических технологий** (электрометаллургический факультет) создан в 1972 году. В состав факультета вошли кафедры электрометаллургии стали и ферросплавов, металлургии цветных металлов, физической химии и теории металлургических процессов, общей электротехники, электропривода и автоматизации промышленных установок. В 1975 году в состав факультета вошла кафедра металлургии и технологии сварочного производства (заведующий кафедрой д.т.н., профессор Н.С. Зубков). Деканами факультета в разные годы были к.т.н., доцент А.А. Воробьев; к.х.н., доцент Н.М. Кулагин; к.т.н., доцент Н.М. Малушин; д.т.н., профессор О.И. Нохрина (рис. 4).

В 1991 году в состав кафедры металлургии цветных металлов вошла секция «Технология электротермических производств», в 1995 году кафедра получила новое название «Металлургия цветных металлов и химическая технология». В 1995 году электрометаллургический факультет был преобразован в факультет электротермических технологий. В состав факультета дополнительно вошли кафедры иностранных языков, общей и аналитической химии, физического воспитания и спорта. Кафедра автоматизированного привода и промышленной электроники и кафедра общей электротехники перешли в состав факультета автоматики, информатики и электромеханики.

В 1990 году сделан первый набор студентов по новой специальности «Промышленная электроника». С 1996 года был открыт ряд новых специальностей: «Стандартизация и сертификация в металлургии» (1996 г.), «Управление качеством» (1999 г.), «Документоведение и документационное обеспечение управления» (2004 г.). В 2005 году организована кафедра управления качеством и документоведения, кафедра электрометаллургии стали и ферросплавов преобразована в кафедру электрометаллургии, стандартизации и сертификации.

В 2010 году факультет электротермических технологий вошел в состав Института металлургии и материаловедения.

Выпускники металлургического, электрометаллургического и технологического факультетов внесли значительный вклад в развитие отечественной металлургической и химической отраслей промышленности и машиностроения, теории и практики металлургического производства. Среди них – руководители отрасли, бизнесмены, ученые. В их числе И.П. Казанец, министр черной металлургии СССР (1965 – 1985 гг.), Б.Н. Жеребин, И.А. Критинин, А.Ф. Кузнецов (Кузнецкий металлургический комбинат), Б.И. Ашпин, Р.С. Айзатулов, Б.А. Кустов, А.Б. Юрьев (Западно-Сибирский металлургический



Голубев Т.М.  
(1939 г.)



Грдина Ю.В.  
(1940 – 1941 гг.)



Зайков М.А.  
(1962 – 1964 гг.)



Шамец Я.В.  
(1964 – 1966 и 1979 – 1986 гг.)



Кобызев В.К.  
(1971 – 1974 гг.)



Софрошенков А.Ф.  
(1974 – 1978 гг.)



Рязанов Д.Г.  
(1978 – 1979 гг.)



Степанов И.Г.  
(1986 – 1989 гг.)



Рыбняец В.А.  
(1989 – 2003 гг.)

Рис. 3. Деканы технологического факультета



Воробьев А.А.  
1972 – 1985 гг.



Кулагин Н.М.  
1985 – 1989 гг.



Малушин Н.Н.  
1989 – 2008 гг.



Нохрина О.И.  
2008 – 2010 гг.

Рис. 4. Деканы факультета электротермических технологий



комбинат), В.С. Лисин (Новолипецкий металлургический комбинат), В.В. Берстенов (Братский, Иркутский, Таджикский, Саяногорский алюминиевые заводы), В.В. Гейнце (Саяногорский и Красноярский алюминиевые заводы), В.С. Жирнаков (Новокузнецкий и Саяногорский алюминиевые заводы), Ю.Г. Овчинников (Саяногорский алюминиевый, Николаевский и Ачинский глиноземные заводы), А.А. Зальцман («Саянал», Белокалитвинский и Самарский металлургический заводы, алюминиевый комбинат в Черногории), Н.Е. Крюков (Новокузнецкий

завод резервуарных металлоконструкций), Заслуженные деятели науки РФ В.Н. Перетягко, Д.М. Лаптев, В.П. Цымбал, В.Е. Громов, Г.В. Галевский. Сведения о выпускниках различных лет – профессиональных лидерах – представлены в книге «Выдающиеся металлурги – выпускники СМИ – СибГИУ», изданной к 90-летию университета».

© 2020 г. *Е.В. Протопопов,*  
*Г.В. Галевский, М.В. Темлянцева*  
Поступила 08 июня 2020 г.

УДК 622:378.001.85

## ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА И ГЕОСИСТЕМ. СЕГОДНЯ

***П.В. Васильев, Я.М. Гутак, В.Н. Фрянов, В.В. Чаплыгин А.В. Володина, С.В. Риб,  
А.М. Никитина***

***E-mail: seregarib@yandex.ru***

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Представлены историческое, учебное и научное развитие кафедр Института горного дела и геосистем СибГИУ в течение 70 лет после своего создания. Подробно и хронологически точно описано становление, освещены вопросы состояния и перспективы развития Института горного дела и геосистем.

**Ключевые слова:** горное дело, подземная геотехнология, открытые горные работы, горные машины, электромеханика, обогащение полезных ископаемых, геология, геодезия, экология.

## INSTITUTE OF MINING AND GEOSYSTEMS. TODAY

***P.V. Vasilyev, Ya.M. Gutak, V.N. Fryanov, V.V. Chaplygin, A.V. Volodina, S.V. Rib,  
A.M. Nikitina***

***E-mail: seregarib@yandex.ru***

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The article provides historical, educational and scientific review of the Chairs of the Institute of Mining and Geosystems of the Siberian State Industrial University on the eve of its 70th anniversary. The issues of its establishment, status and prospects for further development of the Institute of Mining and Geosystems are stated in detail and chronological accuracy.

**Keywords:** mining, underground geotechnology, open mining, mining machines, electromechanics, mineral processing, geology, geodesy, ecology.

В далеком 1948 году на базе Сибирского металлургического института для подготовки инженерных кадров для действующих и строящихся горнодобывающих предприятий Западной Сибири и юга Кузбасса был открыт горный факультет (в настоящее время Институт горного дела и геосистем). Его развитие неразрывно связано с историей Сибирского металлургического института. Основу факультета составили кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» (РаМПИ), «Геология» и «Горная электромеханика». Первый выпуск специалистов горного факультета Сибирского металлургического института состоялся в 1952 году.

Первым деканом горного факультета был горный директор 2 ранга Николай Гаврилович Михайлов. В разные годы деканами горного факультета были С.Н. Белоусов, М.Н. Дедюкин, М.Ш. Гарипов, А.П. Дубок, Г.А. Карпов, Н.Г.

Бабаев, В.П. Лавцевич, В.В. Губин, Л.Д. Осипов, В.П. Дмитрин (возглавлял горный факультет более 20 лет – с 1987 по 2008 гг.), Ш.В. Гумиров, И.В. Машуков, Я.М. Гутак, В.А. Волошин. С 2019 года директором Института горного дела и геосистем (ИГДиГ) является к.т.н. П.В. Васильев, выпускник горного факультета.

Сегодня в состав института входят следующие кафедры:

- геотехнологии (ГТ);
- открытых горных работ и электромеханики (ОГРиЭ);
- геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности (ГГиБЖД).

Главным достижением работы факультета, безусловно, являются его выпускники. За более чем 70 лет институтом подготовлено более 12000 специалистов горного профиля, в том числе горных инженеров-технологов, электро-

механиков, механиков, взрывников, обогатителей, геологов. Дипломы с отличием получили более 500 выпускников.

Трудно найти хотя бы одно добывающее или перерабатывающее предприятие в Западной Сибири и особенно в Кузбассе, на котором бы не работали выпускники ИГДиГ. Они – основа инженерного корпуса предприятий. Многие из выпускников института стали руководителями шахт и разрезов, известными учеными, бизнесменами, политическими деятелями, спортсменами. Выпускники института успешно трудятся в научно-исследовательских и проектных институтах, образовательных учреждениях России.

подавляющее большинство преподавателей выпускающих кафедр института представлено нашими выпускниками.

Сегодня Институт горного дела и геосистем осуществляет подготовку специалистов по следующим специальностям: Горное дело (специализации «Подземная разработка пластовых месторождений», «Открытые горные работы», «Обогащение полезных ископаемых», «Электрификация и автоматизация горного производства», «Горнопромышленная экология»); Прикладная геология (специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых»). С 2014 года на кафедре геотехнологии ведется подготовка горных техников-технологов по программе среднего профессионального образования «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых». Осуществляется подготовка кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению подготовки «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых».

В настоящее время учебно-воспитательной работой и научными исследованиями в институте занято 56 преподавателей, в том числе 7 профессоров, докторов технических наук, 30 доцентов, кандидатов наук.

Материально-техническое обеспечение института находится на высоком уровне и включает 11 специализированных лабораторий, 5 компьютерных классов, 16 специализированных предметных аудиторий, класс моделей горных машин, геологический музей.

Большинство преподавателей имеют опыт работы в вузе более 15 лет. Все преподаватели проходят повышение квалификации в формах стажировки на предприятиях, участия во Всероссийских и Международных конференциях, курсов в области проектной деятельности, информационных технологий и др.

У института налажены тесные связи с ведущими специалистами горных предприятий, родственных вузов, институтами РАН, которые активно участвуют в учебном процессе в качестве членов государственных аттестационных комис-

сий, рецензентов выпускных квалификационных работ, лекторов по специальным дисциплинам.

Преподаватели Института выполняют научно-исследовательские работы (НИР). Ведется воспитательная работа с обучающимися: обязательное курирование обучающихся 1 и 2 курсов, встречи кураторов и заведующих кафедрами с обучающимися и их родителями.

Важную роль в воспитательном процессе играет студенческое самоуправление. Активно работает Студенческий совет ИГДиГ. Для формирования позитивного настроения к учебе и студенческой жизни Студактив ИГДиГ проводит непрерывную работу с первокурсниками, вовлекает их во внеучебную работу. Многие годы активно развивается студенческая самодеятельность, есть и высокие спортивные достижения обучающихся института.

На современной лабораторной и компьютерной базе активно ведется научно-исследовательская работа студентов (НИРС). Эта работа проводится на всех кафедрах института. Результаты НИРС докладываются на конференциях, лучшие из работ публикуются в сборниках научных трудов. Достижения обучающихся ИГДиГ отмечены многочисленными наградами областного и всероссийского уровня.

Институтом горного дела и геосистем заключен договор о стратегическом партнерстве с Федеральным государственным казенным учреждением дополнительного профессионального образования «Национальный аэромобильный спасательный учебно-тренировочный центр подготовки горноспасателей и шахтеров» (ФГКУ «Национальный горноспасательный центр»). В процессе реализации договора проводятся ознакомительные практики для обучающихся первого курса и занятия с обучающимися 4 курса с использованием трехмерной виртуальной среды отработки действий в аварийных ситуациях «Специализированная система подготовки горноспасателей и шахтеров» (ССПШ), а также лекции и семинары с привлечением сотрудников кафедры геотехнологии в рамках программ повышения квалификации работников ВГСЧ МЧС России. В дальнейшем планируется не только продолжить сотрудничество в уже сложившихся формах, но и расширить привлечение преподавателей кафедры геотехнологии к выполнению НИР в рамках реализации плана научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ МЧС России.

#### **Подготовка горных инженеров-технологов для работы в подземных условиях на рудниках и шахтах**

История создания и развития системы подготовки горных инженеров на кафедре геотехно-

логии включает следующие этапы: открытие кафедры разработки месторождений полезных ископаемых (РаМППИ) и организация первого набора студентов в 1948 году; формирование кафедры подземной добычи угля гидравлическим способом (кафедра гидродобычи) в 1955 году; переименование кафедры гидродобычи в кафедру разработки пластовых месторождений в 1986 году; организация кафедры геотехнологии в 2014 году путем объединения с кафедрой разработки рудных месторождений.

Заведующими кафедрой РаМППИ были последовательно доценты, к.т.н. С.Н. Белоусов, И.П. Гусев, В.К. Березин.

В период руководства кафедрой разработки рудных месторождений (РРМ) доктором технических наук, профессором В.С. Шеховцовым (с 1995 по 2013 годы) работали профессор, кандидат технических наук И.П. Гусев, доктор технических наук, профессор, академик академии горных наук Л.М. Цинкер; доценты, кандидаты технических наук В.Ф. Ведутин, В.А. Кропотов, В.К. Березин, Ю.К. Власкин, И.В. Машуков, Г.Н. Волченко, А.В. Володина, Н.Г. Волченко, С.М. Смирнов, И.И. Дмитриев, А.И. Федоренко, Т.П. Васильченков; старшие преподаватели С.Ф. Чернов, Н.И. Синкевич, Э.Н. Кузнецова.

За период с 1948 по 2013 годы кафедрой РРМ подготовлено более 1600 горных инженеров, работающих на горных предприятиях Кузбасса и Хакасии, а также в других регионах России и странах ближнего зарубежья.

Выпускники кафедры РРМ трудятся как на производственных предприятиях, так и в научных и проектных организациях. Ряд выпускников защитили диссертации на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук. Среди защитивших докторские диссертации: А.А. Еременко, А.И. Копытов, В.И. Тимофеев, Е.Г. Фурсов, Л.М. Цинкер, В.С. Шеховцов, Б.В. Шрепп, А.И. Федоренко; более 50 человек защитили кандидатские диссертации. Руководителями горнодобывающих предприятий и организаций в разное время являлись выпускники кафедры РРМ: В.М. Кирпиченко – заместитель начальника технического отдела рудного сектора; В.Г. Биншток – директор шахты «Зырянская»; С.Н. Жигун – директор Казского рудника «КМК»; В.П. Любкин – генеральный директор Антоновского рудоуправления; Г.Г. Монингер – генеральный директор Шерегешского РУ, генеральный директор Антоновского рудоуправления, генеральный директор «Темирский рудник»; Н.И. Скляр – директор Таштагольского рудника; И.Н. Солманов – директор «Краснокаменского управления»; А.В. Мозолев – генеральный директор «ВостНИГРИ»; В.А. Кудрявцев – глав-

ный инженер «Сибгипроруда»; Г.Н. Килин – главный инженер «Сибгипроруда»; В.А. Ереметов – директор Шерегешского РУ; А.И. Копытов – главный инженер шахты Шерегешского РУ, заместитель губернатора Кемеровской области; А.П. Гайдин – управляющий директор «Евразруда», кандидат технических наук; А.Ф. Мюнх – главный инженер «Евразруда»; Н.И. Шатилов – директор «Евразруда» по социальным вопросам; Н.И. Байбородов – директор Абаканского филиала «Евразруда»; Г.П. Ермак – начальник Управления по надзору в угольной промышленности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору, кандидат технических наук; Д.Н. Распопин – генеральный директор «Сибгипроруда»; Л.М. Цинкер – генеральный директор «ВостНИГРИ», доктор технических наук, профессор; В.В. Дорогунцов – глава муниципального образования Шерегеш.

Заведующими кафедрой гидродобычи последовательно работали профессор, доктор технических наук В.С. Мучник, Б.А. Теодорович; с 1984 года по настоящее время подготовкой горных инженеров-технологов руководит профессор В.Н. Фрянов, действительный член Российской академии естественных наук и Академии инженерных наук, Почетный работник угольной промышленности, Заслуженный работник высшей школы, Почетный профессор Кузбасса, обладатель Медали ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени.

За время существования кафедр РаМППИ, гидродобычи и геотехнологии подготовлено более 12000 специалистов-технологов, многие из них стали известными руководителями предприятий, учеными, политическими деятелями, внесли значительный вклад в развитие горной промышленности России, горной науки, в создание учебной и лабораторной базы СибГИУ.

Горные инженеры-технологи обеспечивают проведение научных исследований, проектирование горнодобывающих предприятий, добычу полезных ископаемых.

Существенный вклад в развитие горной науки, горнодобывающей промышленности не только Кузбасса, но и России в целом, а также Китая внесли многие выпускники кафедр РаМППИ, гидродобычи и геотехнологии, в том числе Ван Лян, Ван-Цзин-У, А.Н. Говор, Р.А. Говор, А.Е. Гонтов, С.А. Гусаков, П.П. Дочев, А.А. Ерёменко, Г.П. Ермак, В.Ф. Завертайло, М.А. Корбашов, М.Ф. Лебедев, А.А. Мясников, В.Н. Наумкин, С.И. Неверов, С.Р. Ногих, А.И. Петров, В.В. Табачников, С.Р. Франк, А.А. Черепов, Н.И. Шатилов, С.Н. Ширяев и др. Выпускники кафедры активно помогают совершенствовать учебный процесс посредством организации

практик обучающихся, оснащения лабораторий техническими и информационными средствами, методической литературой, проведением профессиональных консультаций.

В настоящее время кафедра геотехнологии осуществляет подготовку горных инженеров – специалистов по специальности «Горное дело», специализация «Подземная разработка пластовых месторождений» по следующим формам обучения: очной, заочной, очно-заочной; кадров высшей квалификации в аспирантуре по направлению подготовки «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», направленность «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)» по очной и заочной формам обучения; горных техников-технологов по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

Учебный процесс обеспечивают высококвалифицированные преподаватели и инженеры, в том числе В.Н. Фрянов, А.Н. Домрачев, П.В. Васильев, А.В. Володина, В.А. Волошин, Ю.М. Говорухин, М.Г. Коряга, В.И. Любогощев, А.М. Никитина, О.А. Петрова, Д.М. Борзых, С.В. Риб, Ю.И. Чижик, В.О. Шеховцова, П.А. Корнеев, Г.В. Столяр.

По всем формам подготовки на кафедре обучаются более 800 человек.

Материально-техническое обеспечение кафедры, количественный и качественный про-

фессорско-преподавательский состав полностью соответствуют требованиям Федерального государственного образовательного стандарта.

На кафедре геотехнологии (рис. 1) создана и успешно функционирует научная школа «Создание интенсивных нетрадиционных информационно-материальных технологий добычи и переработки минерального сырья». Основы научной школы были заложены профессором, д.т.н. В.С. Мучником в 1955 г. В рамках научной школы В.С. Мучника созданы теоретические основы проектирования гидрошахт, разработаны и реализованы проекты строительства гидрошахт в Кузнецком, Донецком и Карагандинском угольных бассейнах. В создание и развитие технологии подземной угледобычи в рамках научной школы большой вклад внесли В.С. Мучник, Б.А. Теодорович, В.П. Лавцевич, Э.Б. Голланд, Б.М. Гохман, А.Е. Гонтов, М.Ш. Гарипов, Ф.П. Бублик, Г.И. Жабин, Б.Я. Ледовский, А.Н. Златицкий, В.Г. Иванушкин, П.И. Хлебников, Ю.К. Власкин, А.П. Колесников, В.И. Любогощев, Г.В. Манжелевский, Б.П. Одинокоев, В.Р. Сальников, А.Я. Семенихин, В.В. Сенкус, В.В. Соин, Б.М. Стефанюк, В.А. Татьков, Г.Т. Тютиков, В.Н. Фрянов, В.М. Хазов и др.

С учетом требований экономической ситуации в рамках научной школы исследования проводятся по следующим основным направлениям.



Рис. 1. Сотрудники кафедры «Геотехнология»:

слева направо верхний ряд: Борзых Д.М., Волошин В.А., Корнеев П.А., Ларин М.К., Домрачев А.Н., Никитина А.М., Фрянов В.Н. (заведующий кафедрой), Риб С.В.; нижний ряд: Столяр Г.В., Володина А.В., Коряга М.Г., Любогощев В.И., Петрова О.А., Чижик Ю.И.

– Разработка и внедрение новых элементов технологии подземной гидродобычи с подземным обогащением горной массы и выдачей на поверхность концентрата. По предложенной технологии отработаны выемочные участки на Бунгуро-Чумышском, Байдаевском, Кедровском месторождениях. По результатам исследований защитили докторские диссертации В.Н. Фрянов, А.А. Атрушкевич, В.А. Атрушкевич, О.А. Атрушкевич; кандидатские диссертации А.Я. Семенихин, В.И. Любогощев, Г.В. Манжелевский, Б.Я. Целлермаер, Вал.В. Сенкус, Вас.В. Сенкус и др.

– Совершенствование и адаптация традиционной технологии угледобычи к сложным горно-геологическим и горнотехническим условиям. По результатам исследований защитили докторские диссертации Ю.П. Ванжа, В.Г. Лаврик, С.Р. Ногих, Л.Д. Павлова, Н.И. Синкевич, А.Н. Домрачев, И.Ф. Матвеев, В.А. Сухоруков; кандидатские диссертации А.Е. Гонтов, Г.В. Манжелевский, А.В. Косилов, О.А. Утиралов, С.Г. Фомичёв, В.Г. Криволапов, В.В. Дрожжин, К.Д. Лукин, Т.В. Петрова, И.В. Абрамова, Е.А. Чувелева, А.В. Чубриков, В.Р. Кривошеин, В.А. Волошин, В.В. Соин, М.М. Шипулин, П.П. Дочев, В.В. Севостьянов, С.В. Шенгерей, В.В. Сухоруков, Ю.В. Дубовик, Ю.А. Златицкая, А.М. Никитина, Л.В. Разумова, М.А. Корбашов, О.А. Петрова, Ю.М. Говорухин, И.А. Поздеев, Ю.Д. Приступа и др.

Подготовка кадров высшей квалификации проводится по схеме «студент – аспирант – докторант». Подготовка и защита диссертаций осуществлялась в диссертационных советах Института угля и углехимии СО РАН, ИГД СО РАН, КузГТУ, ВостНИИ, МГГУ, ИГД им. А.А. Скочинского, ИПКОН, СибГИУ по специальностям «Геотехнология (подземная, открытая и строительная)», «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика», «Управление в социальных и экономических системах», «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

В связи с создавшейся при переходе к рыночным условиям ситуацией и необходимостью реализации «Энергетической программы России на период до 2020 года», согласно которой необходимо добыть 375 – 430 млн т угля, а в Кузбассе более 200 млн т угля, программа научной школы переориентирована по следующим направлениям.

– Разработка теоретических основ для создания роботизированной шахты с обоснованием технологических, геомеханических, газодинамических и организационных параметров угледобывающего предприятия. По этой тематике защитили кандидатские диссертации А.В. Шу-

раков (2003 г.), А.А. Иванов (2006 г.), Е.С. Корнев (2016 г.). В настоящее время исследования продолжают В.Н. Фрянов, Л.Д. Павлова, А.Б. Цветков, О.А. Петрова, Е.С. Корнев, С.В. Риб, В.В. Басов и др.

– Разработка адаптированной к условиям Кузбасса технологии отработки угольных месторождений комбинированным способом с использованием элементов открытой, подземной, гидравлической и нетрадиционной технологий. Защитили докторскую диссертацию А.Н. Домрачев (1996 г.); кандидатские диссертации В.А. Сурков (1998 г.), А.Н. Говор (2000 г.), Ю.В. Степанов (2004 г.), Т.М. Кутцар (2007 г.). Исследования продолжают Д.М. Борзых, А.Н. Домрачев, С.В. Риб, В.В. Сенкус, В.Н. Фрянов и др.

– Создание научных и методических основ обеспечения промышленной безопасности посредством активной дегазации угольного массива, разработки методов прогноза предаварийной ситуации на угольных шахтах для профилактики взрывов метана, угольной пыли, воздушных ударов. Защитили кандидатские диссертации И.В. Абрамова (1994 г.), М.И. Радиковский (1998 г.), С.В. Ясученя (2005 г.), В.Г. Криволапов (2006 г.), В.Н. Наумкин (2006 г.), И.А. Поздеев (2018 г.). Исследования продолжают В.Н. Фрянов, А.Н. Домрачев, Ю.М. Говорухин, А.А. Исаченко, В.Г. Криволапов, В.А. Волошин, М.Г. Коряга, О.А. Петрова, А.А. Черепов, С.Н. Ширяев и др.

– Математическое моделирование геомеханических и газодинамических процессов, происходящих в углепородном массиве под влиянием пространственно-временного расположения системы горных выработок. Защитили докторские диссертации Л.Д. Павлова (2007 г.), А.Б. Цветков (2019 г.); кандидатские диссертации Ю.В. Дубовик (2001 г.), А.В. Копейн (2001 г.), В.А. Волошин (2002 г.), Ю.А. Степанов (2004 г.), Ю.А. Златицкая (2004 г.), А.М. Никитина (2006 г.), Л.В. Разумова (2007 г.). Исследования продолжают Л.Д. Павлова, А.Б. Цветков, В.Г. Криволапов, В.А. Волошин, С.В. Риб, В.В. Басов и др.

– Разработка стратегии управления социально-экономическими системами топливно-энергетического комплекса Кузбасса. Защитили докторские диссертации Т.В. Петрова (2005 г.), А.В. Новичихин (2017 г.); кандидатские диссертации О.В. Дмитриева (2007 г.), Ю.Д. Приступа (2013 г.). Исследования продолжают В.Н. Фрянов, А.В. Новичихин, Л.Д. Павлова, Ю.Д. Приступа, А.А. Исаченко, С.В. Шишкина и др.

Проведение исследований по каждому направлению осуществляют студенты, аспиранты, докторанты и соискатели.

Научно-исследовательская работа проводится в соответствии с планами НИР по грантам, в соответ-

ствии с планами хоздоговорных и инициативных работ аспирантов и соискателей по темам диссертаций. В последние годы активизировались процессы внедрения результатов исследований на угольных шахтах Кузбасса. Кафедра активно участвует в работе по программе НОЦ Кузбасса.

Основные результаты исследований опубликованы в 14 монографиях, 740 статьях ведущих научных изданий, учебных пособиях. Преподаватели кафедры и СибГИУ активно участвуют в организации Международной конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов», которая проводится ежегодно в рамках выставки-ярмарки «Уголь России и Майнинг».

Перспективным этапом в развитии кафедры геотехнологии и направления подготовки специалистов и кадров высшей квалификации является переход от традиционной концепции подготовки специалиста как человека, владеющего определенной (фиксированной) суммой знаний и навыков, к компетентностному подходу, подразумевающему формирование у специалистов потенциала к самостоятельному обучению в рамках собственной и смежных специальностей, а также общему творческому развитию как работника и личности в соответствии с профессиональными функциями. Важными шагами в реализации этого направления являются создание методического обеспечения и организация контроля самостоятельной работы обучающихся на базе цифровых технологий при изучении профильных дисциплин в рамках специальности с расширением области исследований по направлениям развития угольной промышленности в России и за рубежом.

#### **Подготовка горных инженеров-технологов для работы на открытых горных работах**

Созданию кафедры открытых горных работ предшествовала организация в 1996 г. секции «Открытые горные работы» при кафедре «Разработка рудных месторождений», которую возглавил к.т.н., профессор А.И. Федоренко.

Знаменательным для кафедры открытых горных работ стал 2001 г. – прошел первый выпуск горных инженеров-открытчиков, в этом же году кафедра стала самостоятельным структурным подразделением: секция «Открытые горные работы» была преобразована в кафедру с одноименным названием. Одними из первых преподавателей вновь образованной кафедры были доцент Б.П. Караваев – специалист с обширным

производственным стажем в области разработки угольных месторождений открытым способом и д.т.н. В.А. Квочин – опытейший исследователь в области геомеханики, а также А.И. Федоренко (заведующий кафедрой 2001 – 2011 гг.).

В последующие годы кафедра укрупнялась и развивалась и вместе с кафедрой формировался профессорско-преподавательский состав. Весомый вклад в воспитание специалистов в области разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом внесли д.т.н. Т.В. Лобанова – крупный специалист в области сдвига и деформаций породного массива, доцент А.В. Андреев – горняк с большим научным и производственным стажем, доцент Е.Д. Николаев – специалист в области карьерного транспорта, кандидат биологических наук И.С. Семина – специалист в области рекультивации, кандидат технических наук А.А. Стафеев.

В 2011 г. возглавил и по настоящее время осуществляет эффективное руководство кафедрой к.т.н., профессор, полный кавалер ордена «Шахтерская слава» В.В. Чаплыгин – горняк с большим производственным опытом в области разработки угольных месторождений открытым способом.

Приоритетными направлениями научных исследований кафедры «Открытые горные работы» (рис. 2) являются комплексное исследование полезных ископаемых и повышение безопасности буровзрывных работ на карьерах. В связи с этим для повышения эффективности научной работы и консолидации усилий в 2014 г. в состав кафедры «Открытые горные работы» вошла кафедра «Обогащение полезных ископаемых» и секция «Взрывное дело», а в 2016 году к ней была присоединена кафедра «Горная электромеханика». После этих реорганизаций кафедра получила название «Открытые горные работы и электромеханика».

Работа и исследования, проводимые на кафедре, направлены на развитие технологии открытой угледобычи по следующим основным направлениям:

- повышение технологического и экономического уровня горного производства на основе нового горнотранспортного оборудования и ресурсосберегающих природоохранных технологий добычи полезных ископаемых;

- существенное снижение негативного воздействия горных работ на окружающую среду посредством комплексного использования и



Рис. 2. Сотрудники кафедры «Открытые горные работы и электромеханика»: слева направо верхний ряд: Столбов С.А., Смирнов С.М., Бердова О.В., Кузнецова А.Н., Бич Т.А., Пугачева Э.Е., Иванов А.С., Малышев А.В.; нижний ряд: Лобанова О.О., Тимофеев А.С., Чаплыгин В.В. (заведующий кафедрой), Щербина Г.С.

утилизации производственных отходов, повышения инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности открытых горных работ;

– развитие перспективной организационной основы угольной отрасли, в том числе открытой угледобычи, посредством перехода к формированию угольно-энергетических кластеров, поставляющих на рынок энергопродукт для финального использования, либо электрическую и тепловую энергию.

Развитие открытой угледобычи по указанным направлениям невозможно без надежного кадрового обеспечения отрасли. Кафедра обладает обширными ресурсами в сфере высшего горного образования: лицензированное современное специализированное программное обеспечение, оборудованные учебные лаборатории для практического изучения горнотехнических задач, высококвалифицированные научно-педагогические кадры, применяющие в процессе обучения интерактивные технологии различных уровней и регулярно повышающие свою квалификацию.

Кафедра активно ведет научно-исследовательскую работу, в том числе по следующим направлениям:

– совершенствование методик планирования процессов горного производства на основе компьютерного моделирования;

– обоснование области применения приборных перерабатывающих комплексов и комплексов глубокой разработки угольных пластов на угольных разрезах;

– обоснование оптимальных параметров дробильно-сортировочных комплексов для угольных разрезов на основе использования результатов определения контактной прочности пород;

– развитие методик измерения прочностных показателей горных пород для оптимизации параметров буровзрывных работ и улучшения качества дробления;

– мониторинг процессов для сдвижения и напряженно-деформированного состояния массива горных пород;

– разработка и внедрение в производство эффективной технологии очистки ленточных конвейеров.

Обучающиеся в качестве исполнителей участвуют в научно-исследовательской деятельности, при этом реализуется и развивается их творческий потенциал, формируется понимание научных основ горного дела. Участие в научно-исследовательской работе, ежегодные продолжительные стажировки в рамках производственных практик, высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав, применение современных средств и методов обуче-



ния – это факторы, формирующие фундаментальное ядро знаний, владение которыми повышает уровень адаптивности горного инженера будущего.

### **Подготовка горных инженеров-взрывников**

Для повышения качества и безопасности ведения взрывных работ в горнодобывающей промышленности в России и Кузбассе стали создаваться специализированные предприятия по ведению взрывных работ: «Кузбасс Взрывпром», «Взрывпром Юга Кузбасса», «Завод «Знамя», «Азот Майнинг Сервис», «Нитровзрыв» и многие другие. На многих предприятиях построены пункты по изготовлению взрывчатых веществ, появились новые системы инициирования: электродетонаторы с электронным замедлением, управляемые с персонального компьютера. Все это потребовало подготовки квалифицированных кадров инженеров-взрывников. Поэтому в 2002 году на кафедре разработки рудных месторождений была открыта специальность «Взрывное дело», а с 2014 года подготовка горных инженеров-взрывников ведется на кафедре открытых горных работ. Подготовку инженеров-взрывников под руководством лауреата премии Правительства РФ, к.т.н. И.В. Машукова в этот период осуществляли преподаватели с большим производственным, проектным и исследовательским опытом: к.т.н. С.М. Смирнов, к.т.н. Г.Н. Волченко, Т.П. Васильченко, А.А. Хобта, О.В. Залеская, И.И. Дмитриев. За это время подготовлено 99 горных инженеров-взрывников, большинство из которых успешно работают на предприятиях. СибГИУ – это единственный вуз за Уралом, осуществляющий подготовку горных инженеров этого профиля.

Производство взрывных работ сопряжено с негативным воздействием на окружающие территории: ударные воздушные волны, загрязнение ядовитыми газами, сейсмические колебания. Снижение этого воздействия, повышение безопасности работ и эффективности – основные задачи горных инженеров-взрывников.

С увеличением количества угольных разрезов в Кузбассе, приближением горных работ к населенным пунктам и ростом объемов взрывааемых взрывчатых веществ усиливается сейсмическое воздействие массовых взрывов. Это привело к многочисленным жалобам населения жилого сектора, расположенного не только в непосредственной близости от участков открытых горных работ, но и находящихся на значительном удалении от них.

За последние два десятилетия осуществлялся мониторинг уровня сейсмического воздействия на охраняемых объектах при производстве мас-

совых взрывов на горных отводах «Разрез Березовский», «Разрез Бунгурский-Северный», «Энергоуголь», «Разрез «Корчаковский», «УК «Кузбассразрезуголь» «Талдинский угольный разрез», «Разрез «Южный», «Разрез Степановский», «Разрез «Томусинский», «Междуречье» и на других разрезах, а также на рудниках Таштагольском, Горно-Шорском, Казском «Евразруда». Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности от массовых взрывов, проводимых на горнодобывающих предприятиях, осуществлялась в поселках Рассвет, Малиновка, Успенка, Учул, Гавриловка, Новомосковка, Ясная Поляна, Маганак, Матюшино, Притомский, Казасс, г. Таштагол, п.г.т. Шерегеш, Каз. Оценку величины сейсмических колебаний проводили при производстве более 600 массовых взрывов; пункты регистрации находились на расстоянии от 300 м до 12 км; общая масса взрывчатых веществ на взрыв составляла от 3 до 270 т.

Научно-исследовательские работы по мониторингу сейсмического воздействия в СибГИУ начались с открытием подготовки горных инженеров-взрывников в 2002 году. За это время выполнены два гранта и более 15 хоздоговорных работ в сотрудничестве с угольными разрезами и железорудными предприятиями по мониторингу уровня сейсмического воздействия массовых взрывов на охраняемые здания. По проведенным исследованиям подготовлены заключения экспертизы промышленной безопасности, в которых рекомендованы мероприятия по снижению негативного воздействия массовых взрывов на близко расположенные поселки.

Обучающиеся активно принимали участие в научных исследованиях. Под руководством к.т.н. И.В. Машукова был создан научно-исследовательский кружок «Сейсмоанализ», в котором обучающиеся изучали теоретические основы сейсмологии, работы с сейсмодатчиками, методику измерений регистрирующей аппаратурой в лаборатории. После обучения работе с аппаратурой обучающиеся принимали участие в измерениях в полевых условиях. По результатам исследований обучающимися опубликованы статьи, подготовлены выступления на конференциях в СибГИУ и других вузах России. Полученный опыт и материалы использованы при подготовке выпускных квалификационных работ, все участники НИРС защитили работы на отлично. На конкурсе дипломных работ в Санкт-Петербургском горном институте Иван Цветков (гр. ГВД-08) в 2013 г. и Алексей Серг (гр. ГВД-10) в 2015 г. получили первые места по направлению «взрывное дело».

Многие инженеры-взрывники в настоящее время успешно работают на руководящих долж-

ностях предприятий «КРУ-Взрывпром», «Взрывпром Юга Кузбасса», «Знамя», «Азот Майнинг сервис».

#### **Подготовка горных инженеров-механиков**

В 1952 году в Сибирском металлургическом институте была организована кафедра горных машин и рудничного транспорта, поскольку комплексная механизация угольных и горно-рудных предприятий диктовала необходимость подготовки горных инженеров-механиков в таком бурно развивающемся регионе, как Кузбасс.

Инициатором создания этой кафедры был Николай Васильевич Филатов, который, имея большой стаж работы на производстве, в проектно-конструкторских отделах и опыт преподавательской работы, смог быстро организовать учебный процесс, методическую и научно-исследовательскую работу на кафедре. Под его руководством были созданы новые научные направления в области безопасного транспорта в шахте, термического бурения крепких горных пород, инерционно-шагающих механизмов. Им была организована работа студенческого конструкторского бюро, в котором разрабатывался ряд проектов для заводов горного машиностроения и научно-исследовательских институтов на основе хозяйственных договоров. На кафедре была создана лучшая в то время лабораторная база: лаборатория горных машин, действующий полигон транспортных и погрузочных машин. Обучающиеся на лабораторных занятиях водили шахтовые электровозы по специальной трассе, управляли работой комбайнов, конвейеров и погрузочных машин. Первый набор студентов на специальность «Горные машины» был осуществлен в 1957 году.

Но востребованность шахт в горных инженерах-механиках была настолько велика, что было принято решение перевести группу прокатчиков в 1958 году с технологического факультета на специальность «Горные машины», и первый выпуск состоялся в 1961 году. Выпускники этих лет успешно трудились на производстве и в науке. Выпускник 1961 года Ю.Н. Зверев многие годы возглавлял трест «Кузбассшахтостроймонтаж», А.Н. Яшин (гр. ГМ-56), доктор технических наук, возглавлял НПО «Уралгормаш» в г. Екатеринбург; Г.В. Китриш (гр. ГМ-56) длительное время работал директором завода резервуарных конструкций в Новокузнецке, затем возглавлял проектный институт в Москве и закончил карьеру в должности заместителя начальника Главка; В.И. Зайцев – профессор, доктор технических наук, мастер спорта – чемпион России по шахматам, возглавлял кафедру деталей машин СМИ в течение пяти лет; В.П. Дмитрин (гр. ГМ-58) в

течение 20 лет являлся деканом горного факультета родного вуза; Ю.М. Крупин (гр. ГМ-58) длительное время работал директором машиностроительного завода в городе Ленинск-Кузнецк; Э.Я. Живаго (гр. ГМ-58) – профессор, доктор технических наук, возглавлял кафедру теоретической механики нашего университета.

Многие выпускники кафедры в 1960-е годыполнили научные кадры институтов ВостНИГРИ (Г.П. Копышев, Л.Н. Шариков, Ю.Н. Шкуркин, Н.И. Часовников), ВНИИГидроуголь (В.И. Ларионов, А.С. Горбачёв, Г.С. Щербина, А.Е. Якунин), ИГД АН СССР (В.Е. Бафталовский, В.В. Климашко, А.А. Бехтольд, А.И. Соловьёв).

Кафедрой заведовали доценты, кандидаты технических наук – Н.В. Филатов, В.В. Губин, И.А. Федин, В.П. Дмитрин, Л.С. Костерин. В 2010 году кафедру возглавлял один из первых выпускников – кандидат технических наук, доцент Г.С. Щербина.

В 2014 году кафедра была объединена с кафедрой электромеханики, а затем вошла в состав кафедры открытых горных работ. За время своего существования кафедрой подготовлено 553 специалиста, 23 выпускника получили диплом с отличием, осуществлено 24 выпуска горных инженеров-механиков по всем формам обучения, которые работают на шахтах и разрезах Кузбасса. Многие из выпускников стали специалистами высокого уровня (А.Н. Юрьев – главный механик разреза, Е.В. Тинарский – заместитель главного механика Шерегешского рудника, И.В. Китаев – генеральный директор НПП «Завод МДУ», С.С. Нелидов – региональный представитель по развитию сервиса компании «Caterpillar»).

#### **Подготовка горных инженеров-электромехаников**

Успешную подготовку инженеров-электромехаников на горном факультете вела кафедра электромеханики, которая была основана в 1950 году Организатором и первым заведующим кафедрой был А.Л. Виноградов. В дальнейшем кафедрой возглавляли И.К. Хрусталева, Н.Г. Бабаев, В.Д. Петунов, В.И. Вавиловский. С 1978 по 2015 гг. руководил кафедрой д.т.н., профессор Е.В. Пугачев. С 2015 по 2016 гг. обязанности заведующего кафедрой исполнял А.С. Иванов.

За годы работы кафедрой подготовлено более 5 тысяч специалистов по очной, очно-заочной, заочной формам обучения. Выпускники плодотворно трудятся в различных сферах науки и производства. Из них 115 человек получили диплом с отличием; 40 защитили кандидатские диссертации, 10 – докторские, многие занимают руководящие посты различного уровня.

Шахты и разрезы предоставляют места для прохождения производственной практики для обучающихся с перспективой дальнейшего трудоустройства. Ведущие специалисты шахт и разрезов осуществляют действенную помощь в подготовке специалистов-электромехаников, консультируя их по производственным вопросам и участвуя в работе ГЭК.

На кафедре электромеханики создана современная лабораторная база, функционируют лаборатории, оснащенные оборудованием от ведущих фирм: «ИНГОРТЕХ», «Шнайдер Электрик», «ДЭП».

С 2000 года кафедра электромеханики является базовой в Кузбассе по разработке, внедрению и сервисному обслуживанию шахтных информационно-управляющих систем, обеспечивающих безопасность труда шахтеров. Кафедра работает по договору о стратегическом сотрудничестве с фирмой «ИНГОРТЕХ» (г. Екатеринбург), укомплектовавшей современной аппаратурой обучающий класс, где помимо занятий с обучающимися осуществляется повышение квалификации специалистов горных предприятий. Кафедрой также заключены договоры о сотрудничестве с ЗАО «Шнайдер Электрик» (Франция), компанией «ДЭП» (г. Москва), Федеральным государственным унитарным геологическим предприятием «Запсибгеолсъемка».

Продуктивное сотрудничество кафедры с научно-производственной фирмой «ИНТЕХСИБ», разрабатывающей и внедряющей в производство инновационное автоматизированное электрооборудование, позволяет выполнять значительные научно-исследовательские работы. За совместные разработки был получен диплом лауреата Всероссийского конкурса «100 лучших товаров России», сотрудники кафедры стали лауреатом конкурса «Лучшие товары и услуги Кузбасса», неоднократно награждались медалями и дипломами ЗАО «Кузбасская ярмарка».

Сотрудники и обучающиеся ежегодно участвуют в работе Международной специализированной выставки «Уголь России и Майнинг». Статьи сотрудников и аспирантов регулярно публикуются в сборниках научных работ по материалам выставки. Руководителю научной школы д.т.н., профессору Е.В. Пугачеву неоднократно вручались благодарственные письма ЗАО «Кузбасская ярмарка» за плодотворное многолетнее сотрудничество. Сотрудниками и студентами кафедры получено на Всероссийских и Международных выставках и конкурсах более 30 дипломов, золотых и серебряных медалей.

С момента основания кафедры ее сотрудниками проводится большая научно-исследовательская работа. Первые научные работы были

посвящены созданию аппаратуры автоматизации режима динамического торможения для шахтных подъемов (руководители – к.т.н., доцент В.И. Вавиловский и старший преподаватель В.И. Тарасов). Профессор Е.В. Пугачев возглавлял работы по исследованию режимов заряда, созданию и внедрению тиристорных зарядных устройств для аккумуляторных батарей.

Научные разработки кафедры широко известны специалистам Российской Федерации и бывшего СССР. Созданная и возглавляемая профессором Е.В. Пугачевым Кузбасская научная школа «Теория и практика построения и эксплуатации автоматизированных электромеханических систем шахтного назначения с аккумуляторными источниками питания» длительное время продуктивно работала в тесном взаимодействии с Минуглепромом СССР и Минэлектротехпромом СССР. Внедрение разработанных школой высокоэффективных методов, ресурсосберегающих технологий и технических средств способствовало развитию научно-технического потенциала угледобывающей отрасли Кузбасса и Российской Федерации. Конкретные разработки внедрены в серийное производство со значительным экономическим эффектом и обеспечили существенное повышение эффективности функционирования систем автоматизированного электрооборудования, а в ряде случаев позволили создать системы, не имеющие аналогов в отечественной и зарубежной практике. С 1990 года на кафедре сформировано основное научное направление «Теория и практика информационно-материальных технологий в электромеханических системах горно-металлургического комплекса», по программе которого в настоящее время работает научная школа.

В общей сложности по результатам деятельности научной школы опубликовано более 500 научных статей, тезисов, учебных пособий и монографий, получено более 30 авторских свидетельств и патентов, 3 свидетельства о государственной регистрации объекта интеллектуальной собственности.

В 2014 году кафедра электромеханики объединилась с кафедрой горных машин, а в 2016 г. в рамках реструктуризации университета – с кафедрой открытых горных работ. Главной задачей кафедры является подготовка специалистов высокого уровня, востребованных горными предприятиями.

#### **Подготовка горных инженеров-обогащителей**

Создание кафедры «Обогащение полезных ископаемых» – это веление времени, завершающее звено в технологической цепи подготовки специалистов на горном факультете: геолого-разведочные работы, добыча полезных ископаемых

мых из недр, первичная их переработка и одновременно подготовка сырья для металлургического производства черных и цветных металлов.

У истоков создания кафедры стояли главный обогатитель «Евразруда», к.т.н. Г.И. Ефанов и к.т.н. В.Р. Кривошеин. Первый набор студентов-обогащителей был проведен в 2004 году. В этот период в Кузбассе развернулось интенсивное строительство обогатительных фабрик, что и вызвало необходимость подготовки инженерных кадров по обогащению полезных ископаемых. Весной 2009 года кафедра выпустила первую группу в количестве 20 молодых специалистов, которые оказались востребованы на обогатительных фабриках не только Юга Кузбасса, но и в Норильске, Сорске, других городах Сибири.

Кафедрой проводится большая учебно-методическая работа с целью обеспечения учебного процесса на современном уровне. После реорганизации ИГДиГ в 2014 году кафедра «Обогащение полезных ископаемых» вошла в состав кафедры «Открытые горные работы».

Выдающимися преподавателями специализации являются профессор, д.т.н. В.И. Мурко, профессор, д.т.н. Л.А. Антипенко. В.И. Мурко подготовил и опубликовал более 150 статей, научных работ и монографий; Л.А. Антипенко является автором более 150 публикаций (из которых 9 учебно-методических, 130 научных работ) и более 50 авторских свидетельств и патентов на изобретения. Л.А. Антипенко – это ученый и специалист мирового уровня, что подтверждено ее многочисленными выступлениями на научных форумах, она награждена медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», орденом «Трудового Красного Знамени», знаком «Шахтерская слава» трех степеней, почетным званием «Почетный работник ТЭК», медалью «За особый вклад в развитие Кузбасса», почетным званием «Почетный гражданин Кемеровской области».

#### **Подготовка горных инженеров-специалистов по специализации «Горнопромышленная экология»**

Важным звеном в подготовке горных инженеров является получение в соответствии с компетенциями знаний по обеспечению промышленной и экологической безопасности. Эти функции успешно реализуются на кафедре геологии, геодезии и безопасности жизнедеятельности, основу современной научно-образовательной структуры которой составили кафедра геологии и геодезии и кафедра горнопромышленной экологии и БЖД.

Направление безопасности жизнедеятельности исторически первоначально было организо-

вано на горном факультете в 1962 году в рамках кафедры охраны труда и вентиляции путем выделения из кафедры разработки месторождений полезных ископаемых и гидродобычи. Впоследствии, по мере расширения набора читаемых дисциплин, кафедру переименовывали в кафедру «Общая экология и БЖД», а затем «Горнопромышленная экология и БЖД». Первым заведующим кафедрой был избран к.т.н., доцент Г.А. Карпов (1962 – 1971 гг.). В дальнейшем кафедру возглавляли к.т.н., доцент А.М. Примыский (1971 – 1976 гг.), д.т.н., профессор В.П. Лавцевич (1977 – 2006 гг.), к.т.н., доцент Н.К. Коротких (2006 – 2007 гг.), к.х.н., профессор, почетный работник высшего профессионального образования Т.В. Киселева (2007 – 2013 гг.), к.б.н., доцент И.С. Семина (2013 – 2017 гг.).

На этапах становления и развития кафедры значительный вклад в ее работу и подготовку специалистов внесли к.т.н., доцент З.М. Гусева, к.т.н., доцент В.В. Петунов, к.т.н., доцент П.И. Хлебников, доцент И.Г. Шилинговский, к.т.н., доцент Е.Б. Серебряная, доцент Г.М. Кабанова, д.т.н., профессор Н.О. Каледина, к.х.н., доцент С.А. Лежава, к.т.н. В.В. Обрядин, к.т.н., доцент В.В. Мячин, ст. преподаватель О.М. Стрелковская.

По инициативе и усилиями В.П. Лавцевича на базе кафедры в СибГИУ был создан и функционирует в настоящее время «Учебный центр охраны труда и промышленной безопасности». Повышение квалификации в учебном центре прошли несколько тысяч специалистов предприятий.

В 2014 году кафедру «Общая экология и безопасность жизнедеятельности» переименовывают в кафедру «Горнопромышленная экология и безопасность жизнедеятельности», кафедра становится выпускающей. Осуществлен первый набор обучающихся, преподаватели кафедры осуществляют подготовку специалистов по специальности «Горное дело», специализация «Горнопромышленная экология». За 55 лет своего существования кафедра внесла большой вклад в дело подготовки горных инженеров и других специалистов и выполнила ряд научно-исследовательских работ, имеющих большое теоретическое и практическое значение.

С 2017 г. в результате оптимизации административной структуры СибГИУ и слияния двух кафедр образовательный процесс в области экологии и БЖД ведется в рамках кафедры геологии, геодезии и БЖД.

Основными научными направлениями работы вновь образованной кафедры в сфере исследования безопасности и экологии являются:

- развитие фундаментальных основ экономически эффективной утилизации углеродосодержащих отходов на основе их использования в качестве топлива для автоматизированных котельных

установок и производства строительных материалов из зольных остатков; по результатам научных исследований опубликована монография «Современные энерготехнологические процессы глубокой переработки твердых топлив»; получен патент на изобретение «Способ использования конвертерного газа для производства топлива» (д.т.н., профессор М.Б. Школлер);

– исследование условий труда и разработка методов обеспечения безопасности угольных шахт с целью обеспечения безопасных, комфортных условий труда для работников опасных производственных объектов путем совершенствования организации управления инженерно-технического и рабочего персонала; совершенствование организации управления безопасностью и эффективностью труда рассматривается по нескольким направлениям, а именно: совершенствование организации работы инженерно-технического персонала, совершенствование организации работы специалистов, совершенствование организации работы руководителей, порядок разработки целевых программ, условия развития предприятия и систем стимулирования; в результате исследований обоснованы и предложены методические рекомендации по оценке и идентификации опасностей, рисков и процедуре управления ими в условиях предприятий, эксплуатирующих опасные производственные объекты (к.т.н., доцент В.В. Обрядин);

– мониторинг, оценка почвенно-экологического состояния и прогнозирование техногенно нарушенных территорий Кузбасса; совместно с Институтом почвоведения и агрохимии СО РАН разработан спектр технологий рекультивации нарушенных земель и оценена их почвенно-экологическая эффективность в разных природно-климатических условиях (к.б.н., доцент И.С. Семина).

Обучающиеся совместно с профессорско-преподавательским составом кафедры принимают участие в научно-исследовательских работах. На кафедре по результатам научных исследований регулярно проводятся студенческие научные конференции с обсуждением тем анализа причин травматизма на производстве, мероприятий по снижению травматизма и профзаболеваний, по мониторингу экологического состояния техногенно нарушенных территорий Кузбасса.

Профессорско-преподавательский состав кафедры ежегодно принимает участие в областном конкурсе на «Лучший учебник (учебное пособие)», активно участвует в специализированных выставках, конкурсах и научных конференциях. Результаты научных исследований изложены в шести учебных пособиях с грифом УМО и двух монографиях.

Международные связи кафедры представлены сотрудничеством с университетом г. Додома (Тан-

зания), к.т.н. доцент С.А. Лежава в течение двух лет осуществляла подготовку инженеров по дисциплинам «Индустриальная безопасность и защита окружающей среды» на английском языке в качестве профессора университета.

### **Подготовка горных инженеров-геологов**

Коллектив кафедры «Геология, геодезия и безопасность жизнедеятельности» (рис. 3) успешно справляется с задачей преподавания геологических дисциплин. В последние годы в ИГДиГ СибГИУ оформилось направление подготовки специалистов для горнодобывающих предприятий «Прикладная геология» (специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых»). Первый набор студентов на эту специальность выполнен в 2009 году, а в 2014 году осуществлен первый выпуск горных инженеров-геологов. В настоящее время кафедрой заведует доктор геолого-минералогических наук, профессор Я.М. Гутак. Кафедра располагает геологическим музеем, лабораторией минералогии и петрографии, учебными аудиториями с размещенными в них разнообразными геологическими стендами и макетами.

Инициатива открытия в СибГИУ направления подготовки горных инженеров-геологов принадлежала кандидату геолого-минералогических наук О.Г. Елифанцеву, заведовавшему кафедрой геологии и геодезии в 1992 – 2009 гг. Дальнейшее совершенствование технологии обучения инженеров-геологов теснейшим образом зависит от общего состояния дел в горной отрасли Кузбасса, от количества действующих горных и геологоразведочных предприятий. С учетом потребностей реального производства ежегодный набор студентов на специальность «Прикладная геология» составляет 15 – 20 человек.

Сохраняя традиции и отдавая дань уважения истории, кафедра ГГ и БЖД уверенно смотрит в будущее и продолжает развивать новейшие педагогические технологии и подходы к реализации направлений научно-исследовательской деятельности.

Подводя итоги работы Института горного дела и геотехнологии (рис. 4) за истекшие 70 лет, можно отметить, что в лучшие годы развития горной промышленности и в сложное экономическое время в нашем университете успешно решались и решаются задачи подготовки горных инженеров для региона. На горных предприятиях Юга Кузбасса, где добывается свыше 60 % полезных ископаемых области, выпускники СМИ – СибГТМА – СибГИУ являются главной инженерной составляющей. Горное дело служит материальной основой экономики и энергетической безопасности нашего государства, а Кузбасс есть и будет оставаться центром угледобывающей промышленности России.



Рис. 3. Сотрудники кафедры «Геология, геодезия и безопасность жизнедеятельности»:

слева направо верхний ряд Шипилова А.М., Адаменко М.М., Темлянцев Н.В., Семина И.С., Тетерина И.И., Антонова В.А., Обрядин В.В., Мезенцева О.П.; нижний ряд: Андропова В.С., Капралова Т.П., Гутак Я.М. (заведующий кафедрой), Стрелковская О.М., Лежава С.А.

Отмечая славный 90-летний юбилей университета, профессорско-преподавательский состав института не останавливается на достигнутом, ставит перед собой новые задачи в части подготовки высококвалифицированных кадров и проведения фундаментальных и прикладных научных исследова-

ний для горнодобывающей отрасли Кузбасса на благо России.

© 2020 г. П.В. Васильев, Я.М. Гутак,  
В.Н. Фрянов, В.В. Чаплыгин, А.В. Володина,  
С.В. Риб, А.М. Никитина  
Поступила 20 мая 2020 г.



Рис. 4. Дирекция института горного дела и геосистем:  
слева направо Володина А.В., Васильев П.В. (директор), Риб. С.В., Минина Т.В.

УДК 378.09

## ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА: ИЗ ПРОШЛОГО В БУДУЩЕЕ...

*А.В. Новичихин*

*E-mail: novitchihin@bk.ru*

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Представлен исторический обзор важных событий и преобразований механического факультета в институт машиностроения и транспорта. Приведены успехи, перспективы развития и значимые события структурных подразделений института на протяжении периода в 60 лет. Выявлены целевые ориентиры и перспективы института машиностроения и транспорта в будущие периоды.

**Ключевые слова:** институт машиностроения и транспорта, кафедры, исторический обзор, перспективы развития.

## INSTITUTE OF MECHANICAL ENGINEERING AND TRANSPORT: FROM THE PAST TO THE FUTURE ...

*A.V. Novichikhin*

*E-mail: novitchihin@bk.ru*

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** Historical overview of important events and transformations of the Faculty of Mechanics into the Institute of Mechanical Engineering and Transport is presented. Achievements, prospects and significant events of the institute units over a period of 60 years are given. Identified are targets and prospects of the Institute of Mechanical Engineering and Transport in future.

**Keywords:** Institute of Engineering and Transport, departments, historical review, development prospects.

Институт машиностроения и транспорта был образован на базе транспортно-механического факультета 1 марта 2010 года.

История создания факультета начинается с 7 июня 1960 года. В соответствии с приказом Министерства высшего образования был организован механический факультет Сибирского металлургического института, в состав которого вошли четыре кафедры – две выпускающие и две общетехнические:

- механического оборудования металлургических заводов;
- горных машин и рудничного транспорта;
- теории механизмов и машин и деталей машин;
- начертательной геометрии и инженерной графики.

На кафедрах механического факультета работало 28 преподавателей и обучалось 375 студентов-механиков. Первым деканом механического

факультета был В.Н. Широков (1960 – 1967 гг.), выпускник Московского института инженеров транспорта, строитель КМК, главный механик коксохимпроизводства.

Механический факультет был образован на базе кафедры механического оборудования металлургических заводов (МОМЗ) – одной из старейших кафедр университета, основанной в 1938 году под руководством к.т.н., доцента Э.Х. Шамовского.

В 1955 году на кафедру МОМЗ пришел профессор В.Н. Широков, который впоследствии стал заведующим этой кафедры. К этому моменту ученик академика И.П. Бардина Широков – уже зрелый ученый, один из первостроителей Кузнецкого металлургического комбината.

К 1960 году кафедрой уже было выпущено свыше 700 инженеров-механиков. Выпускники кафедры успешно работали на заводах не только Сибири и Дальнего Востока, но и Юга, и Северо-

Запада, Урала, Казахстана и других регионов страны. Год за годом на факультете увеличивался прием студентов при качественном привлечении и росте профессорско-преподавательского состава.

Промышленность ставила перед высшей школой новые задачи по подготовке кадров, исходя из потребностей производства, создания новых технологий, машин и агрегатов в металлургии. В 1963 году на механическом факультете была открыта специальность «Металлургия и технология сварочного производства»: началась подготовка инженеров-металлургов по сварке металлов, возглавил которую доцент Э.Х. Шамовский. В 1975 году кафедра была переведена на электротехнический факультет.

В 1966 году на кафедре МОМЗ был выполнен первый набор студентов по специальности «Механическое оборудование заводов цветной металлургии».

Кафедра «Теории механизмов и машин и основ конструирования» была организована в 1941 году (сначала как кафедра «Детали машин»). Ее первым заведующим был к.т.н., доцент Э.Х. Шамовский, который возглавлял кафедру до 1964 года. Научное направление работ Э.Х. Шамовского – исследование полуавтоматической электросварки, огневой зачистки проката на металлургических заводах. Многие из его разработок были внедрены в производство.

В периоды 1964 – 1972 гг. и 1976 – 1980 гг. возглавлял кафедру «Детали машин» к.т.н., доцент Н.С. Кадыков, а с 1972 по 1976 гг. – д.т.н., профессор В.В. Бойков, который внес большой вклад в развитие учебно-лабораторной базы кафедры.

В период 1980 – 1990 гг. кафедра «Детали машин» несколько раз претерпевала изменения и в названии, и в структуре. Большой вклад в развитие кафедры, учебного процесса, лабораторной базы, в развитие научных направлений внес д.т.н., профессор Л.Т. Дворников, руководивший кафедрой с 1990 по 2014 г.

Леонид Трофимович Дворников, выпускник Томского политехнического института, д.т.н., профессор, академик Международной Академии Наук Высшей школы, действительный член Нью-Йоркской Академии Наук, заслуженный деятель науки Российской Федерации (с 1998 г.). Автор 6 монографий, более 370 научных статей и более 130 изобретений. Его научные интересы связаны с проблемами разрушения горных пород, созданием новых технологий и средств бурения, исследованием проблем продольного удара, подземной проходческой роботизацией, теорией структур механических систем.

С 1992 года кафедра «Теории механизмов и машин и основ конструирования» осуществляет двухуровневую подготовку студентов по специаль-

ности «Динамика и прочность машин»: бакалавр (по направлению «Прикладная механика»), магистр («Динамика и прочность машин»).

Вторым деканом механического факультета был избран к.т.н., доцент И.Л. Баклушин (с 1967 по 1974 гг.), выпускник института. Научное направление – прочность узлов и агрегатов прокатного оборудования, эксплуатация и ремонт.

В результате интенсивного развития промышленности на юге Кузбасса и по всей Западной Сибири возникла большая нехватка специалистов в области промышленного транспорта, и в 1967 году было принято решение об открытии приема на специальность «Промышленный транспорт», в этом же году прошло первое зачисление. Учитывая высокую потребность в специалистах этого профиля в регионе, первый набор студентов составил 50 человек, в последующем по 75 человек очного и 25 человек заочного обучения.

Первоначально кафедра была представлена секцией в составе кафедры МОМЗ. На правах заведующего секцией руководил к.т.н., доцент А.М. Горчаков – выпускник Новосибирского института инженеров железнодорожного транспорта.

С 1968 года на кафедре начали работать выпускник аспирантуры ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта С.И. Бейнарович и выпускница аспирантуры Уральского политехнического института Т.П. Воскресенская. Формирование преподавательского состава кафедры в дальнейшем происходило достаточно интенсивно. На постоянную работу и работу по совместительству были приглашены бывший проректор Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта доцент И.Г. Бескровный, другие специалисты с большим производственным опытом.

12 июня 1972 года Министерством образования СССР был подписан приказ об организации самостоятельной кафедры «Промышленный транспорт» и это событие совпало с первым выпуском специалистов по специальности 1615 – Промышленный транспорт.

Первым заведующим кафедрой стал к.т.н., доцент С.И. Бейнарович, который возглавлял кафедру в течение десяти лет.

Следующим деканом механического факультета был назначен В.Г. Юшков (с 1974 по 1978 гг.), к.т.н. доцент, выпускник МВТУ им. Баумана, член-корреспондент Международной Академии Энергоинформационных Наук. Научное направление – исследования в области комплексной механизации погрузо-разгрузочных работ и создание новых средств и технологий.

С 1974 года на факультете учатся инженеры-механики по специальности «Машины и техноло-



гия обработки металлов давлением» – специальность открыта на кафедре МОМЗ. Профиль подготовки выпускников новой специальности ориентирован на автомобильное, тракторное, сельскохозяйственное, авиационное, радиоэлектронное машиностроение. Кафедре механического оборудования металлургических заводов пришлось вести подготовку специалистов по трем специальностям, что, естественно, вызвало некоторые организационные трудности: встал вопрос о разделении кафедры. В результате в 1975 году образуется кафедра механического оборудования заводов цветной металлургии (МОЗЦМ), на которой теперь ведется подготовка инженеров по двум специальностям – «Машины и технология обработки металлов давлением» и «Механическое оборудование заводов цветной металлургии». Заведующим кафедрой назначен к.т.н., доцент В.А. Воскресенский.

В 1978 году деканом механического факультета становится к.т.н., доцент кафедры «Промышленный транспорт» С.И. Бейнарович (с 1978 по 1988 гг.). Научное направление его деятельности – исследования в области путевого хозяйства железнодорожного транспорта.

В 1984 году кафедру «Промышленный транспорт» возглавила к.т.н., доцент (позднее успешно защитившая докторскую диссертацию и получившая звание профессора) Т.П. Воскресенская. Она руководила кафедрой до 2015 года. За это время профессор Воскресенская Т.П. проявила высокопрофессиональные лидерские качества и превратила кафедру в одну из самых востребованных в университете, на которой одновременно обучалось более 1000 студентов-транспортников. Под ее руководством была открыта и успешно функционировала аспирантура, кафедра получила новые учебные и лабораторные помещения. Кафедра постоянно находит верные векторы развития, занимается воспроизводством кадров высшей квалификации с привлечением их к дальнейшей педагогической деятельности в стенах университета.

В 1995 году кафедра начала подготовку инженеров-управленцев по специальности «Организация перевозок и управление на транспорте (промышленном)». Кафедра «Промышленный транспорт» была переименована в кафедру «Организация перевозок и управление на транспорте».

Учеными кафедры издано более 500 учебных изданий и более 400 научно-исследовательских работ, подготовлено более 4,5 тысяч высококвалифицированных выпускников, которые востребованы по всей нашей стране и за рубежом.

Следующий декан механического факультета – к.т.н., доцент кафедры МОМЗ И.И. Логунов (с 1988 по 1998 гг.), выпускник института. Науч-

ное направление – проблемы и технология фрикционно-упрочняющей обработки стали.

В 1991 году на кафедре МОМЗ на основе специальности «Металлургические машины и оборудование» открывается специализация «Гидропривод металлургических машин», а в 1999 году организована уже самостоятельная специальность «Гидромашины, гидропривод и гидропневмоавтоматика» по подготовке специалистов в области эксплуатации систем гидропривода технологического оборудования промышленных предприятий.

С 1995 г. кафедрой руководит выпускник института профессор А.Н. Савельев. Научное направление – работоспособность технологического оборудования, теория формирования сложных технических систем.

Традиции кафедры сохраняются, ведется обширная научная деятельность, подготовка специалистов осуществляется на современном уровне с использованием всех последних достижений науки и техники. За многие годы учебной и научной деятельности кафедрой МОМЗ подготовлено свыше 4 тысяч специалистов.

С 1998 года деканом механического факультета избран выпускник института, к.т.н., доцент кафедры «Машины и технологии обработки металлов давлением» (МиТОМД) В.Г. Рябов (с 1998 по 2008 гг.). Научное направление – исследования в области создания, ремонта и эксплуатации металлургического оборудования.

В 2003 году механический факультет преобразован в Транспортно-механический. В это время факультет – один из крупнейших в нашем университете. В его составе четыре выпускающих кафедры («Механическое оборудование металлургических заводов», «Машины и технологии обработки металлов давлением», «Теория механизмов и машин и основ конструирования» (ТММ и ОК), «Организация перевозок и управления на транспорте») и две общетехнические кафедры («Начертательная геометрия и инженерная графика», «Теоретическая механика»).

В период 2008 – 2014 гг. факультет возглавляет выпускница Сибирского металлургического института к.т.н., доцент, ТММ и ОК Л.Н. Гудимова. Область ее научных интересов – структурный синтез плоских шарнирных рычажных механических цепей.

В 2009 г. на кафедре МиТОМД был сделан первый набор студентов на новую специальность «Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование».

Впоследствии кафедра «Машины и технология обработки металлов давлением и технологических машин» (МиТОМД) была переименована в кафедру «Автомобильный транспорт и техно-

логические машины» (заведующий кафедрой к.т.н., доцент В.А. Воскресенский).

С 01.03.2010 г. в связи с реорганизацией Транспортно-механический факультет был преобразован в Институт машиностроения и транспорта, а Л.Н. Гудимова становится первым директором института.

Следующим директором был назначен д.т.н., профессор А.Г. Никитин (2014 – 2018 гг.). Со временем в связи с открытием новых направлений подготовки назрела необходимость в переименовании кафедр института. Так, в 2014 г. были переименованы следующие кафедры:

- кафедра «Теория механизмов и машин и основ конструирования» в кафедру «Теория и основы конструирования машин» (заведующий кафедрой д.т.н., профессор Л.Т. Дворников);

- кафедра «Механическое оборудование металлургических заводов» в кафедру «Машины и агрегаты технологического оборудования» (заведующий кафедрой к.т.н., доцент А.Н. Савельев).

В 2015 – 2016 гг. произошло слияние кафедр и в настоящее время в структуру института входят две кафедры:

- кафедра механики и машиностроения (заведующий кафедрой д.т.н., доцент А.И. Жуков);

- кафедра транспорта и логистики (заведующий кафедрой д.т.н., доцент А.В. Новичихин).

На кафедре механики и машиностроения работает научная школа «Теория структуры механических систем и практика ее использования при синтезе сложных машин, включая горные и металлургические». Руководитель школы д.т.н., профессор Л.Т. Дворников.

К научным направлениям кафедры относятся:

- развитие научных основ повышения эффективности горных машин ударного действия;

- совершенствование дробильных машин горного и металлургического назначения;

- разработка методов создания работоспособных технических систем повышенной надежности;

- математическое и компьютерное моделирование в прикладных задачах механики.

Работа кафедры высоко оценивается Администрацией Кемеровской области. Профессор Л.Т. Дворников награжден дипломом за первое место в конкурсе «Лучший заведующий кафедрой 2004 года». Сотрудники кафедры являются постоянными участниками международных выставок, демонстрируя на высоком уровне свои разработки прикладного промышленного характера. По итогам конкурсов на лучший экспонат Л.Т. Дворников в соавторстве со своими учениками награжден серебряной и бронзовыми медалями на выставках различных лет «Уголь России и Майнинг», в 2006 г. награжден серебряной медалью на международной выставке, прохо-

дившей в г. Шеньян (Китай), а также многочисленными дипломами, медалью «За особый вклад в развитие Кузбасса II степени» по итогам региональных конкурсов «Инновации и изобретения года», проводимых Администрацией Кемеровской области. Постановлением Совета народных депутатов Кемеровской области Л.Т. Дворникову в 2013 г. присвоено звание «Почетный гражданин Кемеровской области». Профессором Л.Т. Дворниковым лично разработаны и опубликованы в центральной печати важные для теории машин научные трактаты «Общая универсальная структурная классификация механизмов» и «Основы теории кинематических соединений (кинематических пар) механических систем». Преподаватели кафедры И.А. Жуков, М.Г. Попугаев неоднократно становились победителями конкурсов на получение Грантов Губернатора Кемеровской области на проведение фундаментальных и прикладных исследований по приоритетным направлениям социально-экономического развития Кузбасса. В 2014 году И.А. Жуков выиграл конкурс на получение Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук.

В течение 2015 – 2016 гг. кафедра механики и машиностроения активно участвовала в качестве прямого исполнителя научного проекта в рамках «Федеральной целевой программы», возглавляемой премьер-министром РФ Д.А. Медведевым. В результате реализации этого проекта были разработаны и рекомендованы к внедрению принципиально новые подходы к использованию в горном производстве совершенного бурового инструмента с использованием сверхтвердых материалов на основе нитрида бора, разработанного Институтом сверхтвердых материалов имени Курчатова.

Основные научные направления кафедры транспорта и логистики:

- механизмы управления транспортно-логистическими системами;

- совершенствование транспортно-технологических систем и комплексов».

Сотрудниками кафедры за период 2010 – 2019 гг. получено 3 патента, опубликовано более 150 статей. Успешно подготовлено и защищено 3 диссертации (1 докторская и 2 кандидатские).

С 2018 года директором института является д.т.н., доцент А.В. Новичихин.

Коллектив преподавателей и сотрудников института машиностроения и транспорта за последние 60 лет успешно решает основную свою задачу – подготовку высококвалифицированных специалистов.

В институте идет постоянное совершенствование учебно-воспитательного процесса, непре-

рывно ведутся научные исследования в области техники металлургического производства, транспорта и машиностроения, создания новых и совершенствования существующих технологий. Разрабатываются новые подходы в решении задач в области исследования структуры механических систем.

Обучающиеся института принимают активное участие в культурной, спортивной и общественной жизни университета, а в научно-исследовательской работе они являются авторами изобретений.

Выпускники института работают на крупных предприятиях металлургической, топливно-энергетической, горной промышленности, в

проектных, научно-исследовательских институтах, коммерческих и сервисных транспортных службах.

Институт ведет подготовку бакалавров, специалистов, магистров и аспирантов по 14 направлениям. Среди выпускников есть директора предприятий, главные инженеры и главные механики, главные специалисты, начальники цехов и отделов, руководители подразделений учебных и научно-исследовательских учреждений, которые своей подготовкой и результатами труда позволяют гордиться своей альма-матер.

© 2020 г. *А.В. Новичихин*  
Поступила 30 апреля 2020 г.

УДК 378.096

## ОТ СТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА СМИ К АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОМУ ИНСТИТУТУ СИБГИУ

*Е.А. Алешина, О.В. Матехина*

*E-mail: alesh14@yandex.ru*

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Представлены основные этапы образования и направления развития Архитектурно-строительного института Сибирского государственного индустриального университета (АСИ СибГИУ). Используются фотоматериалы кафедры архитектуры АСИ СибГИУ.

**Ключевые слова:** архитектурно-строительный институт, Сибирский государственный индустриальный университет.

## FROM THE SMI CIVIL ENGINEERING FACULTY TO THE SIBSIU INSTITUTE OF ARCHITECTURE AND CIVIL ENGINEERING

*E.A. Aleshina, O.V. Matekhina*

*E-mail: alesh14@yandex.ru*

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The main stages of establishment and development of the Institute of Architecture and Civil Engineering of the Siberian State Industrial University are presented. Photomaterials are provided by the Department of Architecture of the Institute of Architecture and Civil Engineering.

**Keywords:** Institute of Architecture and Civil Engineering, Siberian State Industrial University

В 2020 году Архитектурно-строительный институт Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) отмечает две знаменательные даты: 90-летний юбилей СибГИУ и собственный юбилей – 60-летие со дня основания строительного факультета в составе Сибирского металлургического института им. Серго Орджоникидзе – сегодня Архитектурно-строительного института СибГИУ.

Ни один населенный пункт не может существовать без строителей. Люди этой древнейшей профессии нужны всегда и везде – в мирное и неспокойное время, в каждом городке, поселке и в мегаполисе. Конечно, специалисты-строители были необходимы и в бурно развивающемся в середине XX века Новокузнецке и Кузбассе в целом.

Идея создания инженерно-строительного института в центре Кемеровской области – Новокузнецке – «носилась в воздухе». Недаром нынешний главный корпус СибГИУ изначально проектировался как здание нового строительного вуза. От

формирования отдельного высшего учебного заведения на тот момент отказались, но подготовку инженеров-строителей в уже существующем Сибирском металлургическом институте им. Серго Орджоникидзе (СМИ) начали в 1957 году.

Первая группа студентов и преподавателей была переведена в СМИ из Томска, в Новокузнецке был организован первый набор студентов (50 человек) и подготовка строителей по специальности «Промышленное и гражданское строительство» началась на технологическом факультете СМИ, а с сентября 1960 году обучение было организовано на созданном строительном факультете.

Тогда же началось строительство новых корпусов и общежитий СМИ. В строительстве принимали активное участие студенты и преподаватели института, прежде всего строительного факультета. В числе первых преподавателей факультета были известные специалисты, имевшие богатый практический опыт, такие как Василий Алексеевич Побожий, Марк Семенович Неймарк,

которые оказали неоценимую помощь в строительстве [1]. Среди сегодняшних сотрудников Архитектурно-строительного института – к.т.н., доцент Ю.К. Осипов, который, будучи студентом, работал на строительстве главного корпуса.

Вновь созданный строительный факультет возглавил Александр Карлович Форманский. Те, кому посчастливилось работать с ним и у него учиться, остались благодарны ему за профессионализм, высокую культуру, талант педагога и замечательные организаторские способности. При нем состоялся первый выпуск инженеров-строителей. В июле 2012 года благодарные ученики установили новый гранитный памятник на могиле своего педагога, а в 2017 году, благодаря спонсорской поддержке Ассоциации «СРО «Кузбасский проектно-научный центр» (СРО «КПНЦ») и активной поддержке со стороны администрации вуза, в первую очередь – директора Архитектурно-строительного института (в настоящее время – проректора по учебной работе СибГИУ) Ирины Васильевны Зоря, в университете установили памятную мемориальную доску А.К. Форманскому (рис. 1).

Развитие факультета соответствовало требованиям времени: вначале осуществлялась подготовка строителей по специальности «Промыш-

ленное и гражданское строительство», позже к ней добавились специальности «Водоснабжение и водоотведение» и «Теплогасоснабжение и вентиляция». Активное развитие факультет получил в конце 90-х – начале 2000-х годов. В перечне специальностей появились «Производство строительных материалов, изделий и конструкций», «Городское строительство и хозяйство», «Экспертиза, оценка и управление недвижимостью». С появлением в 2002 году в составе факультета специальности «Проектирование зданий» с квалификацией инженер-архитектор строительный факультет был переименован в архитектурно-строительный.

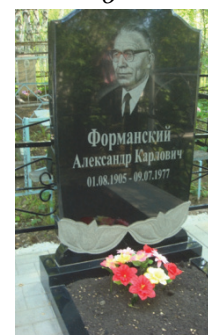
В 2011 году на базе архитектурно-строительного факультета был создан Архитектурно-строительный институт (АСИ). Сегодня в составе института три выпускающие кафедры: «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы», «Теплогасоводоснабжение, водоотведение и вентиляция», «Архитектура». Подготовкой кадров в институте занимаются более 40 человек профессорско-преподавательского состава, большинство из них – кандидаты и доктора наук, профессора и доценты, специалисты с богатым опытом проектирования и строительства.



а



б



в

Рис. 1. Первый декан строительного факультета А.К. Форманский: а – первый выпуск инженеров-строителей СМИ (СибГИУ) А.К. Форманский (в центре); б – открытие мемориальной доски (слева – директор Ассоциации «СРО «КПНЦ», к.т.н., доцент Сергей Кириллович Яковлев, справа – ректор СибГИУ, д.т.н., профессор Евгений Валентинович Протопопов); в – новый памятник на могиле А.К. Форманского

В настоящее время обучение студентов в Архитектурно-строительном институте осуществляется по специальности «Строительство уникальных зданий и сооружений»; по направлениям подготовки бакалавриата «Архитектура» и «Строительство»; по направлениям подготовки магистратуры «Архитектура» и «Строительство». Кроме этого, на кафедре «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» осуществляется подготовка в аспирантуре по направлению «Техника и технологии строительства», по профилям «Строительные конструкции, здания и сооружения» и «Строительные материалы и изделия».

Кафедра архитектуры СибГИУ – первая и единственная в Кузбассе – готовит выпускников-архитекторов. В период с 2002 по 2016 годы на кафедре подготовлено более 160 инженеров-архитекторов по специальности «Проектирование зданий». В 2011 году открыт бакалавриат по направлению «Архитектура». На сегодняшний день подготовлено около 60 архитекторов-бакалавров. С 2015 года начата подготовка в магистратуре по направлению «Архитектура». В феврале 2019 года состоялся первый выпуск архитекторов-магистров.

В 2018 году на базе Университетского колледжа СибГИУ на кафедре «Теплогазоводоснабжение, водоотведение и вентиляция» началась подготовка обучающихся среднего профессионального образования в рамках федерального проекта «Рабочие кадры для передовых технологий» (ТОП 50) по направлению подготовки «Техническое обслуживание и ремонт систем вентиляции и кондиционирования». Таким образом, в АСИ реализуется полный цикл всех уровней подготовки.

В Архитектурно-строительном институте большое внимание уделяется постоянному совершенствованию квалификации преподавателей. Это является необходимым условием для качественной подготовки выпускников в соответствии с требованиями организаций-работодателей. С 2012 года на базе СибГИУ кафедрой «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» совместно с Ассоциацией «СРО «КПНЦ» проводится цикл обучающих семинаров для проектировщиков, руководителей проектных и архитектурных организаций, преподавателей и студентов АСИ. Изначально планировались семинары на тему «Проектирование строительных конструкций по Еврокодам», но в процессе проведения они стали охватывать более широкий спектр проблем в архитектуре и строительстве, в том числе проектирование и строительство в условиях сейсмичности,

обследование и восстановление конструкций зданий и сооружений, актуализация нормативных документов в области проектирования строительных объектов и т.д.

В 2019 году группа ведущих преподавателей АСИ прошла обучение в области технологий информационного моделирования в строительстве (BIM-технологии) для возможности дальнейшей подготовки специалистов в сфере информационного моделирования зданий и сооружений. В том же году ряд преподавателей прошли повышение квалификации в национальном исследовательском Московском государственном строительном университете по программе «Разработка практико-ориентированных программ непрерывного дополнительного профессионального образования в области современных строительных технологий».

На выпускающих кафедрах института осуществляется научно-исследовательская работа по различным направлениям, в том числе: разработка технологии изготовления строительных материалов и изделий из местного сырья и промышленных отходов; исследование и решение региональных проблем жилищного и гражданского строительства; исследование и решение проблемы водоснабжения крупных промышленных центров и очистки сточных вод; исследование процессов тепло-массо-газообмена, вентиляции; исследование напряженно-деформированного состояния грунтов; решение проблемы реконструкции промышленных и гражданских объектов.

Результаты научных работ систематически представляются в публикациях, на научных конференциях, в том числе проводимых в институте.

Ежегодно в рамках Кузбасской ярмарки проводится конференция «Актуальные вопросы строительства». В 2019 – 2020 годах в конкурсах «Лучший экспонат» на специализированных выставках «Строительство. Коттеджи. Недвижимость» и «Образование. Карьера» в рамках Сибирского научно-образовательного форума работы преподавателей АСИ были удостоены золотой, серебряных и бронзовой медалей и дипломов.

В мае 2019 года состоялась научно-практическая конференция «BIM-технологии в архитектуре и строительстве», организованная совместно с Ассоциацией «СРО «КПНЦ». В конференции приняли участие представители компаний-разработчиков программного обеспечения для информационного моделирования объектов строительства; представители проектных и архитектурных организаций; преподаватели и студенты Архитектурно-строительного ин-



Рис. 2. Работы студентов Архитектурно-строительного института (руководитель А.С. Болянов):  
*а* – благоустройство жилого двора; *б* – роспись помещений; *в* – изготовление скульптур для спортивно-оздоровительного лагеря СибГИУ

ститута. В октябре 2019 года на базе СибГИУ преподавателями АСИ была организована и проведена II Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России». Конференция была посвящена 90-летию СибГИУ и 60-летию АСИ.

Практически во всех научных исследованиях принимают участие студенты, работы которых отмечаются дипломами и грамотами различных уровней. Ежегодно обучающиеся АСИ принимают участие во Всероссийской конференции «Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения» с изданием сборника трудов; систематически участвуют в олимпиадах по специальностям и конкурсах выпускных квалификационных работ, где регулярно занимают призовые места. С 2019 года студенты АСИ принимают участие во Всероссийской олимпиаде «Я профессионал» по направлениям «Строительство» и «Дизайн». Лучшие из участников стали призерами заключительного этапа олимпиады.

Выпускниками института под руководством ведущих преподавателей выполнено большое количество проектов для города Новокузнецк. Силами студентов выполняются работы, облагораживающие облик нашего города, например, благоустройство жилого двора (рис. 2, *а*). Студенты принимают участие в благотворительных акциях, например, в росписи помещений дома пожилых людей в пос. Березово, в росписи коридора в доме ребенка (рис. 2, *б*).

Силами студентов изготовлены скульптуры для спортивно-оздоровительного лагеря СибГИУ «Тарбаган» (рис. 2, *в*).

Некоторые идеи преподавателей АСИ воплощены. Например, к 85-летию СибГИУ был создан студенческий сквер со скульптурами, выполненными по эскизам и моделям студентов (автор идеи – профессор кафедры архитектуры Юрий Михайлович Журавков). Сегодня сквер стал одним из украшений города Новокузнецк (рис. 3).

К 400-летию Новокузнецка студенты-архитек-



Рис. 3. Студенческий сквер (к 85-летию СибГИУ) (автор идеи – профессор Ю.М. Журавков)



Рис. 4. Макет Кузнецкой крепости (к 400-летию Новокузнецка) (руководитель – доцент Д.В. Ершова)

торы выполнили макет Кузнецкой крепости, который был передан музею (руководитель – доцент кафедры архитектуры Дора Владимировна Ершова) (рис. 4).

К приближающемуся 300-летию Кузбасса и 90-летию университета преподаватели АСИ предложили несколько идей, которые позволят улучшить облик города и создать еще несколько знаковых мест:

– проект входа в горно-технологический корпус СибГИУ с установкой скульптурной композиции (автор идеи – профессор Юрий Михайлович Журавков);

– аллея славы сотрудников СибГИУ (автор идеи – профессор Иван Кириллович Назаренко);

– памятный знак «90 лет СибГИУ» (автор идеи – профессор Иван Кириллович Назаренко).

В преддверии 90-летнего юбилея университета, подводя некоторые итоги и ставя перед собой дальнейшие цели, хочется отметить: Архитектурно-строительный институт шестьдесят лет в составе СМИ – СибГИУ, является его неотъемлемой частью, вместе преодолевает трудности и достигает новых вершины, с честью выполняет поставленные перед ним задачи. Со дня основания в стенах АСИ подготовлено около 12 тысяч

инженеров. Его выпускники работают как в России, так и за рубежом; многие из них стали крупными административными и производственными руководителями. И все с гордостью несут звание выпускников строительного факультета СМИ – Архитектурно-строительного института СибГИУ.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кулагин А.А., Побожая М.В. Страницы истории архитектурно-строительного факультета Сибирского государственного индустриального университета: юбилейное издание. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2010. – 119 с.
2. Алешина Е.А., Матехина О.В. Архитектурно-строительный институт СибГИУ: сохраняя традиции, строим будущее. – В кн.: Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Новокузнецк: ИЦ СибГИУ, 2019. С. 5 – 9.

© 2020 г. *Е.А. Алешина, О.В. Матехина*  
Поступила 18 мая 2020 г.



УДК 378.1

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ИНДУСТРИАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

*И.В. Шимлина, О.Г. Матехина*

*E-mail:* ryabtseva2010@mail.ru, matehina@yandex.ru

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Рассмотрены проблемы подготовки педагогических кадров и развития педагогического образования в Кемеровской области – Кузбассе. Выявлены возможности реализации педагогического образования на базе Сибирского государственного индустриального университета. Представлена характеристика предпосылок, существующих условий и перспектив развития педагогического образования в СибГИУ.

**Ключевые слова:** педагогическое образование, педагогические кадры, профили подготовки, институт педагогического образования.

## PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF PEDAGOGICAL EDUCATION AT THE SIBERIAN STATE INDUSTRIAL UNIVERSITY

*I.V. Shimlina, O.G. Matehina*

*E-mail:* ryabtseva2010@mail.ru, matehina@yandex.ru

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The article deals with some problems of teacher training and development of pedagogical education in the Kemerovo region – Kuzbass. The possibilities of implementation of pedagogical education at the Siberian State Industrial University are revealed. Prerequisites, conditions and prospects for development of pedagogical education are characterized.

**Keywords:** pedagogical education, teaching staff, undergraduate profiles, Institute of pedagogical education.

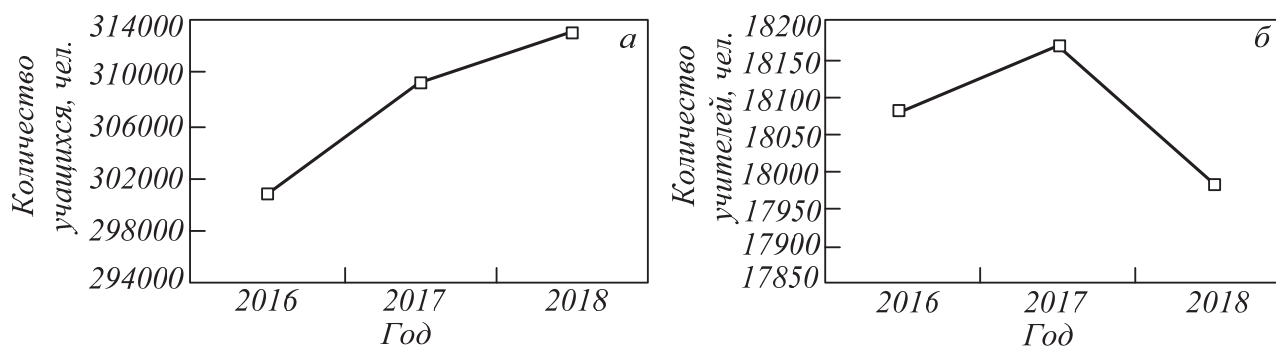
Современное состояние российского общества, тенденции его развития обозначили ряд острых проблем, связанных со сферой образования.

Завершение перехода системы общего образования в РФ на новые федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС), развитие дополнительного образования задают систему принципиально новых требований к компетенциям современного педагога. В связи с этим актуальной задачей развития педагогического образования является повышение качества подготовки педагогов, модернизация программ профессиональной подготовки в соответствии с ориентацией на перспективные технологии и новые требования к компетенциям педагогов [1 – 3].

За последние годы благодаря улучшению демографической ситуации в стране увеличилось

количество обучающихся в системе начального и основного общего образования, а также количество абитуриентов, поступающих в учреждения среднего профессионального и высшего образования. Однако в предшествующие годы произошло резкое сокращение количества педагогических вузов и контрольных цифр приема по направлениям подготовки педагогического образования. В сложившихся условиях ясно обозначился дефицит педагогических кадров, острая нехватка учителей – в первую очередь в системе общего образования.

В Кемеровской области – Кузбассе ситуация с обеспеченностью педагогическими кадрами является проблемной. Сравним статистические данные системы образования Кемеровской области (см. рисунок) [4, 5].



Динамика изменения количеств учащихся (а) и учителей (б) школ в Кемеровской области – Кузбассе

На приведенных диаграммах показано, что в Кемеровской области наблюдается устойчивое (на 3 – 8 тыс. человек) ежегодное увеличение количества учащихся. При этом количество учителей не увеличивается, а даже имеет тенденцию к уменьшению. Это приводит к росту наполняемости классов, увеличению профессиональной нагрузки на педагогов. На настоящий момент Кемеровская область занимает третье место среди всех регионов РФ по наполняемости классов и первое место в своем федеральном округе; среднее количество детей в классе 27 – 30 человек. Вместе с этим в последние годы отмечается стабильное увеличение учебной нагрузки учителей, (средний показатель по области 1,7 ставки). Чрезмерное увеличение нагрузки приводит к профессиональному выгоранию, снижению качества профессиональной деятельности педагогов.

Решением проблемы должно стать привлечение в школы молодых учителей. Однако, как показывает анализ открытых данных, в области существует более 300 вакансий учителей, многие из которых размещены шесть месяцев назад и более. Таким образом, можно говорить о сложившейся в регионе ситуации острой нехватки педагогических кадров.

Анализ географии трудоустройства учителей показывает, что решение проблемы дефицита кадров должно осуществляться в первую очередь за счет ресурсов образовательных учреждений, действующих на территории региона. Именно региональные вузы и педагогические колледжи являются основными поставщиками педагогических кадров для Кемеровской области, и именно к ним должен быть адресован запрос на подготовку и переподготовку учителей. Однако динамика развития педагогического образования в области в последнее пятилетие скорее отрицательная. Так, Кузбасская государственная педагогическая академия (старейший педагогический вуз Кузбасса), осуществлявшая подготовку педагогов на 10 факультетах по 13 основным и 10 дополнительным специальностям, по результатам мониторинга в 2014 г. была объявлена не-

эффективной и присоединена к Кемеровскому государственному университету (КемГУ). С 2014 г. в Новокузнецком филиале КемГУ (бывшей КузГПА), шло планомерное сокращение профессорско-преподавательского состава, объединение кафедр и факультетов, уменьшение контрольных цифр приема и контингента обучающихся, что стало результатом не только «поглощения» одного вуза другим, но и общей тенденции к сокращению объема педагогического образования.

Сложившаяся в Кемеровской области – Кузбассе ситуация не уникальна и иллюстрирует общую для страны проблему подготовки педагогических кадров. Проблемы и перспективы педагогического образования неоднократно рассматривали на совещаниях различного уровня, в том числе в Совете Федерации за круглым столом на тему «О состоянии и перспективах развития педагогического образования в Российской Федерации» [6]. Отметим высказывание Виктора Кресса, которое прозвучало на заседании: «Основываясь на обращениях из регионов от ректоров вузов, к серьезной проблеме можно отнести обучение по педагогическим специальностям на уровне бакалавриата... Считаю недопустимым сокращение контрольных цифр приема на бюджетные места по педагогическим специальностям». Одной из основных проблем сенатор назвал дефицит специалистов, недостаточность профориентационной работы по формированию и развитию устойчивой мотивации у обучающихся к будущей педагогической деятельности, а также наличие разрыва между содержанием, технологиями и образовательными результатами подготовки будущих педагогов. Виктор Кресс также подчеркнул необходимость перспективного прогнозирования потребностей региональных рынков педагогического труда для формирования контрольных цифр приема по образовательным программам педагогической направленности.

На решение актуальных проблем образования направлен ряд федеральных и областных

проектов, в том числе национальный проект «Образование», федеральные проекты «Учитель будущего», «Молодые профессионалы», «Современная школа». Их цель – обеспечение системы образования необходимыми квалифицированными педагогическими кадрами. Проекты должны обеспечить сокращение потребности в педагогических кадрах образовательных организаций, повышение уровня педагогической компетентности педагогов и повышение доли молодых специалистов в системе образования.

Субъектами проектов выступают высшие и средние профессиональные учебные заведения Кемеровской области, осуществляющие подготовку педагогов, в том числе Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ), который с 2016 г. успешно реализует программы подготовки по направлению 44.03.01 – Педагогическое образование.

Развитие педагогического образования в СибГИУ неразрывно связано с гуманитарным направлением научной и образовательной деятельности кафедры социальной работы, психологии и педагогики. Последняя была создана в университете в 1999 г. на базе лаборатории практической психологии как ответ на необходимость гуманизации и гуманитаризации образования в техническом вузе. Заведующим кафедрой стала ее основатель и заведующий лабораторией практической психологии, Почетный работник высшего профессионального образования, кандидат философских наук, доцент В.Ф. Соколова.

Кафедра осуществляла свою образовательную деятельность в области подготовки бакалавров по направлению «Социальная работа» и преподавания психолого-педагогических дисциплин для всего вуза. На кафедре была организована переподготовка и повышение квалификации для преподавателей вузов по программе «Основы педагогики и психологии высшего образования», а в рамках дополнительного образования реализовывали программу «Преподаватель высшей школы». Сотрудники кафедры проводили большую работу с учителями школ города по организации научной работы с обучающимися, участвовали в проекте по подготовке бакалавров и магистров по международной программе МВІ и МВВ совместно с ЮАР, в международном проекте Российско-Европейского Фонда в поддержку социальных реформ «Новые формы социального обслуживания пожилых людей в Кузбассе», в разработке и лицензировании программы дополнительного образования «Русский язык как иностранный».

В 2014 г. кафедра социальной работы, психологии и педагогики вошла в состав кафедры со-

циально-гуманитарных дисциплин института фундаментального образования СибГИУ. Среди преподавателей, принимавших участие в разработке и реализации программы подготовки «Педагогическое образование», необходимо отметить кандидата педагогических наук, доцента Л.А. Пьянкову, доктора педагогических наук, доцента Е.Г. Оршанскую, кандидата психологических наук, доцента В.Е. Хомичеву и др.

В 2019 г. потребность развития педагогического направления в СибГИУ стала очевидной. Развитие этого направления давало университету новые конкурентные преимущества на рынке образовательных услуг, способствовало изменению модели позиционирования вуза и открывало возможности участия в национальных и региональных образовательных проектах. Задача университета состояла в том, чтобы обеспечить необходимые условия для предоставления качественных образовательных услуг в подготовке высококвалифицированных специалистов в различных сферах образования, для развития перспективных и востребованных образовательной практикой научных направлений, для повышения культурного уровня и интеллектуального потенциала профессорско-преподавательского состава и выпускников, обладающих необходимыми знаниями и компетенциями в области образования.

По инициативе и решению ректора СибГИУ, доктора технических наук, профессора Е.В. Протопопова для решения этих задач была образована кафедра педагогического образования во главе с заведующим кафедрой, кандидатом педагогических наук, доцентом В.В. Шарлай. Институт фундаментального образования был переименован в институт педагогического образования.

В соответствии с госзаданием Министерства науки и высшего образования РФ на 2020 г. СибГИУ было выделено 250 бюджетных мест по программам педагогического образования, что потребовало открытия новых профилей подготовки. При определении профилей учитывали несколько ключевых факторов. Во-первых, были проанализированы данные об актуальных вакансиях, которые позволили выделить наиболее востребованные в регионе профили подготовки учителей (учителя английского языка, русского языка и литературы, математики, информатики, физики, физической культуры). Во-вторых, была сделана ставка на укрупнение образовательной области, соединение в одной образовательной программе двух профилей подготовки – направление подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки). Двухпрофильный бакалавриат даст выпускникам больше возможностей для профессиональ-

ной самореализации, позволит быть наиболее гибкими и мобильными на рынке трудоустройства в сфере образования. В-третьих, были учтены основные тенденции развития общества, которые показывают высокую востребованность в современном мире коммуникативной и информационно-цифровой компетентности. Современное образование должно соответствовать потребностям динамично развивающегося цифрового общества, эта установка также легла в основу определения профилей подготовки. На основе анализа актуальных потребностей региона в области подготовки педагогических кадров, перспектив современного образования и актуальных установок общества были определены следующие профили обучения:

– 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) / Математика и Цифровые технологии в образовании;

– 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) / Информатика и Образовательная робототехника;

– 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) / История и Право;

– 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) / Русский язык и Иностранный язык (английский язык);

– 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) / География и Иностранный язык (английский язык);

– 44.03.05 – Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) / Начальное образование и Иностранный язык (английский язык);

– 44.03.01 – Педагогическое образование профиль / направленность Дошкольное образование;

– 44.03.01 – Педагогическое образование профиль / направленность Физическая культура.

Актуален вопрос: способен ли технический вуз качественно осуществлять подготовку педагогических кадров? Необходимо отметить, что на настоящий момент в СибГИУ созданы все необходимые условия для реализации современного педагогического образования на основе сплава достижений педагогической науки и передовых образовательных технологий. Укажем эти условия:

1. *Квалифицированный состав научно-педагогических работников* института педагогического образования СибГИУ – 11 докторов наук, 35 кандидатов наук. Кроме того, в реализации программ педагогического образования принимают участие четыре института: Горного дела и геосистем, Информационных технологий и автоматизированных систем, Экономики и менеджмента, Физической культуры, здоровья и спорта. В целом – 26 докторов наук, более 70

кандидатов наук. Особенностью кадрового состава научно-педагогических работников является наличие докторов и кандидатов наук не только по педагогике, но и по техническим, физико-математическим, историческим, филологическим и другим наукам, что обеспечивает хорошую подготовку обучающихся по фундаментальным наукам.

2. *Наличие налаженных связей с образовательными организациями юга Кузбасса.* В настоящий момент заключены договоры с 12 образовательными организациями Кемеровской области – Кузбасса об организации педагогической практики для студентов СибГИУ, обучающихся по направлению «Педагогическое образование». Педагоги-практики и представители работодателей активно привлекаются к образовательной деятельности, обеспечивая практико-ориентированный подход в обучении будущих педагогов.

3. *Наличие успешного опыта по реализации программ подготовки направления 44.03.01 – Педагогическое образование.* Сибирский государственный индустриальный университет прошел процедуру аккредитации этого направления и ведет подготовку педагогов по профилям «Обществознание» с 2016 г., «Физическая культура» с 2019 г. На настоящий момент контингент обучающихся по рассматриваемому направлению подготовки составляет 130 человек.

4. *Высокая готовность материально-технической базы университета:* наличие достаточного аудиторного фонда, компьютерных классов, спортивного комплекса, культурного центра, центров изучения иностранных языков и т.д. В процессе обучения используются полностью оборудованные современные лаборатории и специализированные кабинеты робототехники, прототипирования, геологии и геодезии, безопасности жизнедеятельности, геологический музей и др. Также необходимо отметить развитую цифровую образовательную среду университета, которая обеспечивает информационную поддержку образовательного процесса и позволяет обучающимся вести системное дистанционное обучение, использовать в обучении ресурсы информационной образовательной системы (системы управления обучением «Moodle», электронные библиотечные системы и базы данных, портал учебно-методического обеспечения ООП и др.), осуществлять интерактивное взаимодействие с преподавателями. Все это позволяет реализовать образование в современной форме с использованием возможностей цифровизации.

С целью развития педагогического образования в СибГИУ разработана стратегия и дорожная карта до 2023 г. В настоящее время Инсти-

тут педагогического образования работает под руководством доктора педагогических наук, директора института фундаментального образования, Почетного работника общего образования РФ И.В. Шимлиной. В составе института работают кафедры естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля (заведующий кафедрой, доктор физико-математических наук, профессор В.Е. Громов); социально-гуманитарных дисциплин (заведующая кафедрой доктор философских наук, доцент Н.А. Иванова); педагогического образования (заведующая кафедрой кандидат педагогических наук, доцент В.В. Шарлай); филологии (заведующий кафедрой доктор культурологии, доцент Ю.С. Серенков). В 2020 – 2021 учебном году планируется создание пятой кафедры: математики и цифровых образовательных технологий образования. Среди членов кафедр необходимо отметить преподавателей, которые имеют обширный педагогический опыт: кандидат педагогических наук, доцент В.С. Умнов, кандидат педагогических наук О.Г. Матехина, доктор культурологии, доцент Л.А. Тресвятский и др.

В соответствии с дорожной картой начата работа по обновлению аудиторного фонда и созданию лабораторий и специализированных кабинетов института педагогического образования: лаборатории анатомии и физиологии человека, органической химии, аналитической химии, неорганической химии, лингафонного кабинета, методических кабинетов по предметным областям и др. Разработано учебно-методическое обеспечение образовательного процесса: учебные планы педагогических профилей подготовки, рабочие программы дисциплин, программы практик, итоговой государственной аттестации, фонды оценочных средств и др. Развернута профориентационная работа со школьниками.

Институт педагогического образования СибГИУ активно взаимодействует с другими субъектами системы образования, в том числе со школами и дошкольными образовательными организациями г. Новокузнецк и юга Кузбасса, с Комитетом науки и образования администрации г. Новокузнецк, Министерством образования и науки Кузбасса. Институт поддерживает связи в области научной деятельности и обмена научно-методическим опытом с высшими учебными заведениями, реализующими программы подготовки «Педагогическое образование»: Московским педагогическим государственным университетом, Новосибирским государственным педагогическим университетом, Томским государственным педагогическим университетом, а также с зарубежными партнерами СибГИУ – Уппсальским университетом (Швеция), университетом

Адельфи (США), Даляньским университетом иностранных языков (Китай) и др. Сотрудничество института с организациями среднего профессионального образования, в том числе с педагогическими колледжами Кемеровской области, дает возможность для реализации стратегии непрерывного образования. Институт ориентирован на активное социальное взаимодействие с организациями, осуществляющими деятельность в области образования, реализации социальных и культурных проектов, инновационных программ в области социального проектирования, добровольческой (волонтерской) деятельности.

### **Выводы**

Реализация программ подготовки по направлению «Педагогическое образование» в СибГИУ осуществляется на прочной основе соединения теоретических знаний с практикоориентированным подходом, установкой на формирование профессиональных информационно-цифровых и коммуникативных компетенций, открытость, мобильность, научное и социальное партнерство, которые наиболее востребованы в современном обществе. Техническая направленность университета не только не препятствует, но и дает дополнительные преимущества в реализации педагогического образования: глубокие знания по фундаментальным наукам, обеспеченность материально-технической базы, специализированных лабораторий, широкие возможности для реализации межпредметных связей. Университет способен реализовать программы профессиональной подготовки в соответствии с ориентацией на перспективные технологии и современные требования к компетенциям педагогов.

Все это позволяет оценивать развитие педагогического образования в СибГИУ как устойчивую тенденцию преодоления дефицита педагогических работников на юге Кузбасса и создания современного образовательного и культурного кластера региона.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Аванесов В.С. Модернизация образования в России: ключевые проблемы и пути их решения // Россия: тенденции и перспективы развития. 2017. № 12-1. С. 863 – 871.
2. Барзаева М.А., Абдулазизова Э.А. Актуальные проблемы развития современного образования в России // Молодой ученый. 2015. № 8 (88). С. 463 – 465.
3. Шарипова Н.А., Пермякова И.С. Проблемы образования в России // СТЭЖ. 2016. № 4 (25). С. 80, 81.

4. Пахомова Е.А., Чепкасов А.В. Система образования Кемеровской области: традиции и инновации // Отечественная и зарубежная педагогика. 2018. № 2 (49). С. 8 – 19.
5. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Кемеровской области. – URL: <https://kemerovostat.gks.ru/> (дата обращения: 07.05.2020).
6. В Совете Федерации обсудили перспективы развития педагогического образования /

Минпросвещения России. – URL: <https://edu.gov.ru/press/1893/v-sovete-federacii-obsudili-perspektivy-razvitiya-pedagogicheskogo-obrazovaniya-v-rossii/> (дата обращения: 07.05.2020).

© 2020 г. *И.В. Шимлина, О.Г. Матехина*  
Поступила 18 мая 2020 г.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ДЛЯ ОЦЕНКИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*А.Н. Савельев, Р.С. Федотов*

*E-mail: Savelyev2000@mail.ru*

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Одной из причин выхода технологического оборудования из строя является усталостное разрушение его элементов. Происходит это из-за накопления внутренних повреждений в материалах. В настоящее время контролируется этот процесс оценочными способами по количеству циклов нагружения материала и вероятностной оценке формирования в материале повреждений. В настоящей работе вероятностный подход сохраняется, но в основе оценки долговечности элементов машин используются энергетические показатели. Предлагается оценивать сроки службы элементов машин, которые теряют свою работоспособность из-за накопления усталостных повреждений, через поток механической энергии, пропущенной через эти элементы. В основе такого подхода теория работоспособности, в которой рассмотрена передача энергии от элемента к элементу материала деталей машины по кинематической цепи машины. Показана взаимосвязь интенсивности накопления повреждений в материале деталей при передаче через него механической энергии.

**Ключевые слова:** механическая энергия, передача энергии, механопривод, накопление повреждений, работа моточасти материала, мощность моточасти материала.

## ENERGY ASSESSMENT APPROACH FOR EVALUATION OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT ELEMENTS DURABILITY

*A.N. Savel'ev, R.S. Fedotov*

*E-mail: Savelyev2000@mail.ru*

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** One of the reasons of technological equipment failure is fatigue failure of its elements. This is due to accumulation of internal damage in the materials. This process is controlled today by evaluation methods, based on the number of loading cycles of material and probabilistic assessment of the damage generation in material. In this paper, the probabilistic approach is preserved, but energy indicators are used as the basis for assessing durability of machine elements. It is proposed to evaluate the service life of machine elements that lose their performance due to the accumulation of fatigue damage through the flow of mechanical energy that passed through these elements. Basis of this approach is theory of performance in which energy transfer from an element to an element of the machine parts material along the kinematic chain of the machine is considered. As a result, interrelation of the intensity of damage accumulation in material of parts during transmission of mechanical energy through it is shown.

**Keywords:** mechanical energy, transferring energy, mechanical conductor, accumulation of damage, material crushing operation, power of material crushing.

Технологическое оборудование металлургической промышленности выходит из строя по трем причинам: из-за износа рабочих поверхностей пар трения качения или скольжения, из-за накопления в теле элементов машин усталостных повреждений, из-за нагружения материала выше предела его

прочности. Процессы износа контактируемых поверхностей трибосистем в настоящее время успешно контролируются и приборными способами, и органолептическими методами.

Аналогичная ситуация сложилась и с прочностными характеристиками работы деталей

машин. Что касается процесса накопления внутренних повреждений в материалах, то эти процессы контролируются в настоящее время оценочными способами по количеству циклов нагружения материала и вероятностной оценке формирования в материале повреждений. В настоящей работе вероятностный подход сохраняется, но в основе оценки долговечности элементов машин используются энергетические показатели [1 – 3].

Цель настоящей работы – показать возможность аналитической оценки сроков службы элементов машин, теряющих свою работоспособность из-за накопления усталостных повреждений, через поток механической энергии, переданной (пропущенной) через эти элементы.

В основе данного подхода – теория работоспособности [1 – 3], в которой рассмотрена передача движения от элемента к элементу материала деталей по кинематической цепи машины (рис. 1). За период времени  $dt$  работа, совершенная над элементом  $dx$  этой цепи, в сечении  $i$  возрастет на величину  $dA_i$ . Соответственно, на величину  $dA_j$  возрастет и работа, совершенная элементом  $dx$  над правой частью механопровода в сечении  $j$ . Тогда изменение работы  $dA$  на участке  $i - j$  величиной  $dx$  определится как

$$dA = dA_i - dA_j, \quad (1)$$

где  $dA$  – работа, совершенная над участком системы при его движении за период  $dt$ .

Уравнение энергетического баланса элементарного участка  $i - j$  величиной  $dx$  привода ма-

шины, исходя из первого начала термодинамики, записывается следующим образом [4, 5]:

$$dA + dQ + dZ = dE, \quad (2)$$

где  $dQ$  – количество тепла, приобретенного участком системы;  $dZ$  – энергия переноса массы в систему из окружающей среды;  $dE$  – изменение энергии системы.

Величина  $dQ$  может быть представлена в виде суммы количества тепла  $dQ'$ , получаемого участком  $i - j$  извне, и тепловой энергии  $dQ''$ , возникающей в результате релаксации напряжений в материале участка  $i - j$ . В рассматриваемом случае внешние тепловые источники отсутствуют, то есть  $dQ' = 0$ . Но часть величины  $dA$ , составляющая внутренние потери энергии  $dA_n$  в материале на участке  $i - j$ , превратится в тепловую энергию  $dQ''$  [6], тогда  $dQ = -dA_n$ .

У энергопроводов механической энергии обмен веществом с внешней средой отсутствует. В этом случае  $dZ = 0$ . Величина внутренней энергии  $E$  рассматриваемого участка энергопровода в уравнении (2) может быть представлена выражением [5]

$$E = V_{ij} + P_{ij} + U_{ij},$$

где  $V_{ij}$  – так называемая "нулевая" энергия;  $P_{ij}$  – потенциальная энергия участка  $i - j$ ;  $U_{ij}$  – кинетическая энергия участка  $i - j$ .

Величина  $V_{ij}$  на временном участке  $t_{ij}$  постоянна, то есть  $V_{ij} = \text{const}$ , тогда  $dV_{ij} = 0$ . Подставляя эти величины в уравнение (2), получим

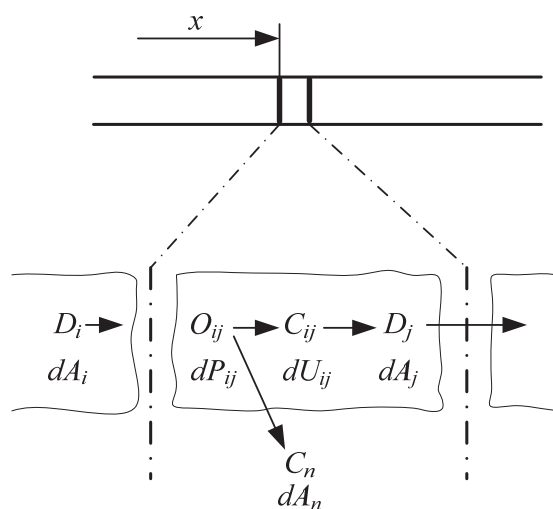


Рис. 1. Соответствие элементов процесса движения в материале энергетическим затратам на этот процесс:

$D_i$  и  $dA_i$  – действие и работа действия на границе  $i$ ;  $O_{ij}$  и  $dP_{ij}$  – отражение и потенциальная энергия участка  $i - j$ ;  $C_{ij}$  и  $dU_{ij}$  – самодвижение и кинетическая энергия участка  $i - j$ ;  $D_j$  и  $dA_j$  – действие и работа действия на границе  $j$ ;  $C_n$  и  $dA_n$  – самодвижение внутренних структур участка и работа потерь на участке  $i - j$  (в структуре участка  $i - j$ )



$$dA_i - dA_j - dA_n = dP_{ij} + dU_{ij}. \quad (3)$$

Далее, как показано в работах [1, 2], выполняется сравнение выше полученного уравнения с уравнением движения элементов на рассматриваемом участке  $i - j$ . Данное сопоставление позволяет определить, на какие виды движения тратится тот или иной вид энергии (работы). Движение элементов участка  $i - j$  (рис. 1) за промежуток времени  $dt$  представляется следующим образом. Действие  $D_i$  на границе  $i$  передает процесс движения звену  $i - j$ , совершая тем самым работу  $dA_i$ . Действие «отражается» участком в виде  $O_{ij}$ . Физически процесс отражения действия заключается в деформировании участка  $i - j$  и изменении в нем потенциальной энергии на величину  $dP_{ij}$ . После этапа отражения начинается каскад разветвленных этапов самодвижения, прежде всего самодвижения  $C_{ij}$ , соответствующего приращению кинетической энергии  $dU_{ij}$ . Кроме этого, возникает самодвижение  $C_n$ , связанное с релаксацией напряжений в материале, в уравнении (3) соответствует работе потерь  $dA_n$ . Далее наступает последний момент движения участка  $i - j$ , связанный с действием  $D_j$  этого участка на соседний: реализуется работа по передаче движения соседнему участку, которая соответствует величине  $dA_j$ . Таким образом, уравнение энергетического баланса для участка  $i - j$  можно записать так:

$$dAD_i - dAD_j - dAC_n = dPO_{ij} + dUC_{ij}, \quad (4)$$

где  $dAD_i$  – работа действия на участок  $i - j$ ;  $dAD_j$  – работа действия участка  $i - j$  на следующий за ним участок;  $dAC_n$  – работа внутренних изменений материала участка  $i - j$ ;  $dPO_{ij}$  – потенциальная энергия отражения действия на участок  $i - j$ ;  $dUC_{ij}$  – кинетическая энергия самодвижения участка  $i - j$ .

Движение, связанное с работой внутренних изменений материала или работой повреждений материала за промежуток времени  $dt$ , определяется самодвижением разных по масштабу элементов материала  $C_n$ , приводящим к повреждению. Это движение определяется двумя предшествующими этапами движения: этапом действия на участок  $i - j$ , выраженным величиной  $D_i$ , этапом отражения воздействия рассматриваемым участком  $O_{ij}$ . Причем каждый из предшествующих моментов процесса движения участка  $i - j$  однозначно определяет этап самодвижения структур материала  $C_n$ , а, значит, и величину накопления в промежуток времени  $dt$  повреждений. В таком случае можно записать  $C_n(dt) = f(O_{ij}, dt)$ , или,

выражая движение отражения через энергию отражения, можно записать так:

$$C_n(dt) = f(dPO_{ij}). \quad (5)$$

При замене в уравнении (5) величины самодвижения структур материала  $C_n$  на величину накопленных в материале повреждений  $\xi(dt)$  можно записать

$$\xi(dt) = f(dPO_{ij}). \quad (6)$$

Из формулы (6) следует, что накопление повреждений происходит в процессе отражения действия или деформирования материала и определяется изменением его потенциальной энергии. Если записать формулу (6), выразив значение потенциальной энергии через создаваемое в материале напряжение  $S$ , то получим  $\xi(dt) = f(S|dS/E|) = f(S|d\varepsilon|)$  (где  $d\varepsilon = dS/E$  – относительная деформация металла;  $E$  – модуль упругости первого рода). Запишем величину  $d\varepsilon$  через  $dt$  как  $d\varepsilon = \dot{\varepsilon}(t)dt$  и затем полученное выражение проинтегрируем по времени; получим среднее значение повреждаемости материала

$$\langle \xi(t) \rangle = f\left(\int_t S(t) |\dot{\varepsilon}(t)| dt\right). \quad (7)$$

Подынтегральное выражение  $S(t) |\dot{\varepsilon}(t)|$  представляет собой мощность деформации материала. Интеграл этой мощности по времени определит работу формоизменения в области упругих деформаций материала. Эта работа называется работой мятя материала [1]. Выразив в подынтегральной функции значение  $\dot{\varepsilon}(t)$  через  $\dot{S}(t)$ , получим значение работы мятя материала в следующем виде:  $A_M(t) = 1/E \int_t S(t) |\dot{S}(t)| dt$ . В общем случае для определения этого интеграла используется зависимость  $S = f(t)$ . По этой зависимости путем дифференцирования определяется скорость изменения напряжения  $\dot{\varepsilon}(t)$ . Далее находится зависимость работы мятя, которая определяется произведением  $S(t) \cdot \dot{S}(t)$ , деленным на модуль упругости первого рода, и интегрированием этой величины по времени. Тогда величина повреждения в материале, выраженная формулой (7), запишется так:

$$\langle \xi(t) \rangle = f(A_M(t)). \quad (8)$$

От абсолютной величины повреждения материала можно перейти к относительной. Для этого математическое ожидание максимального срока службы детали обозначим через  $\langle t^* \rangle$ , предельную величину повреждения материала, при которой он разрушается, обозначим  $\langle \xi(t^*) \rangle$ , работу мятя до разрушения материала обозначим  $A_M(t^*)$ , что дает возможность записать формулу (8) в следующем виде:

$$\frac{\langle \xi(t) \rangle}{\langle \xi(t^*) \rangle} = V(t) = \frac{1}{A_M(t^*)} f(A_M(t)). \quad (9)$$

Таким образом, вводится показатель качества, представляющий собой меру повреждения материала  $V_i(t)$ , которая изменяется в пределах 0 – 1 и в относительной числовой форме характеризует степень повреждения материала детали машины в точке  $x$  в момент времени  $t$ . По своей сути эта мера является отражением физической картины разрушения материала, которая складывается из роста плотности дислокаций, образования микротрещин, роста магистральной трещины и т.д.

Случайный процесс повреждения в точке  $x$  системы возникает как часть процесса деформации материала в этой точке  $u(x,t)$  под воздействием на систему силы  $q_i(x,t)$  и зависит от работы мятя материала в результате этой деформации  $A_M(t)$ . Скорость процесса возрастания повреждений в материале традиционно описывается кинетическим уравнением, для получения которого продифференцируем зависимость (9) по времени и умножим на равное единице отношение  $d(A_M(t))/d(A_M(t))$ . Тогда для точки  $x$  скорость повреждения запишется следующим образом:

$$\frac{dV(x,t)}{dt} = \frac{1}{A_M(t^*)} \frac{d(f(A_M(t)))}{d(A_M(t))} \frac{d(A_M(t))}{dt}. \quad (10)$$

В этом уравнении скорость приращения работы мятя  $d(A_M(t))/dt$  в точке накопления повреждений  $x$  может быть охарактеризована как мощность  $N_M(x, t)$  мятя в этой точке. Величина  $d(f(A_M(t)))/d(A_M(t))$  представляет собой некоторую невозрастающую во времени функцию  $K(A_M(t))$ , которая характеризует степень линейности накопления повреждений в материале элемента машины. Величина  $A_M(t^*)$  является характеристикой выносливости материала и соответствует предельному значению работы мятя материала нагрузкой с частотой  $\omega$  и напряжением  $S_\omega$ . Величина  $A_M(t^*)$  может быть выражена

через физические характеристики материала и условия работы деталей машины [1]:

$$A_M(t^*) = \beta W_0 N_M(x, t)^b / N_0^m, \quad (11)$$

где  $\beta = S_\omega/S_{-1}$ ;  $S_\omega$  – предел выносливости материала нагрузки с частотой  $\omega$ , отличной от 50 Гц;  $S_{-1}$  – предел выносливости материала при частоте нагрузки 50 Гц;  $W_0$  – работа мятя материала синусоидальной симметричной нагрузкой с частотой 50 Гц, соответствующая пределу выносливости  $S_{-1}$ ;  $N_0$  – мощность мятя материала нагрузкой синусоидального типа с частотой 50 Гц, соответствующая пределу выносливости  $S_{-1}$ ;  $b, m$  – параметры энергетической кривой усталости материала в координатах работа мятя материала – мощность мятя материала.

Выражение (10) с учетом соотношения (11) можно записать следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{dV(x,t)}{dt} &= \frac{K(A_M(t)) N_M(x, t) N_M(x, t)^b}{\beta W_0 N_0^m} = \\ &= \frac{K_3 N_M(x, t)^d}{\beta W_0 N_0^m}, \end{aligned} \quad (12)$$

где  $d = b + 1$ .

Обозначив постоянную часть выше полученного уравнения (12) как  $K_3/(\beta W_0 N_0^m) = \chi$ , запишем

$$\frac{dV(x,t)}{dt} = \chi N_M(x, t)^d.$$

Из полученного уравнения следует, что скорость накопления повреждений связана с мощностью мятя материала.

При определении величины повреждения материала элементов технологического оборудования тяжелой промышленности необходимо определить работу мятя этого материала. В процессе эксплуатации технологического оборудования в непрерывном режиме элементы машин и механизмов испытывают гамму разнообразных и достаточно устойчивых колебаний. Результатом этих колебаний является неуклонно возрастающее накопление в элементах машин повреждений, и в конечном итоге их разрушение. Частотная составляющая нагрузки влияет на мощность мятя и поэтому решение задачи определения срока службы материала требует разделения нагрузки на ее частотные составляющие. При этом начальное распределение дефектов в деталях машин, условия их эксплуата-

ции, технологические воздействия на детали, носят случайный характер, поэтому отказы оборудования необходимо рассматривать как случайные события, а процесс накопления повреждений - как случайным образом протекающую реакцию на внешнее, в свою очередь, тоже случайное воздействие на систему. Для технологического оборудования мощность источника воздействия на систему является значительной по сравнению с мощностью возбуждаемого в результате изменения ее параметрических характеристик колебательного процесса. Такая особенность работы оборудования позволяет считать, что нагрузка в звеньях машины пренебрежимо мало зависит от поведения звеньев и воздействие на элементы системы стохастически задано. В этом случае нагрузку на некотором временном отрезке  $t = (t, t^*)$  можно представить в виде совокупности  $m$  стохастически связанных функций времени  $(q_1(t), q_2(t), \dots, q_m(t)) = q(t)$ . При этом все вероятностные характеристики (совместные плотности вероятности, моментные и корреляционные функции) не зависят от выбора начального момента времени, то есть процесс является стационарным и стационарно связанным. Кроме того, для рассматриваемого класса оборудования можно принять гипотезу о том, что процесс его нагружения является эргодическим, то есть результат осреднения любых функций процесса по времени совпадает с результатом осреднения соответствующих функций по множеству реализаций. Таким образом, нагрузка на технологические машины представляется в виде стационарного случайного эргодического процесса. Описать такую нагрузку можно в виде канонического уравнения ее разложения вида [7, 8]:

$$q(x, t) = m_x + \sum_{i=1}^k q_i(t).$$

При воздействии такой нагрузки на механическую систему, в точке  $x$  данной системы возникает случайная деформация  $u(x, t)$ , создающая суммарное напряжение  $S(x, t)$ , и мощность мятя материала  $N_M(x, t)$ , в результате выполняется работа мятя материала  $A_M(x, t)$  в этой точке. Напряжение, деформация, мощность мятя и работа мятя материала в этой точке обладают всеми свойствами, присущими нагрузке  $q(t)$ . Воздействие нагрузки на систему связано с реакцией системы на эту нагрузку в точке  $x$  операторным уравнением, позволяющим получать статистические характеристики деформационного процесса в

этой части машины. Помимо процессов нагружения и деформации стохастический элемент учитывается в расчетах через механические свойства материала, которые характеризуются пределом выносливости материала  $S_{-1}$ , дисперсией его разброса  $\sigma_s$  и распределением предела выносливости, близким нормальному закону распределения. Внутренние изменения материала мало зависят от последовательности нагружения [9], поэтому в большинстве случаев, связанных со случайными нагружениями, можно считать, что механические свойства материала во времени не изменяются. Тогда предел выносливости  $S_{-1}$  и кривая энергетической усталостной прочности [3] могут быть представлены как набор числовых случайных векторов с нормальным распределением  $p(S)$ , не зависящим от процесса  $S(x, t)$ . В этом случае механическую систему с точки зрения накопления в ней повреждений можно выразить в виде модели с двумя нелинейными элементами (рис. 2), на входе первого из которых действует случайный стационарный процесс  $q_i(t)$ . Этот процесс является возбудителем случайного стационарного процесса деформации системы в точке  $x$  с мощностью мятя материала  $N_M(x, t)$ . Деформации в свою очередь действуют на второй элемент модели системы, описывающий внутренний процесс возникновения повреждений в материале детали в точке  $x$   $V(x, t)$ . Суммирование повреждений дает представление о состоянии элемента машины в точке  $x$  и определяет его безотказность и работоспособность  $M$  в этой точке. Работоспособность в данном случае понимается как способность элемента машины выполнить возложенный на него объем работы (передать объем энергии) с вполне определенной вероятностью [1 – 3].

### **Выводы**

Энергия, проходящая через механической энергопровод, вызывает повреждения в элементах этого механопровода. Величина повреждений определяется объемом работы мятя материала элементов, совершаемой при передаче энергии через механопровод привода. Интенсивность повреждений, возникающих при передаче механической энергии, зависит от мощности мятя материала элементов машины. Срок службы элемента машины может оцениваться работой мятя материала при определенной ее мощности. По величине работы мятя материала и ее мощности можно определить продолжительность выполнения своих функций элементами машины.

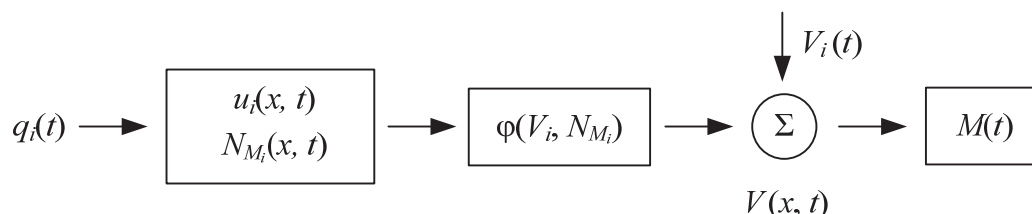


Рис. 2. Модель процесса накопления повреждения

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савельев А.Н. Теория работоспособности технологических машин. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2008. – 225 с.
2. Савельев А.Н. Процесс передачи движения и интенсивность накопления повреждений в деталях технологических машин // Изв. вуз. Черная металлургия. 1997. № 2. С. 63 – 66.
3. Савельев А.Н. Виды движений в материалах и невелеровские кривые усталостной их оценки // Изв. вуз. Черная металлургия. 1992. № 2. С. 78 – 81.
4. Кубо Р. Термодинамика. – М.: Металлургия, 1970. – 304 с.
5. Новиков И.И. Термодинамика. – М.: Металлургия, 1984. – 592 с.
6. Гребенник В.М. Усталостная прочность и долговечность металлургического оборудования. – М.: Машиностроение, 1969. – 256 с.
7. Светлицкий В.А. Статистическая механика и теория надежности. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 504 с.
8. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1964. – 574 с.
9. Савельев А.Н. Оценка работоспособности электромеханических систем прокатного комплекса блюминг – непрерывно-заготовочный стан // Изв. вуз. Черная металлургия. 1991. № 9. С. 106 – 108.
10. Савельев А.Н., Громов В.Е. Влияние частоты нагружения на характер распределения движений в материалах // Изв. вуз. Черная металлургия. 1999. № 6. С. 62 – 66.

© 2020 г. А.Н. Савельев, Р.С. Федотов  
Поступила 29 января 2020 г.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ И ПРИРАЩЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАПОЛНЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНОГО СКВЕРА СИБГИУ

*И.К. Назаренко, О.В. Матехина, В.В. Шевченко*

*E-mail: aa@sibsiu.ru*

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

*Аннотация.* Из шести предложений, связанных с празднованием 90-летнего юбилея Сибирского государственного индустриального университета, выделены два, территориально относящиеся к восточному скверу, кампуса. Предложена его реконструкция и реновация.

*Ключевые слова:* сквер кампуса, реконструкция, реновация.

## RECONSTRUCTION AND EXPANTION OF FUNCTIONALITY OF THE SIBSIU EASTERN PARK

*I.K. Nazarenko, O.V. Matekhina, V.V. Shevchenko*

*E-mail: aa@sibsiu.ru*

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

*Abstract.* Two of six proposals territorially related to the eastern park of the campus, proposed in regard to 90th anniversary of Siberian State Industrial University celebration are allocated. Its reconstruction and renovation is proposed.

*Keywords:* campus park, reconstruction, renovation.

В канун 90-летия Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) кафедра архитектуры Архитектурно-строительного института была и остается включенной в состав комитета по организации празднования юбилея.

Привлечение кафедры связано с необходимостью разработки конкретных практических предложений потенциально возможных градостроительно-архитектурных и строительных мероприятий по социально-экономическому и культурологическому обустройству кампуса университета в связи с грядущим празднованием 90-летнего юбилея.

Масштаб и формат объектов обустройства умышленно не конкретизировали: от малых внутренних (вновь создаваемых) до значительных объемных, требующих реконструкции, реновации, реструктуризации или даже сноса. Отмеченная стартовая установка принималась с целью привлечения к праздничным мероприятиям муниципальных региональных администра-

ций Кемеровской области – Кузбасса, благотворительных подразделений производственных предприятий, общественных организаций, частных лиц и предпринимателей. Для крупных мероприятий принят поэтапный метод реализации с выходом во времени за пределы празднования.

Результаты опытно-конструкторских разработок настоящей работы, оформленные в виде экранированной презентации в компьютерной версии, переданы в комитет. В оригинальных названиях это:

1. Капитальный ремонт фасадов главного корпуса СибГИУ;
2. Реконструкция восточного сквера СибГИУ;
3. Аллея славы сотрудников СибГИУ;
4. Фотогалерея «Институты СибГИУ»;
5. Памятный знак «90 лет СибГИУ»;
6. Разработка задания на проект капитального ремонта здания Культурного центра СибГИУ.

В настоящее время в реальную разработку запущено мероприятие 1, со значительным допол-



Рис. 1. Памятный знак

нением со стороны административно-хозяйственного подразделения университета. К ремонту фасадов главного корпуса добавлен капитальный ремонт его покрытия в составе несущей деревянной висячей стропильной конструкции и кровли из тонколистового профилированного металлического листа. В прошедшем календарном году значительная часть строительных работ выполнена.

Уместно поставить вопрос: «Зачем авторы публикуют предложения 2 и 3?». Ответ простой. Восточный сквер нуждается в безотлагательной реконструкции дендрария и ремонте недопустимо изношенных транзитных пешеходных дорог в сквере. В послепраздничные будни нужно как можно быстрее приступать к реконструктивным мероприятиям. Приблокировка к реконструируемой территории сквера «Аллеи славы сотрудников СибГИУ» будет выполнять роль визуализированного акцента в кампусе, нацеленного на патриотическое воспитание населения города и, что немаловажно, удержания владельцев животных от варварского нашествия на сквер.

Итак, предложен двухчастный проект мероприятий, которые могут выполняться одновременно или поэтапно, причем вне зависимости от очередности.

#### **Реконструкция восточного сквера СибГИУ**

Реконструируются все основные компоненты сквера:

– производится санитарная рубка дендрологического наполнения сквера (ликвидация и под-

стрижка деревьев березы, лиственницы, рябины, клена);

– заменяются асфальтовые покрытия и поребрики внутренних транзитных пешеходных дорожек;

– заменяются покрытия и поребрики в двух курдонерах сквера;

– в покрытии каждого курдонера предусматриваются по четыре ниши для парковых скамеек;

– в западном курдонере устанавливается специально изготовленный памятный знак (в виде небольшого металлического обелиска) в память о благотворительной деятельности производителя реконструкции (рис. 1).

#### **«Аллея славы» сотрудников СибГИУ**

Аллея – это совокупность сгруппированных стелл, выполненных в виде металлических пластин, увенчанных в нижних своих частях стилизованными венками. Стеллы окрашиваются светло-серой водостойкой краской и на их поверхностях наносятся фамилии и инициалы прославленных сотрудников СибГИУ. Сапожки стелл высотой 70 мм окрашиваются темно-серой краской. В зимний период времени «венки» стелл будут находиться выше снежного покрова.

Группы стелл расположены в строчном порядке вдоль южной ветви двухчастной транзитной пешеходной магистрали на улице районного статуса (ул. Кирова).

Функциональные «работающие» поверхности стелл обращены на север, то есть на проходящих пешеходов.

На головной стелле (считая в направлении от главного корпуса университета) – название ар-



Рис. 2. Аллея славы сотрудников СибГИУ

хитектурно-строительного узла – «Аллея славы сотрудников Сибирского государственного индустриального университета с 1930 г. по настоящее время» (рис. 2).

#### **Выводы**

Предложены план реконструкции и реновации восточного сквера кампуса Сибирского государственного индустриального университета.

© 2020 г. *И.К. Назаренко, О.В. Матехина,  
В.В. Шевченко*  
Поступила 2 марта 2020 г.

## СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ ПРИ КОНСТРУИРОВАНИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ФГОС 3+ И ФГОС 3++

*Р.С. Койнов, С.М. Кулаков*

*E-mail:* kulakov-ais@mail.ru

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Рассмотрена и решена задача разработки информационной системы поддержки преподавателей, осуществляющих формирование нормативных документов в соответствии с ФГОС 3+ и ФГОС 3++: рабочих программ дисциплин и аннотаций к ним, фондов оценочных средств, паспортов и программ формирования компетенций, пояснительных записок по направлениям подготовки (специальностям).

**Ключевые слова:** Федеральные государственные образовательные стандарты ФГОС 3+ и ФГОС 3++, конструктор документов основной образовательной программы, этапы разработки документов, процесс формирования программы учебной дисциплины, информационные связи конструктора.

## TEACHER DECISION SUPPORT SYSTEM IN DESIGNING REGULATORY DOCUMENTS ACCORDING TO FSES 3+ AND FSES 3 ++

*R.S. Koynov, S.M. Kulakov*

*E-mail:* kulakov-ais@mail.ru

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The task of developing an information system for supporting teachers involved in development of regulatory documents in accordance with FSES 3+ and FSES 3 ++: programs of disciplines and their abstracts, funds of assessment tools, competency passports and competence building programs, explanatory notes for education programs (specialties) was considered and solved).

**Keywords:** Federal state educational standards FSES 3+ and FSES 3 ++, principal educational program (PEP) documents designer, stages of document development, the process of academic discipline program development, designer information chain.

### **Введение**

Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) являются одними из основных документов, регламентирующих образовательную деятельность учебных заведений. Как известно, согласно требованиям ФГОС [1] учебные заведения обязаны ежегодно обновлять (актуализировать) внутренние нормативные документы образовательного процесса, в том числе рабочие программы дисциплин, фонды оценочных средств по дисциплинам, паспорта и программы формирования компетенций по направлениям подготовки (специальностям), пояснительные записки по направлениям подготовки

(специальностям) и т.д. Процесс разработки таких документов в разных вузах проходит по-разному: где-то с привлечением выделенных специалистов, где-то ввиду огромного объема разрабатываемых документов, на основе распределения документов между преподавателями, ведущими дисциплины, а специалисты (например, методисты методического отдела) осуществляют контроль и окончательную доводку разработанных преподавателями документов [2 – 4]. В настоящей работе рассмотрена разработанная в Сибирском государственном индустриальном университете (СибГИУ) автоматизированная система конструирования рабо-



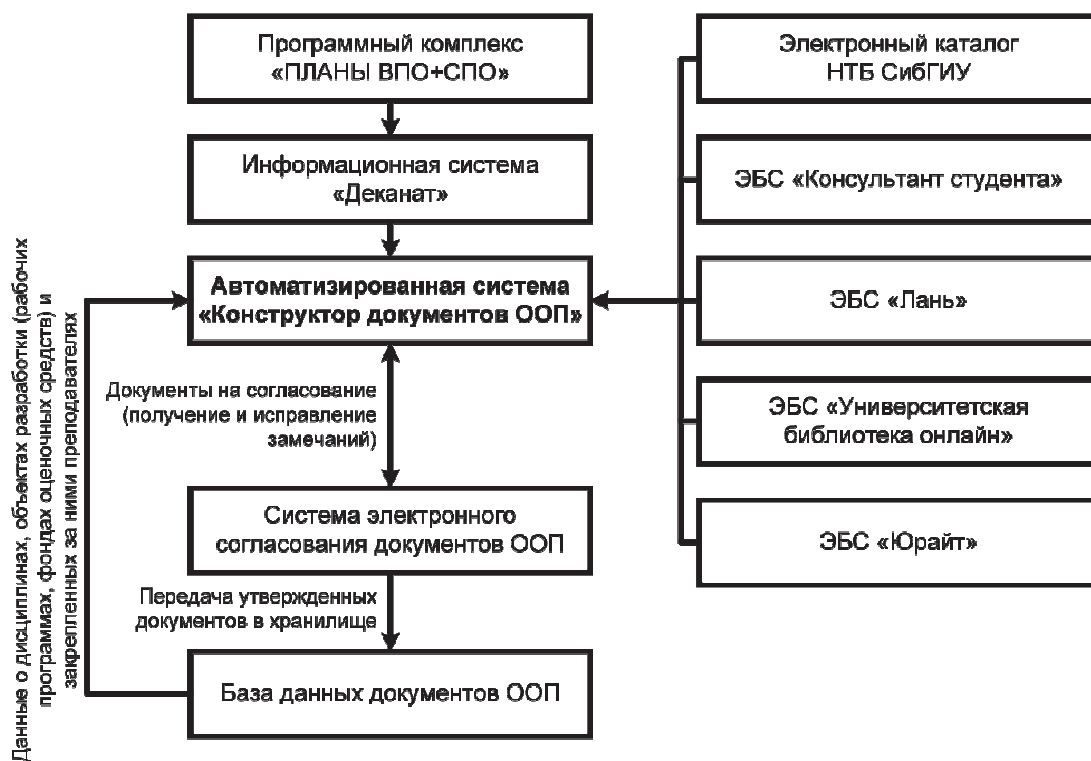


Рис. 1. Связи АС «Конструктор документов ООП» с компонентами действующей информационной системы СибГИУ

чих программ дисциплин, фондов оценочных средств, паспортов и программ формирования компетенций (далее АС «Конструктор документов ООП», или, кратко, АС «Конструктор»), призванная упростить, стандартизировать разработку документов преподавателями.

#### **Связи АС «Конструктор» и этапы нового процесса разработки документов**

Автоматизированная система «Конструктор документов ООП» является частью комплекса систем, используемых в СибГИУ для реализации учебного процесса: ИС «Деканат» (приобретенный продукт, разработчик «Лаборатория ММИС»); программный комплекс «ПЛАНЫ ВПО + СПО» (приобретенный продукт, разработчик «Лаборатория ММИС»); база данных документов ООП (собственная разработка СибГИУ, которая является хранилищем утвержденных документов по направлениям подготовки, специальностей, дисциплин и т.д.); электронный каталог научно-технической библиотеки СибГИУ «МегаПро» (приобретенный продукт, разработчик ООО «Дата Экспресс»); подключаемые внешние электронные библиотечные системы (в том числе «Консультант студента», «Лань», «Университетская библиотека онлайн», «Юрайт») (рис. 1).

Процесс разработки документов ООП включает следующие этапы:

– создание в программном комплексе «ПЛАНЫ ВПО + СПО» учебных планов по направлениям подготовки/специальностям; в Сибирском государственном

ном индустриальном университете этим занимаются ученые секретари кафедр или учебный отдел;

– загрузка данных о планах в ИС «Деканат» (БД MS SQL Server);

– создание в системе ООП (БД документов ООП) первоначального набора объектов, подлежащих разработке (рабочие программы, фонды оценочных средств и т.д.); за объектами закрепляются разрабатывающие их преподаватели;

– создание сводного каталога библиографических записей, включающего записи из электронного каталога научно-технической библиотеки СибГИУ и подключенных электронно-библиотечных систем; сводный каталог периодически актуализируется;

– агрегирование в АС «Конструктор документов ООП» вышеперечисленных данных, необходимых для успешной разработки документов и предоставление преподавателю веб-интерфейса с перечнем закрепленных за ним объектов; преподаватель наполняет объекты оригинальным содержанием, которое невозможно сформировать автоматически (например, сущностным содержанием лекций, практических занятий и т.д.);

– формирование преподавателем MS Word-файла, который загружается в систему электронного согласования для проверки и утверждения документа всеми подписантами;

– сохранение файл в формат pdf в случае его «кругового» одобрения, подписание электронной цифровой подписью (ЭЦП) и загрузка в хранилище документов ООП.

Редактирование данных рабочей программы. Система помощи в заполнении данными объектов ООП.  
 Методы принятия решений и управление организационными системами  
 Дисциплина ООП Методы принятия решений и управление организационными системами по направлению подготовки (специальности): 09.03.02 - Информационные системы и технологии (ФГОС 3+; профиль: Информационные системы и технологии; форма обучения: Очная форма; АИС ИИТиАС; год начала подготовки 2020; код объекта: 92159) [ Учебный план ООП ] [ Учебный план ОППО ] [ Все объекты ]

Список файлов учебных планов:  
 09.03.02\_o\_ИС-20\_4.pptx

Титульный лист	1 Цели и задачи освоения дисциплины	2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)
3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине	4 Структура и содержание учебной дисциплины	5 Перечень тем лекционных занятий
6 Перечень тем практических занятий (семинаров)	7 Перечень тем лабораторных работ	8 Перечень тем курсовых проектов (работ)
9 Виды самостоятельной работы	10 Учебно-методическое и информационное обеспечение	11 Материально-техническое обеспечение

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Методы принятия решений и управление организационными системами

09.03.02 - Информационные системы и технологии

Информационные системы и технологии

Квалификация выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная форма**

Срок обучения **4 года**

Год начала подготовки **2020**

Сформировать word-файл    Сформировать word-файл аннотации    Удалить все введенные сведения по всем разделам  
 Создать заявку на согласование    Создать заявку на аннотацию

Рис. 2. Веб-интерфейс конструктора рабочей программы дисциплины

**Конкретизация процесса автоматизированной разработки документа в АС «Конструктор документов ООП»**

Рассмотрим пример разработки документа на примере конструктора рабочей программы дисциплины.

Преподаватель в своем личном кабинете может заполнить только закрепленные за ним объекты по дисциплинам. При этом в конструкторе рабочей программы он может увидеть веб-интерфейс (рис. 2).

Фактически процесс разработки программы состоит из пошагового просмотра и заполнения информации по вкладкам (разделам):

Титульный лист

1 Цели и задачи освоения дисциплины.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности).

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине.

4 Структура и содержание учебной дисциплины.

5 Перечень тем лекционных занятий.

6 Перечень тем практических занятий (семинаров).

7 Перечень тем лабораторных работ.

8 Перечень тем курсовых проектов (работ).

9 Виды самостоятельной работы.

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение.

11 Материально-техническое обеспечение.

При этом таблица объема часов заполняется автоматически; перечень компетенций и индикаторов также заполняется автоматически (необходимо заполнить только содержание «знать», «уметь», «владеть»/«иметь опыт»); перечень дисциплин для указания места учебной дисциплины в структуре ООП формируется автоматически (необходимо только выбрать необходимые дисциплины, изучаемые до или после/совместно с текущей дисциплиной); заполнение учебно-методического обеспечения может быть произведено из сводного каталога библиографических записей (путем их выбора).

Преподавателю остается заполнить только содержательную часть рабочей программы (рис. 3).

В соответствии с учебным планом могут быть доступны для заполнения или заблокированы вкладки 5 – 9 (по типам занятий). Содержание по типам занятий (лекции, практики и т.д.) заполняют на основе общего содержания, введенного на вкладке 4 (рис. 4).

**Общекультурные / общие компетенции**

ОК-5: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам

- знать: типовые модели задач принятия решений
- уметь: осуществлять поиск и подготовку данных для решения проблем
- владеть: процедурой принятия решений

**Общепрофессиональные компетенции**

ОПК-6: способностью применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы

- знать: процедуру системного анализа
- уметь: выполнять постановку задачи принятия решений
- владеть: средствами оценки и представления результатов выполненной

a

**Структура и содержание учебной дисциплины:**

Раздел	Тема	Описание	Действия
Раздел 1: Предмет теории принятия решений		Описание	Добавить тему   Удалить
Тема 1.1: Принятие решений. Теория принятия решений. Процесс принятия решений.	Описание	Добавить тему   Удалить	
Тема 1.2: Задача принятия решений. Постановка задачи принятия решения. Предпочтения	Описание	Добавить тему   Удалить	
Тема 1.3: Оценка вариантов решений. Шкалы. Критерии. Измерение, агрегирование и	Описание	Добавить тему   Удалить	
Тема 1.4: Сравнение и выбор вариантов. Сравнение вариантов по свойствам и эффективности.	Описание	Добавить тему   Удалить	

b

Рис. 3. Примеры заполнения информации по компетенциям (a) и структуризации содержания учебной программы (b)

**Виды самостоятельной работы:**

№ раздела / темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудоёмкость, часов	Действия
Раздел 1	Изучение лекционного материала   Подготовка к текущему контролю	10	Удалить
Раздел 2   Раздел 3   Раздел 4	Изучение лекционного материала   Оформление отчета о практической работе   Подготовка к практическому занятию   Подготовка к текущему контролю   Решение ситуационных задач	54	Удалить

Добавить вид самостоятельной работы

Сохранить и перейти к следующему

Поиск

- Выбрать все
- Выполнение домашнего задания : 64
- Деловая игра : 64
- Изучение лекционного материала : 64
- Изучение теоретического материала
- Контрольная работа
- Оформление отчета о практической работе
- Оформление отчета по лабораторной работе

Рис. 4. Пример заполнения содержания по видам самостоятельной работы

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Используемое программное обеспечение:

Libre Office | Microsoft Office 2007 | Microsoft Office 2010 | Microsoft Windows 7 | Microsoft Windows XP | WinRAR 3...

Рекомендации по заполнению раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение»  
Пожалуйста, перед сохранением списка(ов) проверяйте актуальность (доступность) литературы в ЭБС путем открытия её URL!

Литература:

Импортировать литературу из корзины сводного каталога

Код библиографии в сводном	Мендель, А. В. Модели принятия решений : учебное пособие / А. В. Мендель. – Москва : Юнити-Дана, 2015. – 463 с. – ISBN 978-5-238-01894-2.	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=115173	28.03.2020	Удалить
Код библиографии в сводном	Токарев, В. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие. В 2 томах. Т. 2. Многокритериальность. Динамика. Неопределенность / В. В. Токарев. – Москва : Физматлит, 2012. – 420 с. – ISBN 978-5-9221-1400-4.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114004.html	28.03.2020	Удалить
Код библиографии в сводном	Соколов, А. В. Методы оптимальных решений : учебное пособие. В 2 томах. Т. 1. Общие положения. Математическое программирование / А. В. Соколов, В. В. Токарев. – Москва : Физматлит, 2012. – 564 с. – ISBN 978-5-9221-1399-1.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113991.html	28.03.2020	Удалить

Рис. 5. Пример заполнения учебно-методического и информационного обеспечения

Пример заполнения учебно-методического и информационного обеспечения приведен на рис. 5.

После заполнения всех разделов и нажатия на кнопку «Сформировать word-файл» можно скачать и просмотреть готовый файл рабочей программы (рис. 6) для визуальной проверки на возможные ошибки заполнения.

Если ошибки заполнения не выявлены, то при нажатии на кнопку «Создать заявку на согласование» готовый файл передается в систему согласования для дальнейшей проверки и одобрения всеми подписантами (в случае согласования рабочей программы это заведующий профильной кафедрой, библиотекарь НТБ, методист

<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет» Кафедра автоматизации и информационных систем</p> <p style="text-align: right;">УТВЕРЖДАЮ Проректор по учебной работе И.В. Зоря подпись «__» _____ 20__ г.</p> <p style="text-align: center;"><b>РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ</b></p> <p>Методы и модели принятия управленческих решений</p> <p style="text-align: center;">27.04.02 - Управление качеством</p> <p style="text-align: center;">Управление качеством</p> <p style="text-align: center;">Квалификация выпускника Магистр</p> <p style="text-align: center;">Форма обучения Очная форма</p> <p style="text-align: center;">Срок обучения 2 года</p> <p style="text-align: center;">Год начала подготовки 2020</p> <p style="text-align: center;">Новокузнецк 2020</p>	<p><b>1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины</b></p> <p>Целями учебной дисциплины являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– формирование у обучающихся компетенций (знаний, умений и навыков) постановки и алгоритмизации задач принятия решений, использования прикладных методов теории принятия решений (ТПР).</li> </ul> <p>Задачами учебной дисциплины являются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– понять процесс принятия решений и состав его участников;</li> <li>– ознакомиться с задачами принятия решений;</li> <li>– изучить способы сравнения и выбора вариантов решений;</li> <li>– освоить типовые методы скалярной оптимизации индивидуальных решений;</li> <li>– освоить методы векторной оптимизации решений;</li> <li>– изучить методы и механизмы коллективного выбора решений.</li> </ul> <p><b>2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)</b></p> <p>Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части <b>Блока 1. Дисциплины (модули)</b> ООП по направлению подготовки (специальности) 27.04.02 «Управление качеством».</p> <p>Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Статистические методы в управлении и контроле.</li> </ul> <p>Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Экономика и управление наукоемкими производствами;</li> <li>– Организационно-управленческая практика.</li> </ul> <p><b>3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине</b></p> <p>Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Общекультурные / общие компетенции</b></li> </ul> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Код и наименование ОК</th> <th>Планируемые результаты обучения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ОК-5: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам</td> <td>– знать: типовые модели задач принятия решений. – уметь: осуществлять поиск и подготовку данных для решения проблем. – владеть: процедурой принятия решений.</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>– <b>Общепрофессиональные компетенции</b></li> </ul>	Код и наименование ОК	Планируемые результаты обучения	ОК-5: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам	– знать: типовые модели задач принятия решений. – уметь: осуществлять поиск и подготовку данных для решения проблем. – владеть: процедурой принятия решений.
Код и наименование ОК	Планируемые результаты обучения				
ОК-5: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам	– знать: типовые модели задач принятия решений. – уметь: осуществлять поиск и подготовку данных для решения проблем. – владеть: процедурой принятия решений.				

Рис. 6. Пример готового файла рабочей программы

учебного отдела, проректор по учебной работе). При этом любой из подписантов может вернуть файл на доработку с указанием замечаний. Если файл (заявку) одобряют все подписанты, то в дальнейшем он конвертируется в pdf-формат, подписывается ЭЦП, помещается в хранилище документов ООП.

### **Выводы**

Представлена разработанная в СибГИУ автоматизированная система «Конструктор документов ООП». Приведен пример заполнения в конструкторе документа «Рабочая программа дисциплины». Показана эффективность предложенной методики, заключающаяся в сокращении затрат времени на разработку, стандартизацию оформления, в ускорении согласования документов ООП.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Федеральные государственные образовательные стандарты [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных стандартов. – URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24> (дата обращения: 27.05.2020).
2. Космачева И.М., Квятковская И.Ю., Сибикина И.В. Автоматизированная система формирования рабочих программ учебных дисциплин // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-formirovaniya-rabochih-programm-uchebnyh-distsiplin> (дата обращения: 27.05.2020).
3. Кряжев С.А., Левковский Д.И. Информационная система поддержки рабочей программы дисциплины // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2019. № 3. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-podderzhki-rabochey-programmy-distsipliny> (дата обращения: 27.05.2020).
4. Ботыгин И.А., Попов В.Н. Автоматизированная система удаленного формирования документов фонда оценочных средств профессиональных образовательных программ // Изв. Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 7. С. 221 – 225.

© 2020 г. *Р.С. Койнов, С.М. Кулаков*  
Поступила 27 мая 2020 г.

УДК 669.001.57

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ «ПЕРВЫХ ПРИНЦИПОВ» И СТАТИСТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА ГИББСА

*В.П. Цымбал, П.А. Сеченов, И.А. Рыбенко*

*E-mail: tsymbal33@mail.ru*

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Рассматривается понятие имитационного моделирования, в том числе на основе «первых принципов» и метода Монте-Карло. Дан анализ развития термодинамической теории и молекулярной кинетики на основе трудов Л. Больцмана, Д. Максвелла, Дж.В. Гиббса. Представлено сжатое изложение основных идей статистической механики Гиббса и выводы соотношений между энергией, энтропией и работой на основе статистических ансамблей. Показана аналогия между этими уравнениями и классическими (макроскопическими) уравнениями термодинамики. Рассмотрены основные принципы создания имитационной модели гравитационного сепаратора в колонном струйно-эмульсионном реакторе. Представлен алгоритм реализации задач имитационного моделирования и удобный графический интерфейс. Приведены примеры компьютерных экспериментов на имитационной модели, имеющие важное значение для управления содержанием углерода в металле.

**Ключевые слова:** имитационная модель, «первые принципы», статистическая механика, Гиббс, энергия, энтропия, энтальпия, алгоритм.

## SIMULATION ON THE BASIS OF “FIRST PRINCIPLES” AND THE STATISTICAL MECHANICS OF GIBBS

*V.P. Tsymbal, P.A. Sechenov, I.A. Rybenko*

*E-mail: tsymbal33@mail.ru*

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The concept of simulation modeling is considered, including on the basis of “first principles” and the Monte Carlo method. The analysis of the development of thermodynamic theory and molecular kinetics is based on the works of L. Boltzmann, D. Maxwell, and J.W. Gibbs. A concise statement of the main ideas of Gibbs statistical mechanics and the derivation of the relations between energy, entropy and work based on statistical ensembles is presented. An analogy between these equations and the classical (macroscopic) equations of thermodynamics is shown. The basic principles of creating a simulation model of a gravity separator in a column jet-emulsion reactor are considered. An algorithm for implementing simulation tasks and a user-friendly graphical interface is presented. Examples of computer experiments on a simulation model, which is important for controlling the carbon content of a metal, are given.

**Keywords:** simulation model, “first principles”, statistical mechanics, Gibbs, energy, entropy, enthalpy, algorithm.

### **Введение в имитационное моделирование**

Термин «имитационное моделирование» на основе «первых принципов» появился после того, как была создана молекулярно-кинетическая теория, которая позволила вскрыть и объяснить внутренние механизмы, протекающие в молекулярных системах, описываемых эмпирическими законами, например, уравнением Менделеева-Клапейрона. Из этой теории стало известно, что

величина давления газа определяется интенсивностью ударов молекул о стенку сосуда и почему растет давление при повышении температуры, а температура – это коллективный эффект, связанный с определенным распределением молекул по энергии и так далее.

Метод Монте-Карло стал часто ассоциироваться с методом «первых принципов», особенно когда появились первые удачные примеры

решения задач путем имитационного моделирования на электронно-вычислительной машине (ЭВМ) процессов прохождения элементарных частиц через вещество (свинцовые преграды) [1]. В последнее время интерес к этому методу моделирования существенно возрос [2 – 4].

Аналогичный подход также называют имитационным моделированием от частиц. Здесь имеется в виду, что в качестве нижнего уровня берут уже не обязательно молекулы или элементарные частицы, а какие-то дисперсные частицы, о параметрах и поведении которых имеется достаточно достоверная информация [5], например, дисперсные частицы шихты и продуктов реакций в потоке несущего газа. С этим подходом смыкается также метод агентных моделей [6].

### Молекулярно-кинетическая теория Л. Больцмана

Теоретические основы молекулярно-кинетической теории заложил еще Л. Больцман за полвека до появления этой теории [7]. Он не ограничился описанием только состояния равновесия, а решил описать также эволюцию к равновесию, эволюцию к максвелловскому распределению, которое связывает повышение температуры с увеличением средней скорости молекул и энергии, связанной с их движением. Больцман описал молекулярный механизм, который соответствует возрастанию энтропии и вынуждает систему стремиться к переходу от произвольного распределения скоростей к равновесному. Он подошел к решению этой проблемы не на уровне индивидуальных скоростей, а на уровне ансамбля молекул. Являясь приверженцем Ч. Дарвина, Больцман решил повторить в физике подход, аналогичный тому, что Дарвин совершил в биологии.

Эволюцию функции распределения  $f(v, t)$  скоростей  $v$  в некоторой области пространства в момент времени  $t$  Больцман представил в виде суммы двух эффектов: число частиц, имеющих в момент времени  $t$  скорость  $v$ , изменяется в результате свободного движения частиц и столкновений между ними. Тем самым он предвосхитил метод химической кинетики. При этом он понимал, что при столкновении молекул энтропия увеличивается. Упрощенная иллюстрация возрастания энтропии при смешении двух ансамблей молекул представлена на рис. 1.

Не имея существующих в настоящее время вычислительных возможностей Больцман решал эту задачу аналитически, на основе мысленного эксперимента. Как отмечают авторы монографии [7], Больцман на 30 лет раньше (в 1872 г.) получил результаты, аналогичные теории цепей Маркова. Он получил функцию ( $H$ ), которая

применительно к вероятности распределения частиц выглядит следующим образом:

$$H = \sum_k P(k, t) \ln \frac{P(k, t)}{P_{\text{равн}}(k)},$$

где  $P(k, t)$  – вероятность попадания частицы в область  $k$  в момент времени  $t$ ;  $P_{\text{равн}}(k)$  – вероятность попадания частицы в область  $k$  в равновесных условиях.

Применительно к вероятности распределения скоростей  $f$

$$H = \int f \ln f dv.$$

Эта функция может только убывать со временем до тех пор, пока не будет достигнуто равновесие и распределение скоростей не перейдет в распределение Максвелла. В этой функции играет роль энтропия, но она не возрастает, а убывает.

Уравнение Больцмана играет важную роль в физике газов: позволяет вычислять коэффициенты переноса (например, коэффициенты теплопроводности и диффузии). Наблюдается хорошее соответствие экспериментальными данными.

Особенно велико значение достижения Больцмана (как отмечают авторы книги [7]) с концептуальной точки зрения: «Различие между обратимыми и необратимыми процессами, лежащими в основе второго начала термодинамики, Больцман низвел с макроскопического на микроскопический уровень. Изменение распределения скоростей свободного движения молекул соответствует обратимой части, а вклад, вносимый в изменение распределения столкновениями, – необратимой части». Именно в этом и был, с точки зрения Больцмана, ключ к микроскопической интерпретации энтропии. Однако оказалось, что в этой теории была обнаружена неполнота. Пуанкаре, а затем Лошмидт [7] показали, что обращение скоростей в модели не инвариантно во времени. Дело в том, что восстановить свое прошлое система (газ) может лишь в том случае, если она «помнит» все, что с ней происходило в интервале времени от  $t = 0$  до  $t = t_0$ . Для этого необходимо какое-то хранилище информации. В роли такого хранилища (или памяти) выступают корреляции между частицами. Именно отношения между корреляциями и столкновениями были недостающим звеном в рассуждениях Больцмана.

Применимость статистического подхода Больцмана зависит от предположения о том, что

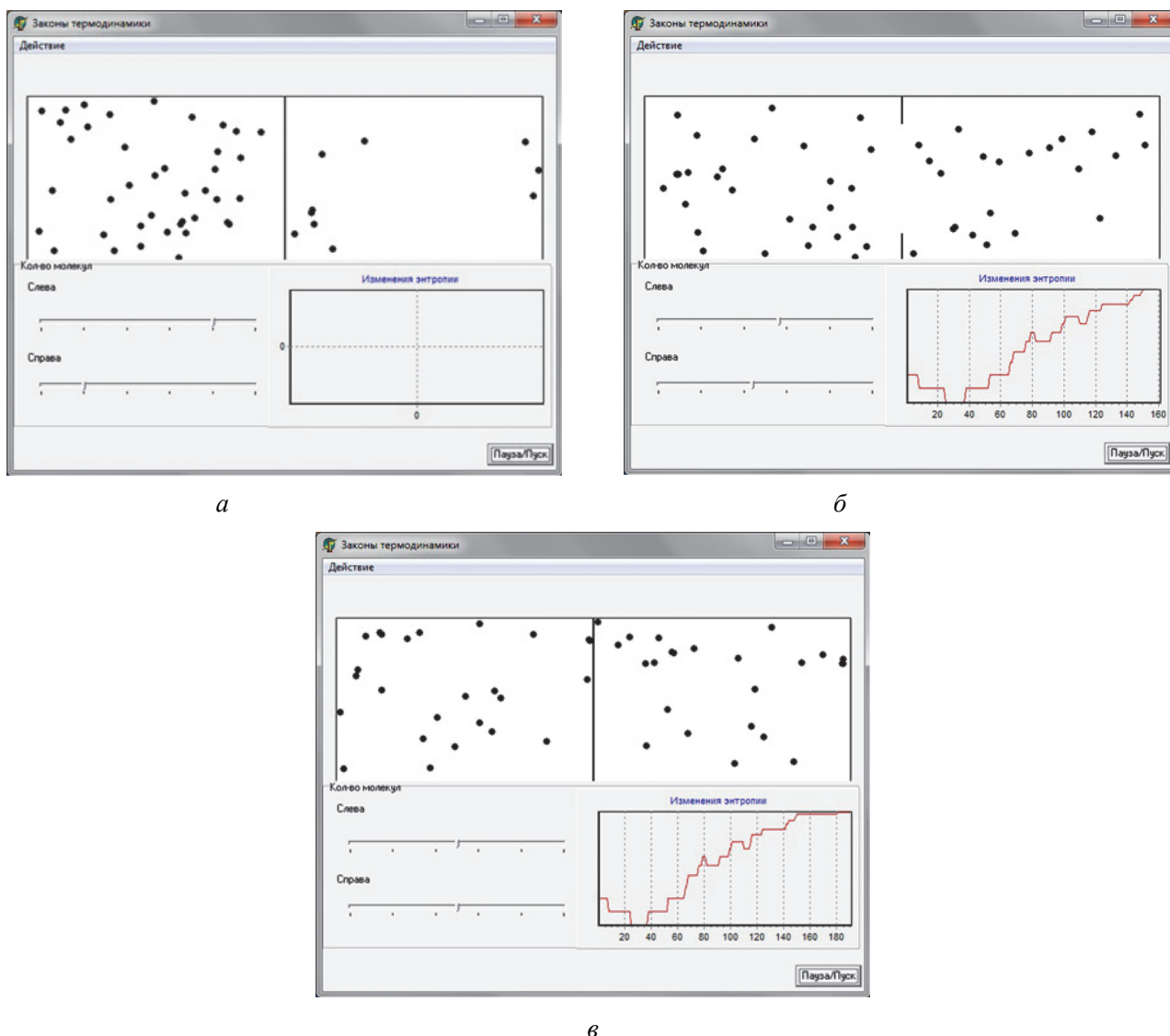


Рис. 1. Увеличение энтропии при смешении

перед столкновением молекулы ведут себя независимо друг от друга. В сильно разреженной газе, который изучал Больцман, вероятность корреляций невелика, в плотном же газе эта вероятность становится очень существенной, в том числе в связи с усилением флуктуаций, нарушающих статистическое распределение. Именно из-за трудностей, возникающих при рассмотрении плотных систем с взаимодействующими частицами, пионерская теория Больцмана осталась незавершенной [7].

Дальнейшее развитие эта идея получила в трудах Максвелла [7], который получил знаменитое распределение молекул по энергиям. Такое распределение является коллективной характеристикой температуры.

#### **Введение в статистическую механику Гиббса**

Полное завершение термодинамической теории и ее обоснование на молекулярном уровне сделал Дж.В. Гиббс. Написанная им в 1892 г., изданная в Германии в 1895 г. [8], а в русском

переводе опубликованная в 1946 г. [9] и в 1982 г. [10] знаменитая книга называется «Основные принципы статистической механики, излагаемые со специальным применением к рациональному обоснованию термодинамики».

Изложенная уже в заголовке мысль аналогии между статистическими ансамблями и эмпирическими уравнениями термодинамики последовательно проходит через все 15 глав этой книги.

Решая эту задачу, Гиббс создает метод исследования, основанный на атомистических представлениях. Этот метод пригоден не только для исследования термодинамических явлений, но и позволяет рассмотреть связь различных физических макроскопических свойств со свойствами индивидуальных атомных процессов. В своем методе он рассматривает макроскопические свойства тела как свойства ансамбля, состоящего из колоссального числа отдельных атомных объектов, поведение которых полностью описывается законами классической механики.



Гиббс подчеркивает важнейшую роль понятия вероятности в проблемах теории строения вещества и показывает, что оно позволяет осуществить очень глубокий анализ макроскопических, в частности, термодинамических свойств. Он показал связь этих свойств со средними статистическими свойствами ансамбля из атомных объектов. Именно благодаря введению понятия вероятности нет речи о формальном сведении макроскопических свойств целиком к механическим свойствам атомов и молекул.

В связи с этим макроскопическое понятие температуры, использованное в качестве характеристики данного тела, исключает детальное описание механического поведения атомов и молекул, из которых состоит это тело, а речь идет только о его статистическом распределении. Гиббс подчеркивает большую реальность ансамбля в сравнении с чисто механической концепцией отдельной системы.

**Основы метода статистических ансамблей Гиббса**

Рассмотрим кратко основную идею метода, последовательно развиваемого в работе [9].

Для вывода приведенных ниже соотношений Дж.В. Гиббс использует Гамильтонову форму уравнений. Движение системы с  $n$  степенями свободы обозначим через  $q_1, \dots, q_n$  (обобщенные) координаты, через  $\dot{q}_1, \dots, \dot{q}_n$  обобщенные скорости и через  $F_1 dq_1 + F_2 dq_2 + \dots + F_n dq_n$  работу сил, а величины  $p_1, \dots, p_n$ , определенные уравнениями

$$p_1 = \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial \dot{q}_1}, p_n = \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial \dot{q}_n}, \dots, \quad (1)$$

(обобщенными) импульсами (где  $\varepsilon_p$  – кинетическая энергия системы).

Кинетическая энергия обычно рассматривается как функция скоростей и координат. Гиббс в соответствии с уравнением Гамильтона рассматривает ее как функцию импульсов и координат

$$\dot{q}_1 = \frac{\partial \varepsilon_p}{\partial p_1}; \dot{p}_1 = -\frac{\partial \varepsilon_p}{\partial q_1} + F_1. \quad (2)$$

Эти уравнения справедливы для любых сил. Если силы консервативны, то можно записать

$$\dot{F}_1 = -\frac{\partial \varepsilon_q}{\partial q_1}; \dot{F}_2 = -\frac{\partial \varepsilon_q}{\partial q_2}, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_q$  – функция координат, которая названа потенциальной энергией.

Полная энергия определяется в соответствии с уравнением

$$\varepsilon = \varepsilon_p + \varepsilon_q. \quad (4)$$

Уравнения (2) могут быть записаны в виде:

$$\dot{q}_1 = \frac{\partial \varepsilon}{\partial p_1}; \dot{p}_1 = -\frac{\partial \varepsilon}{\partial q_1}. \quad (5)$$

Потенциальная энергия  $\varepsilon_q$  может зависеть кроме координат  $q_1, \dots, q_n$  и от других переменных, например, координат внешних сил:  $a_1, a_2, \dots$ . Тогда получим полное выражение дифференциала потенциальной энергии в виде

$$d\varepsilon_q = -F_1 dq_1, \dots - F_n dq_n - A_1 da_1 - A_2 da_2 - \dots, \quad (6)$$

где  $A_1, A_2$  – силы (в общем смысле). Для полной энергии получаем:

$$d\varepsilon = \dot{q}_1 dp_1 + \dots + \dot{q}_n dp_n - \dot{p}_1 dq_1 - \dots - \dot{p}_n dq_n - A_1 da_1 - A_2 da_2 - \dots, \quad (7)$$

Далее Гиббс вводит понятие фазовой плотности  $D$  для произведения элементов фазового пространства:

$$(dp_1 \dots dp_n) (dq_1 \dots dq_n) \quad (8)$$

Изменения плотности системы, происходящие в любом элементе фазового пространства, зависят от динамической природы системы и их распределений по фазам в рассматриваемое время.

Динамическая природа консервативной системы определяется функцией, выражающей энергию  $\varepsilon$  через  $p, q$  и  $a$ .

Гиббсом получено уравнение вида

$$\left( \frac{dD}{dt} \right)_{p,q} dt + \sum \left( \frac{\partial D}{\partial p_1} \dot{p}_1 dt + \frac{\partial D}{\partial q_1} \dot{q}_1 dt \right) = 0, \quad (9)$$

которое в целом представляет собой приращение  $D$  для изменяющейся фазы движущейся системы.

Гиббс назвал эту теорему принципом сохранения фазовой плотности (также можно назвать принципом сохранения фазового объема). Фазовый объем обладает размерностью  $n$ -ой степени произведения энергии на время.

Далее Гиббс переходит к относительному числу систем.

Если через  $N$  обозначить полное число систем, то

$$P = \frac{D}{N}, \quad (10)$$

$P$  может оказаться конечным при бесконечных  $N$  и  $D$ , а интеграл

$$\int \dots \int P dp_1 \dots dp_n, \quad (11)$$

взятый в любых границах, должен выражать отношение числа систем, заключенных внутри этих границ, к полному числу систем. Это есть вероятность того, что произвольная система ансамбля находится внутри данных границ. Произведение

$$P dp_1 \dots dp_n, \quad (12)$$

выражает вероятность того, что произвольная система ансамбля находится в элементе фазового пространства  $dq_1 \dots dq_n$ . Он называется  $P$  коэффициентом вероятностей рассматриваемой фазы, а его натуральный логарифм называется показателем вероятности и обозначает  $\eta$ . Забегая вперед, отметим, что это и есть аналог энтропии.

Если подставить  $NP$  и  $Ne^\eta$  в уравнение (9), получаем

$$\left( \frac{dP}{dt} \right)_{p,q} = - \sum \left( \frac{\partial D}{\partial p_1} \dot{p}_1 + \frac{\partial D}{\partial q_1} \dot{q}_1 \right); \quad (13)$$

$$\left( \frac{d\eta}{dt} \right)_{p,q} = - \sum \left( \frac{\partial \eta}{\partial p_1} \dot{p}_1 + \frac{\partial \eta}{\partial q_1} \dot{q}_1 \right). \quad (14)$$

Размерность показателя вероятности  $P$  обратна фазовому объему, то есть  $1/(\epsilon t)^n$ .

Рассмотрев очень сжато основу метода и математического аппарата Гиббса, изложенные в первой главе книги [9], обратимся к главе 4, посвященной так называемому каноническому распределению фаз, при котором показатель вероятности является функцией энергии.

Здесь Гиббс уделяет основное внимание статистическому равновесию в ансамбле консервативных систем, в особенности тем случаям и свойствам, которые обещают пролить свет на явление термодинамики.

Условие статистического равновесия может быть выражено в виде

$$\sum \left( \frac{\partial D}{\partial p_1} \dot{p}_1 + \frac{\partial D}{\partial q_1} \dot{q}_1 \right) = 0, \quad (15)$$

здесь  $P$  – коэффициент вероятности или частное от деления фазовой плотности на полное число систем.

Чтобы удовлетворить этому условию, необходимо и достаточно, чтобы величина  $P$  являлась функцией  $p$  и  $q$  (импульсов и координат), не изменяющейся во времени для движения системы. Такой функцией является энергия или любая ее функция  $P = f(\epsilon)$ , которая удовлетворяет уравнению (15): оно обращается в тождество, если написать его в форме

$$\sum \left( \frac{\partial P}{\partial q_1} \frac{\partial \epsilon}{\partial p_1} - \frac{\partial P}{\partial p_1} \frac{\partial \epsilon}{\partial q_1} \right) = 0. \quad (16)$$

Получено также условие, выраженное уравнением

$$\int_{\text{все фазы}} \dots \int P dp_1 \dots dp_n = 1, \quad (17)$$

которому соответствует распределение:

$$\eta = \log P = \frac{\psi - \epsilon}{\theta} \quad (18)$$

или

$$P = e^{\frac{\psi - \epsilon}{\theta}}, \quad (19)$$

где  $\theta$  и  $\psi$  – постоянные и величина  $\theta$  положительна и обладает тем свойством, что, когда система состоит из частей с отдельными энергиями, закон распределения по фазам для отдельных частей обладает одинаковой природой.

Такое свойство упрощает наследование и является основанием для важных отношений в термодинамике.

Делитель  $\theta$  делает распределение независимым от употребляемых единиц. Отрицательный знак при  $\epsilon$  требуется условием (17), которое определяет также и значение  $\psi$  для любого значения  $\theta$ , а именно:

$$e^{\frac{\psi}{\theta}} = \int_{\text{все фазы}} \dots \int e^{\frac{\psi - \epsilon}{\theta}} dp_1 \dots dp_n. \quad (20)$$

Когда ансамбль систем распределен по фазам описанным образом (то есть когда показатель вероятности является линейной функцией энергии), утверждается, что ансамбль канонически

распределен, а делитель  $\theta$  называется модулем распределения [9].

Доля канонически распределенного ансамбля, лежащая внутри каких-либо заданных фазовых границ, представляется кратным интегралом

$$\int \dots \int e^{\frac{\psi - \varepsilon}{\theta}} dp_1 \dots dq_n, \quad (21)$$

взятым внутри этих границ. Этот интеграл выражает вероятность нахождения какой-то системы ансамбля внутри данных границ.

Величину  $\psi$  можно определить как энергию, для которой коэффициент фазовой вероятности имеет значение, равное единице.

Выведенные соотношения являются основой для дальнейших исследований.

### От статистических ансамблей к уравнениям термодинамики

Рассматривается случай объединения двух систем [9].

Пусть система  $A$  определена как принадлежащая ансамблю система с  $m$  степенями свободы, распределенных по фазам с коэффициентом вероятности

$$e^{\frac{\psi_A - \varepsilon_A}{\theta}},$$

а система  $B$ , – как принадлежащая ансамблю систем с  $n$  степенями свободы, распределенных по фазам с коэффициентом вероятности:

$$e^{\frac{\psi_B - \varepsilon_B}{\theta}},$$

имеющим тот же модуль. Пусть  $q_1, \dots, q_m, p_1, \dots, p_m$  и  $q_{m+1}, \dots, q_{m+n}, p_{m+1}, \dots, p_{m+n}$  – координаты, импульсы в  $A$  и  $B$ .

Получим, что  $A$  и  $B$  образуют вместе систему  $C$ , имеющую  $m + n$  степеней свободы и координаты и импульсы  $q_1, \dots, q_{m+n}, p_1, \dots, p_{m+n}$ . Вероятность того, что фаза системы  $C$ , определенной таким образом, находится в границах  $p_1, \dots, p_{m+n}, q_1, \dots, q_{m+n}$ , равна произведению вероятности нахождения систем  $A$  и  $B$  (каждой в отдельности) в указанных границах:

$$e^{\frac{\psi_A + \psi_B - \varepsilon_A - \varepsilon_B}{\theta}} dp_1 \dots dp_{m+n}, dq_1 \dots dq_{m+n}. \quad (22)$$

Можно рассматривать  $C$  как неопределенную систему ансамбля, распределенного с коэффициентом вероятности

$$e^{\frac{\psi_A + \psi_B - (\varepsilon_A + \varepsilon_B)}{\theta}}, \quad (23)$$

ансамбля, который можно определить, как образованный путем комбинирования каждой системы первого ансамбля с каждой системой второго.

Формально он находится в статистическом равновесии, но физически это бессодержательно. Поэтому допустим, что при образовании системы  $C$  вводятся некоторые силы, действующие между  $A$  и  $B$  и имеющие функцию  $-\varepsilon_{AB}$ . Энергия системы  $C$  равна при этом  $\varepsilon_A + \varepsilon_B + \varepsilon_{AB}$  и ансамбль таких систем, распределенный с плотностью, пропорциональной

$$e^{\frac{-(\varepsilon_A + \varepsilon_B + \varepsilon_{AB})}{\theta}}, \quad (24)$$

должен находиться в статистическом равновесии.

Наиболее простым признаком равенства температур двух тел является то, что они остаются в равновесии, будучи приведены в тепловой контакт при условии, что энергией молекулярных сил взаимодействия можно пренебречь. Иначе соприкосновение приведет к возмущению.

Используя разработанный метод статистических ансамблей и представленный выше математический аппарат, Гиббс (в результате скрупулезных аналитических рассуждений и математических выводов) получает следующие соотношения для равновесных статистических ансамблей:

$$d\psi = \bar{\eta}d\Theta - \bar{A}_1 da_1 - \bar{A}_2 da_2 - \dots; \quad (25)$$

$$d\psi - d\bar{\varepsilon} = \Theta d\eta + \bar{\eta}d\Theta; \quad (26)$$

$$-d\bar{\varepsilon} = -\Theta d\bar{\eta} - \bar{A}_1 da_1 - \bar{A}_2 da_2 - \dots \quad (27)$$

Если пренебречь знаком усреднения, то можно видеть, что по форме они тождественны с приведенными ниже термодинамическими уравнениями [10]:

$$d\eta = \frac{d\varepsilon + A_1 da_1 + A_2 da_2 + \dots}{T} \quad (28)$$

или

$$d\varepsilon = Td\eta - A_1 da_1 - A_2 da_2 + \dots; \quad (29)$$

$$\psi = -\eta dT - A_1 da_1 - A_2 da_2 - \dots \quad (30)$$

Эти уравнения выражают соотношение между энергией, температурой и энтропией тела, находящегося в термодинамическом равновесии, и силами, с которыми оно воздействует на внешние тела. Это соотношение является мате-

математическим выражением второго закона термодинамики.

Обозначения, принятые Гиббсом:  $\varepsilon$  – энергия (полная);  $\theta$  – модуль распределения (аналог температуры);  $T$  – температура;  $\psi$  – аналог свободной энергии;  $\eta$  – аналог энтропии;  $A_1, A_2$  – силы, с которыми система воздействует на внешние тела;  $a_1, a_2$  – координаты.

В современной литературе, посвященной законам термодинамики, соотношение (29) записывается в виде [11]:

$$TdS = dU + \delta A, \quad (32)$$

где  $T$  – температура, К;  $S$  – энтропия, Дж/К;  $U$  – внутренняя энергия, Дж;  $A$  – работа, Дж.

В главе 15 [9] начиная от молекулярного уровня путем описания статистических ансамблей Гиббсом получены следующие соотношения:

$$d\bar{\varepsilon} = -\theta d\bar{H} + \sum \mu_i d\bar{v}_i - \sum \bar{A}_i da_i; \quad (32)$$

$$d\psi = \bar{H}d\theta + \sum \mu_i d\bar{v}_i - \sum \bar{A}_i da_i. \quad (33)$$

Соответствующие термодинамические уравнения имеют вид:

$$d\varepsilon = Td\eta + \sum \mu_i dm_i - \sum A_i da_i; \quad (34)$$

$$\psi = \varepsilon - T\eta; \quad (35)$$

$$d\psi = -\eta dT + \sum \mu_i dm_i - \sum A_i da_i. \quad (36)$$

Эти уравнения получены из термодинамических уравнений (27) и (30) путем прибавления членов, необходимых для учета изменения количеств  $m_1, m_2, \dots$  отдельных веществ, из которых состоит тело. Соответствие уравнений является наиболее совершенным тогда, когда единицы, в которых измеряются компоненты, выбраны таким образом, что  $m_1, m_2, \dots$  пропорциональны количествам молекул или атомов различного рода. Величины  $\mu_1, \mu_2, \dots$  в этих термодинамических уравнениях могут определяться как производные любым уравнением, в котором они встречаются (например, это химический потенциал единицы массы).

В современной литературе, например, в трудах И. Пригожина [12], соотношение (34) имеет следующий вид:

$$TdS = dU + pdV - \sum_j \mu_j dm_j, \quad (37)$$

где  $p$  – давление, Па;  $V$  – объем, м<sup>3</sup>;  $\mu_j$  – химический потенциал единицы массы, Дж/кг;  $m$  – масса, кг.

В уравнениях (32) и (33) аналог энтропии –  $H$ , но, в отличие от рассмотренного выше, в уравнениях (25) – (27) аналог энтропии в виде  $\eta$  имеет более глубокое физическое и математическое содержание, так как отражает равновесие относительно родовых фаз, а не относительно видовых.

Интересно отметить, что доказательству этого вопроса Гиббс посвятил несколько страниц математических выводов, что лишний раз подчеркивает ту глубину, с которой он обосновал термодинамику через статистическую механику, вплоть до молекулярного уровня.

В заключение краткого обзора этой поразительной по глубине работы, из которой извлечены наиболее важные результаты, приведем мнение самого Гиббса об особенностях и цели его работы, значение которой даже спустя 125 лет после публикации не только не уменьшается, но даже возрастает [9]: «Законы термодинамики, определенные эмпирически, выражают приближенное и вероятное поведение систем, состоящих из большого числа частиц. Или точнее, они выражают механику подобных систем так, как она представляется существам, не обладающим достаточной тонкостью восприятия для того, чтобы оценить величины порядка тех, которые относятся к отдельным частицам и не могут повторять опыты настолько часто, чтобы получить какие бы то ни было результаты, кроме наиболее вероятных.

Законы статистической механики применимы к консервативным системам с любым числом степеней свободы и являются точными. Законы термодинамики легко могут быть получены из принципов статистической механики, неполным выражением которых они являются. Но сами они являются, пожалуй, несколько слепым проводником в поисках этих законов.

Мы можем, следовательно, быть достаточно уверены, что ничто так не способствует ясному пониманию связи термодинамики с рациональной механикой и истолкованию наблюдаемых явлений с точки зрения молекулярного строения тел, как изучение основных понятий и принципов тех отделов механики, которым термодинамика особенно родственна».

Полученные Гиббсом соотношения открывают дополнительные возможности для имитационного моделирования от уровня частиц. Они могут быть использованы для тестирования алгоритмов и результатов имитационного моделирования на уровне частиц, в том числе на молекулярном.

### Имитационная модель гравитационного сепаратора струйно-эмульсионного реактора

Зонная модель процесса струйно-эмульсионного реактора (СЭР) (рис. 2) была подробно рассмотрена ранее [13, 14]. Рассмотрим одну из важнейших диссипативных структур в гравитационном сепараторе (зона 6, 7), которая образуется в вертикальном колонном реакторе при определенных режимах течения двухфазного потока рабочей смеси, подготовленной в реакторе-осцилляторе (зоны 1 – 3), и поддерживается динамической «подушкой» 4.

При создании и математическом описании этой важной диссипативной структуры, предназначенной для разделения металла, шлака и газа, удалось реализовать имитационную модель, основанную на использовании метода Монте-Карло и «первых принципов». В таком случае в качестве первого (базового) уровня рассматриваются дисперсные частицы шихты и продуктов реакций, а также все возможные варианты их превращений и взаимодействий.

Метод Монте-Карло появился более чем полвека назад [15], но интерес к этому методу и примеры его применения [2 – 4] увеличиваются. Недавно в англоязычном издании вышло фундаментальное справочное руководство по методу Монте-Карло, которое по праву можно считать энциклопедией по теории вероятностей и математической статистике: настолько широк круг вопросов, рассмотренных в нем [3]. Наиболее сложные и близкие к рассматриваемой ими-

тационной модели задачи [4] связаны с прохождением пучков элементарных частиц через вещества (преграды). При разработке представленной модели пришлось решать еще более сложную задачу: имитация состояния частиц шихты и их ансамблей не только в пространстве, но и во времени, при непрерывно изменяющемся физическом и химическом составе, а также учет возможности изменения внутреннего состояния частицы (продукта реакции) после каждого акта встречи. Несмотря на то, что имеется достаточно много алгоритмов и даже языков программирования таких задач [6, 16], пришлось разработать специализированные алгоритм и программу.

Ядром рассматриваемой ниже модели является процесс обтекания конденсированной частицы вертикальным потоком газа.

Прежде всего, рассмотрим механизм витания и взаимодействия дисперсных частиц шихты и продуктов реакции в вертикальном потоке несущего газа.

На рис. 3 показаны силы, действующие на частицу: сила давления потока  $F_C$ , направленная снизу вверх; сила тяжести  $F_G$ ; сила Архимеда  $F_A$ . В зависимости от соотношения этих сил частица может подниматься, опускаться или оставаться неподвижной.

В условиях динамического равновесия принцип Д'Аламбера для движущейся частицы приводит к уравнению [11]:

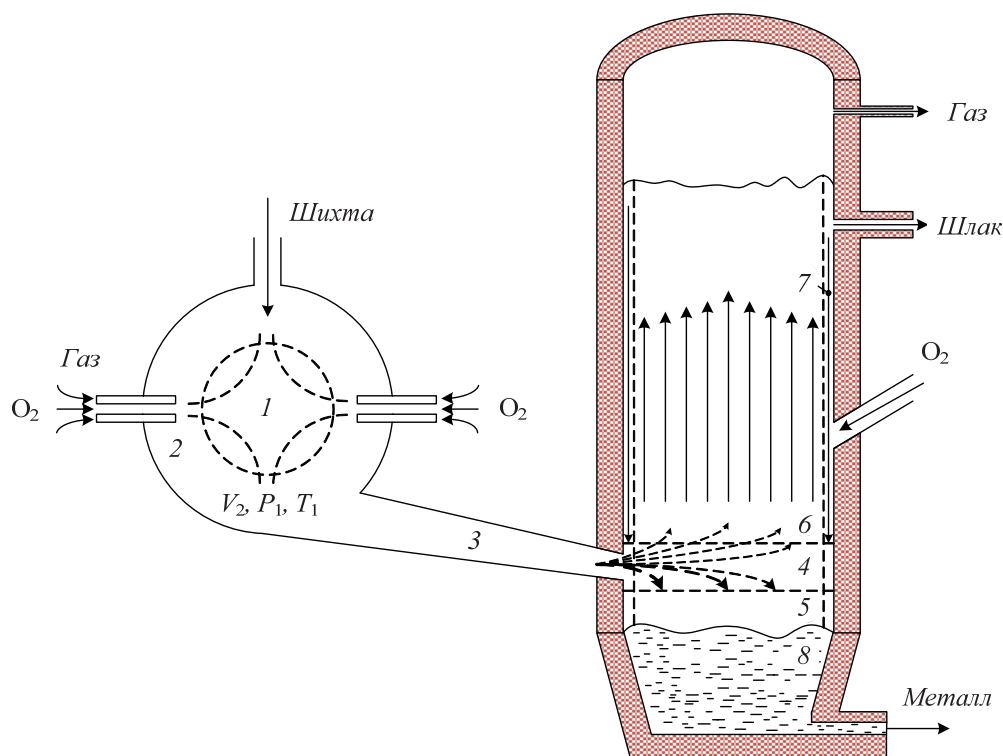


Рис. 2. Зонная модель процесса СЭР

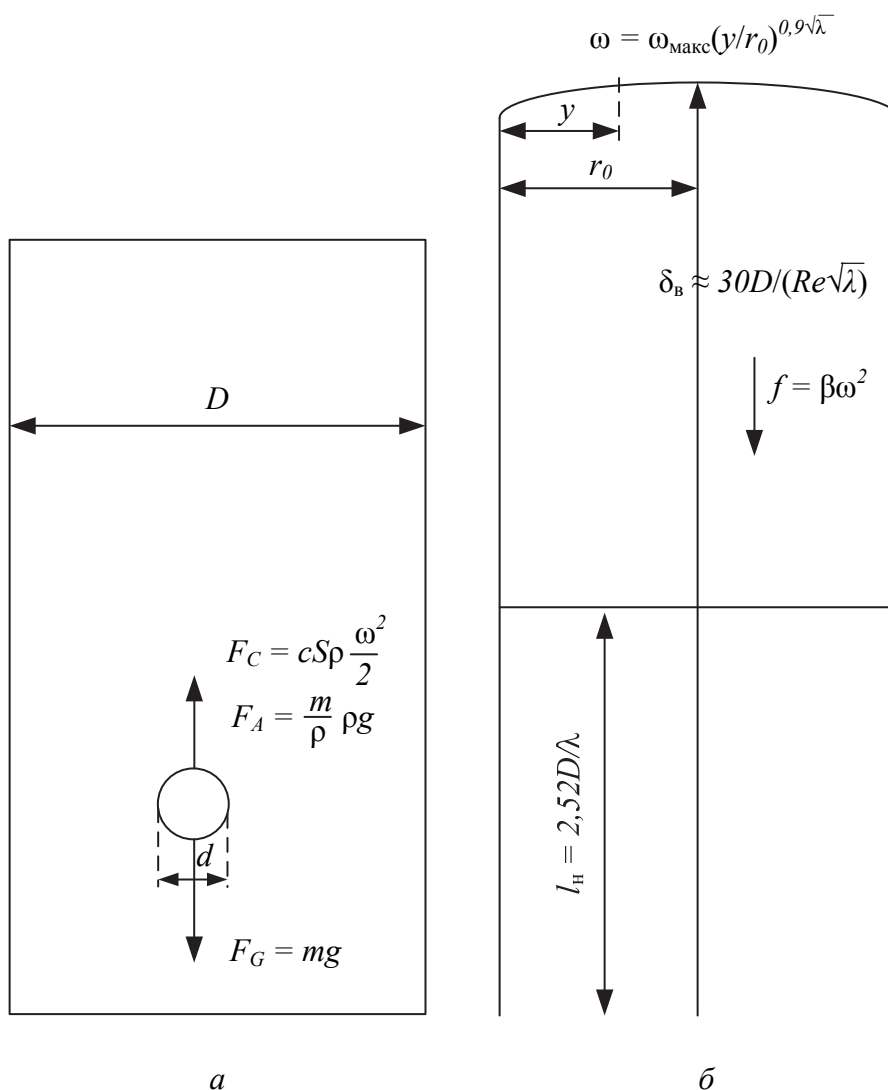


Рис. 3. Силы, действующие на частицу в гравитационном сепараторе (а); эпюра скоростей для турбулентного течения (б)

$$F_G - F_C - F_A = m \frac{d\omega_{\text{тв}}}{dt}, \quad (38)$$

где  $F_G$  – сила тяжести, Н;  $F_C$  – сила давления потока, Н;  $F_A$  – сила Архимеда, Н;  $m$  – масса сферической частицы, кг;  $\omega_{\text{тв}}$  – скорость движения сферической частицы, м/с;  $t$  – время, с.

Сила тяжести выражается как

$$F_G = mg, \quad (39)$$

где  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Сила давления потока:

$$F_C = cSp \frac{\omega^2}{2}, \quad (40)$$

где  $S$  – площадь сечения обтекаемого тела по миделю (площадь проекции тела на плоскость, перпендикулярную векторам скорости набега-

ющего потока), м<sup>2</sup>;  $\rho$  – плотность смеси, кг/м<sup>3</sup>;  $\omega$  – скорость потока смеси, м/с;  $c$  – коэффициент лобового сопротивления, который зависит от формы обтекаемого тела и числа Рейнольдса.

Для сферических частиц в турбулентном режиме коэффициент  $c$  равен 0,44.

Подъемная или сила Архимеда определяется уравнением

$$F_A = \frac{m}{\rho_{\text{тв}}} \rho g, \quad (41)$$

где  $\rho_{\text{тв}}$  – плотность твердой частицы, кг/м<sup>3</sup>.

Из уравнений (38) – (41) получим

$$\frac{d\omega_{\text{тв}}}{dt} = g \left( 1 - \frac{\rho}{\rho_{\text{тв}}} \right) - \frac{c\rho\omega^2}{2m} S. \quad (42)$$

Параболическое распределение скоростей при турбулентном движении в круглых трубах

наступает не у самого начала трубы, а на некотором расстоянии  $l_n$  от входного сечения, которое определяется по формуле [12]:

$$l_n = 2,52D / \lambda, \quad (43)$$

где  $l_n$  – расстояние до параболического распределения, м;  $D$  – диаметр канала, м;  $\lambda$  – коэффициент Дарси.

Для турбулентного движения определить коэффициент Дарси можно по формуле Г. Блазиуса

$$\lambda = 0,3164 / Re^{0,25}. \quad (44)$$

Эпюру скоростей рассчитываем по формуле

$$\omega = \omega_{\max} (y/r_0)^{0,9\sqrt{\lambda}}, \quad (45)$$

где  $\omega$  – скорость в заданной точке, м/с;  $\omega_{\max}$  – максимальная скорость в центре потока, м/с;  $y$  – расстояние от точки, в которой рассчитывается скорость до стенки трубы, м;  $r_0$  – радиус колонного реактора, м.

Нормальный закон распределения для гранулометрического состава руды, угля и других частиц генерируется с использованием метода Неймана [8].

Перейдем к рассмотрению соударений частиц. В имитационной модели различают два типа ударений: упругие (для нерасплавленных частиц) и неупругие (для расплавленных частиц). Скорость объединенной частицы  $\omega$  для неупругого соударения

$$\omega = \frac{m_1 \bar{\omega}_1 + m_2 \bar{\omega}_2}{m_1 + m_2}; \quad (46)$$

здесь  $m_1, m_2$  – массы первой и второй частицы, кг;  $\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2$  – векторы скоростей для первой и второй частицы, м/с.

Для упругих ударов из закона сохранения импульса и энергии получим следующее:

$$\omega_1 = \bar{\omega}_1 \frac{(m_1 - m_2)}{(m_1 + m_2)} + \bar{\omega}_2 \frac{2m_2}{(m_1 + m_2)}; \quad (47)$$

$$\omega_2 = \bar{\omega}_1 \frac{2m_1}{(m_1 + m_2)} + \bar{\omega}_2 \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}.$$

Процессы, происходящие в верхней части реактора [1, 3], определяют характер изменения состава конденсированных веществ и являются преимущественно восстановительными.

Здесь возможны следующие основные реакции:



На основе данных реакций были выбраны следующие механизмы взаимодействия частиц. В нижнюю часть колонного реактора с потоком газа подаются частицы железной руды заданного гранулометрического состава согласно нормальному закону распределения. Состав железной руды и газов, поступающих в реактор, взят в соответствии с термодинамическими и балансовыми расчетами [13]. Зависимость скорости растворения частицы от радиуса взята из работ [1, 14]. В реактор могут поступать твердые частицы углерода. При встрече двух частиц типа железная руда – железная руда, углерод – углерод и железная руда – углерод удары считаются упругими. Как только частица железной руды расплавилась более чем на 50 %, при встрече частиц железная руда – углерод удар считается неупругим. При встрече двух частиц типа шлак – шлак и железо – железо удары считаются неупругими. После того, как конкретные частицы железной руды расплавились, образуются две новые частицы железо и шлак, средний состав и плотность которых принимается в соответствии с расчетами баланса и термодинамики, а затем «разыгрываются» по нормальному закону распределения.

На рис. 4 представлен фрагмент работы созданной имитационной модели, а также графическое представление результатов моделирования.

Алгоритм, разработанный для реализации этой модели [15], имеет развитую систему графического представления информации и интерактивный интерфейс, что позволяет проводить большой объем статистических исследований, добиваясь приближения к генеральной совокупности. Наряду с отображением результатов движения и взаимодействия частиц выводится информация об общем количестве частиц в реакторе, количестве частиц железной руды, углерода, шлака, железа, CO, CO<sub>2</sub>; средние массы за минуту железной руды, шлака и железа; графики массового содержания соответствующих частиц. Также предусмотрена возможность изучения влияния количества подаваемых частиц железной руды, углерода и других параметров на состав металла, шлака и газа.

Тестирование показало работоспособность этого алгоритма и удовлетворительное совпадение конечных результатов имитационного моде-

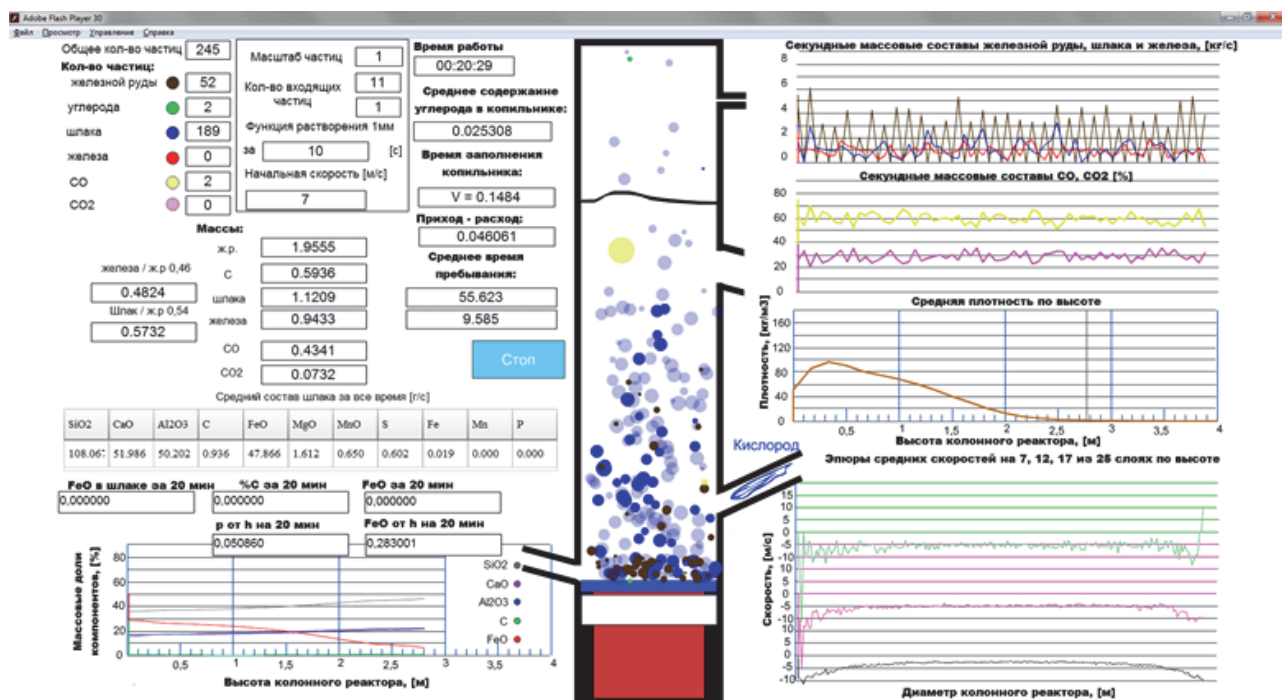


Рис. 4. Интерфейс программы имитационного моделирования

лирования с законом сохранения вещества. Созданная имитационная модель является своеобразной «виртуальной реальностью», то есть в определенной степени «заместителем объекта», позволяет наглядно изучать механизм процессов в гравитационном сепараторе при разном гранулометрическом составе, оценивать среднее время пребывания частиц, определять средний расход частиц железа и шлака при различном заданном количестве частиц углерода и др.

#### Алгоритм реализации имитационного моделирования

Разработан комплекс следующих взаимосвязанных алгоритмов:

- восстановления оксидов железа на основе закона сохранения вещества;
- разделения продуктов на металл, шлак, газ; расчет энтальпии, энергии превращений частиц и энтропии;
- нахождения положения частицы по высоте колонного реактора;
- расплавления частиц рудных материалов с использованием технологии параллельного программирования CUDA, позволяющий ускорить быстроедействие расчетов до 60 раз;
- материального баланса состава шлака;
- диффузионного перехода на границе шлак – металл;
- обезуглероживания частиц железа в слое шлака;
- формирования состава металла.

На рис. 5 в качестве примера показаны функции основного модуля, дающие представление об объеме и содержании решаемых задач [16].

В рамках этого модуля и других, связанных с ним алгоритмов, предусматривается также решать задачи разделения продуктов на металл, шлак, газ и расчет энтальпии, энергии превращений частиц и энтропии.

Как было отмечено выше (уравнения (25) – (37)), Гиббс путем строгих математических выводов показал аналогию между уравнениями, полученными из статистических ансамблей частиц и классическими уравнениями термодинамики, что открывает возможности для расчетов энергии и энтропии при имитационном моделировании на уровне частиц.

Обратимся к уравнению (37) и сравним его с уравнением (36), полученным Гиббсом на основе статистических ансамблей частиц. Как видно из сравнения, третий член уравнения (37) можно интерпретировать как эффект превращений частиц, из которых состоит вещество, в нашем случае это эффекты химических превращений в частицах при неупругих столкновениях (слипаний). Назовем его энергией превращений  $\Delta H_{пр}$ . Если энтальпия всей системы будет рассчитываться из полного материального и теплового баланса, то из уравнения (37) можно вычислить приращение энтропии. Это позволит с помощью компьютерных экспериментов находить технологический режим с минимальным производством энтропии. Более подробное содержание этих алгоритмов требует отдельного рассмотрения.



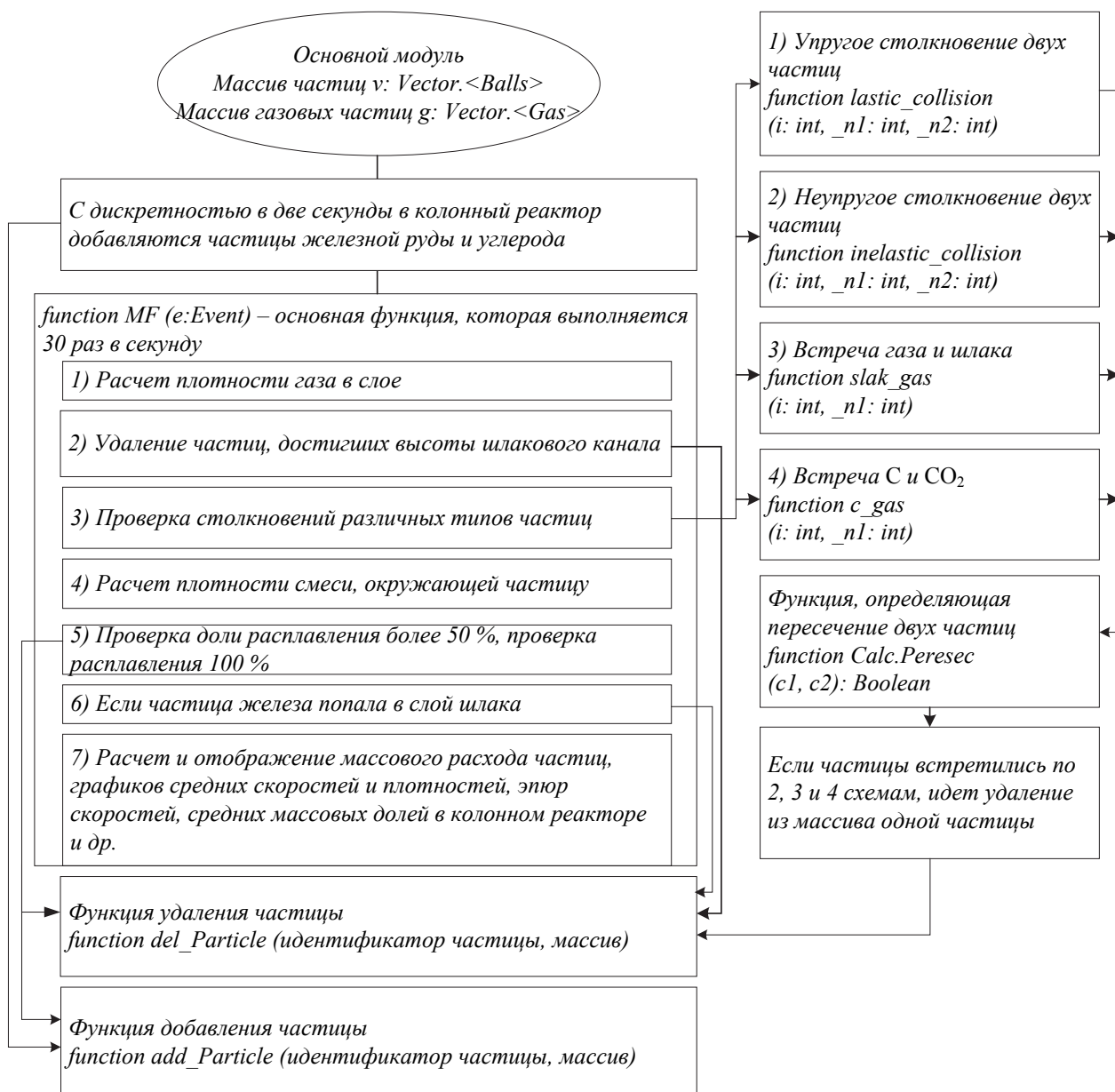


Рис. 5. Функции основного модуля

### Результаты экспериментов на имитационной модели

Приведем два характерных примера компьютерных экспериментов.

На рис. 6 представлен характер распределения содержания оксида железа по высоте колонного реактора в зависимости от крупности частиц железной руды. Эта зависимость имеет важное значение для управления соотношением окислительных и восстановительных реакций в нижней и верхней частях колонного реактора, а, в конечном счете – для управления содержанием углерода.

На рис. 7 приведены зависимости прихода в копильник железа и углерода с частицами, восстановленными в верхней части колонного реактора, в зависимости от крупности частиц железной руды. В частицах меньших размеров содержание

углерода меньше, что объясняется механизмом обезуглероживания на границе шлак – металл.

### Выводы

Изложены основные идеи статистической механики Гиббса и возможности их использования при имитационном моделировании на уровне частиц.

На примере модели колонного реактора струйно-эмульсионного процесса СЭР показаны возможности имитационного моделирования в зависимости от уровня частиц. Приведены два характерных примера модельных исследований.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Новожилов Б.В. Метод Монте-Карло. – М.: Знание, 1966. – 48 с.

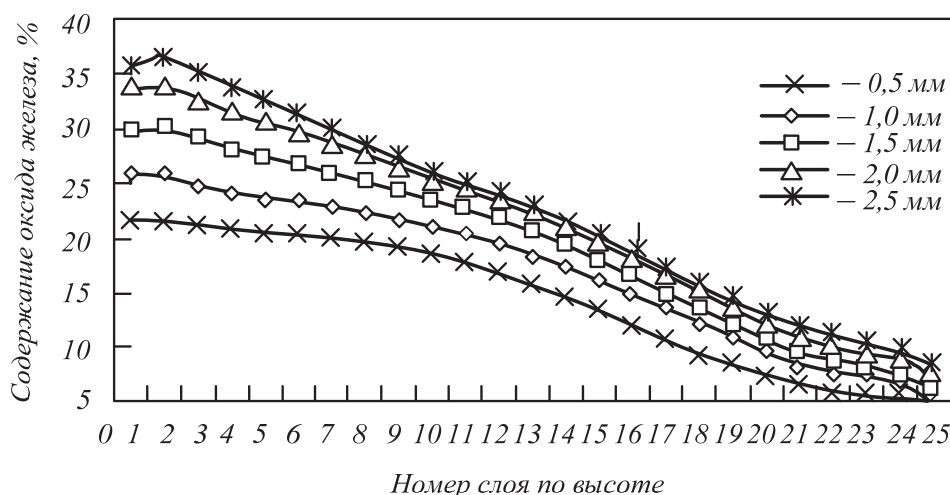


Рис. 6. Содержание оксида железа по высоте колонного реактора в зависимости от крупности частиц железной руды

2. Dunn W.L., Shultis J.K. Exploring Monte Carlo methods. – Elsevier, 2011. – 398 p.
3. Kroese D.P., Taimre T., Botev Z.I. Handbook of Monte Carlo methods. – Wiley, 2011. – 743 p.
4. Kroese D.P., Brereton T., Taimre T. et al. Why the Monte Carlo method is so important today // WIREs Comput Stat 6. 2014. P. 386 – 392.
5. Tsybmal V.P., Sechenov P.A., Olennikov A.A., Pavlov V.V. Simulation modeling of interaction of dispersed particles in the jet-emulsion unit and gravitational separation // Chernye Metally. 2016. No. 6 (1014). P. 54 – 60.
6. Карпов Ю.Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic. – СПб: БХИ-Петербург, 2009. – 400 с.
7. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой / Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
8. Gibbs J. Willard. Elementare grundlagen der statistischen mechanik entwickelt besonders im Hinblick auf rationelle begründung der thermodynamik. – Deutsch bearbeitet von Zermelo, Leipzig, A. Barth, 1905.
9. Гиббс Дж.В. Основные принципы статистической механики, излагаемые со специальным применением к рациональному описанию термодинамики / Пер. с англ. К.В. Никольского. – М.-Л.: ОГИЗ, Государственное издательство технической литературы, 1946. – 203 с.
10. Гиббс Дж.В. Термодинамика. Статистическая механика. – М.: Наука, 1982. – 584 с.
11. Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: учебник для вузов. – Кемерово-Москва: Издательское объединение «Российские университеты»: Кузбассвуиздат – АСТШ, 2006. – 431 с.

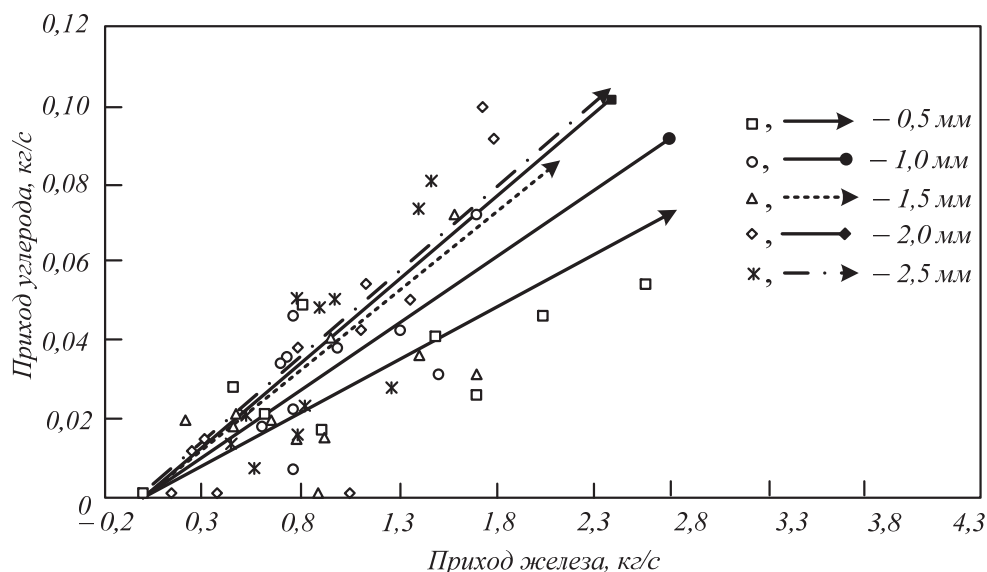


Рис. 7. Зависимость прихода углерода от прихода железа при различной крупности частиц железной руды

12. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. – М.: Мир, 1979. – 512 с.
13. Процесс СЭР – металлургический струйно-эмульсионный реактор / В.П. Цымбал, С.П. Мочалов, И.А. Рыбенко и др. – М.: «Металлургиздат», 2014. – 488 с.
14. Tsymbal V.P., Mochalov S.P., Shakirov K.M. Controlling the composition of the metal in the direct reduction of dust-sized materials and waste products in a jet-emulsion reactor // Springer Journals. 2015. Vol. 59. P. 119 – 125.
15. Metropolis N., Ulam S. The Monte Carlo method // J. Amer. statistical assoc. 1949. Vol. 44. No. 247. P. 335 – 341.
16. Сеченов П.А. Математическое моделирование диссипативных структур в колонном струйно-эмульсионном реакторе: Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.13.18. – Новокузнецк: 2018. – 17 с.

© 2020 г. В.П. Цымбал, П.А. Сеченов,  
И.А. Рыбенко  
Поступила 24 января 2020 г.

### ВКЛАД УЧЕНЫХ МЕТАЛЛУРГОВ СМИ В ПОБЕДУ В ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЕ

*Л.В. Быкасова, В.Е. Громов, Л.П. Бащенко, А.А. Досымбетова, С.В. Плегунова*

*E-mail: bikasova.larisa@yandex.ru*

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Показаны основные достижения ученых Сибирского металлургического института в годы Великой Отечественной войны по обеспечению обороноспособности страны. Отмечена определяющая роль профессора Ю.В. Грдины, доцентов И.С. Назарова, Е.Я. Зарвина в разработке и освоении технологии выплавки и прокатки броневых металлов, доцентов Э.Х. Шамовского, Н.И. Куницына в создании установки газовой резки толстых слябов танковой брони. При решении сложных научно-технических вопросов работы проводились совместно с профессорами Московского института стали, эвакуированного Новокузнецк. Отмечен большой вклад профессора Ю.В. Грдины в разработку металлургических основ термообработки рельсов.

**Ключевые слова:** ученые металлурги СМИ, броневой металл, выплавка, прокатка.

### CONTRIBUTION OF METALLURGICAL SCIENTISTS OF SMI IN THE GREAT PATRIOTIC WAR

*L.V. Bykasova, V.E. Gromov, L.P. Bashchenko, A.A. Dosymbetova, S.V. Plegunova*

*E-mail: bikasova.larisa@yandex.ru*

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The main achievements of scientists of Siberian Metallurgical Institute during the Great Patriotic War to ensure defense capability of the country are shown. The decisive role of professor Yu.V. Grdina, associate professors I.S. Nazarov and E.Ya. Zarvin in development and application of armor metal smelting and rolling technology, associate professors E.Kh. Shamovsky, N.I. Kunitsyna in creating gas cutting installation for thick slabs of tank armor. Joint work was carried out with professors of the Moscow Institute of Steel evacuated to Novokuznetsk to solve complex scientific and technical problems. The great contribution of Professor Yu.V. Grdina in development of metallurgical fundamentals of heat treatment of rails is enlightened.

**Keywords:** metallurgical scientists of the SMI, armor metal, smelting, rolling

Годы Великой Отечественной войны в истории Сибирского металлургического института (СМИ, ныне Сибирский государственный индустриальный университет СибГИУ) занимают особое место. Яркую страницу вписали ученые СМИ в историю обороны страны. С первых дней войны ученые и научно-технические кадры института и всей страны активно работали в помощь оборонным заводам [1 – 4]. Перед учеными вуза была поставлена трудная и важная задача организации на Кузнецком металлургическом комбинате (КМК) производства легированных

сталей для изготовления броневой защиты военных объектов. С первых дней войны к решению сложных технических задач перевода цехов КМК на производство броневых металлов были привлечены профессор Юрий Вячеславович Грдина, доценты Иван Савельевич Назаров и Евгений Яковлевич Зарвин. В кратчайшие сроки ученые СМИ совместно с металлургами КМК разработали и освоили технологию выплавки броневых металлов в переоборудованных марте-новских печах, дооборудовали блюминг и организовали прокат броневых листов на листостане,

а для увеличения объема его производства был приспособлен и рельсобалочный стан.

Уже в третьей декаде июля 1941 года мартеновская печь КМК начала выпускать броневую сталь. Опытная плавка броневой стали и прокатка первого слитка броневой стали были проведены под руководством профессора Ю.В. Грдины. На опыте этой плавки с использованием инструкций Ижорского завода были созданы первые инструкции по прокатке, замедленному охлаждению, зачистке и термообработке танковой брони. Всего за 35 дней был введен новый термический цех, где по распоряжению наркома черной металлургии было установлено шесть термических печей, демонтированных с Ижорского завода. Огромный накопленный во время войны опыт ученых-металлургов СМИ стал достоянием мировой научной общественности в послевоенное время при разработке новых металлургических технологий [5, 6].

Качество броневых листов, полученных при первой прокатке, не соответствовало нужным параметрам. По предложению ученых на КМК был создан специальный цех для производства химических реактивов из местного сырья. Ученые и преподаватели СМИ Н.Н. Шубина, Д.Л. Полякова, А.А. Говоров и другие в эти дни круглосуточно работали в прокатных цехах. Они подбирали режим термической обработки броневой стали, следили за тем, чтобы обработка шла по системе замедленного охлаждения, тщательно изучали свойства новых специальных сталей.

Доценты Э.Х. Шамовский и Н.И. Куницын сконструировали и внедрили особый высокопроизводительный резак на газе, который позволил производить резку более толстых слябов танковой брони. Сотрудники кафедры литейного производства и кафедрой термообработки и металловедения разработала технологию литья 76-миллиметровых снарядов. Кроме того, была создана технология изготовления 80-миллиметровых мин. Всего за первый год войны институт выполнил 56 договорных и госбюджетных работ, которые охватывали широкий круг актуальных задач по выпуску военной продукции.

Серьезную работу проводило и Бюро технических экспертиз, созданное в вузе, которое возглавлял доцент Алексей Александрович Говоров. Бюро экспертиз выполняло заказы на проведение лабораторных анализов, испытаний, небольших исследований и экспертиз для оборонных заводов и промышленных предприятий города и области. За период с 1941 по 1947 годы было выполнено свыше 380 заявок на лабораторные исследования, экспертизы, не считая консультаций. В особо ответственных и сложных случаях к решению технических вопросов

привлекались профессора д.т.н. Ю.В. Грдина, В.П. Марков, профессора И.Л. Миркин, В.П. Линчевский из Московского института стали, которые были эвакуированы в Сибирь и работали в СМИ в период с 1941 по 1944 г., доценты Э.Х. Шамовский, В.П. Дегтярев, И.С. Назаров, Т.М. Голубев, Л.Д. Соколов и др.

В феврале 1942 года был создан комитет ученых Сталинска (ныне г. Новокузнецк), ставший настоящим боевым штабом, который «мобилизовал» науку для выполнения оборонных заказов. Председателем комитета был избран Заслуженный деятель науки и техники УССР, доктор технических наук, профессор СМИ П.Г. Рубин – автор многочисленных трудов, пионер в развитии науки и практики коксования, «отец» школы инженеров-коксовиков [7, 8]. В годы войны с неиссякаемой энергией он занимался повышением производительности доменных печей Кузнецкого металлургического комбината, улучшением качества чугуна и кокса, изучением и использованием местных сибирских месторождений металлургического сырья. Первые же опыты показали, что снижение содержания марганца в чугуне позволяет значительно увеличить производительность доменных печей, уменьшить стоимость чугуна, а также получать сталь требуемого качества. Того же требовало и время. Оккупация значительной части территории страны привела к резкому нарушению сложившихся производственных отношений: снизилось снабжение сырьем и материалами, прекратились поставки марганца с Чиатурского месторождения из Закавказья.

Не только танковая броня требовалась фронту. Необходимо было прокладывать новые железные дороги, которые имели огромное оборонное значение. Большую работу по развитию технологии термообработки броневых и транспортного металла проделал профессор Ю.В. Грдина. Он разработал металлургические основы термической обработки рельсов, позволяющие подобрать лучшую структуру и химический состав рельсовой стали. Была проведена большая работа по развитию технологии термической обработки рельсов в производственных условиях и созданию промышленных закалочных агрегатов. Рельсы, которые подвергались термообработке по технологии, разработанной профессором Ю.В. Грдиной, были значительно прочнее и более устойчивы к износу. Производство новых рельсов сэкономило большое количество металла, который требовался для нужд фронта. И в послевоенное время, вплоть до начала XXI века, технология объемной закалки рельсов повсеместно использовалась в нашей стране [9 – 12].

Заведующий кафедрой металлургических печей И.С. Назаров во время войны принимал активное участие в работах, связанных с переводом КМК на «оборонные рельсы». При использовании результатов его исследований стало возможным увеличить количество производимых огнеупорных материалов для доменных печей, что было для КМК жизненно необходимо.

С потерей Донбасса, на долю которого приходилось до 60 % добычи угля и свыше трех четвертей коксующихся углей, вся тяжесть обеспечения топливом легла на плечи кузбасских горняков. Шахты бассейна работали с предельной нагрузкой.

С августа 1941 года на КМК начали поступать угли с высокой зольностью, которые раньше использовались только в энергетических целях. В итоге качество металлургического кокса резко ухудшилось. Сложилась чрезвычайно сложная обстановка, вызванная недостатком кокса, коксового газа. Ученые СМИ нашли выход: заменили кокс антрацитом.

Благодаря научным разработкам ученых СМИ Кузнецкий металлургический комбинат выпускал в годы Великой Отечественной войны 30 % всей броневой стали страны и 50 % броневых листов. В Кузнецкую броню были «одеты» десятки тысяч советских танков и самолетов.

Наименование	Всего	Из брони КМК
Танки	108 тыс.	50 тыс.
Самолеты	95 тыс.	45 тыс.
Снаряды	220 млн.	100 млн.

Необходимо отметить, что к 1941 году Сибирский металлургический институт подготовил и направил для работы в промышленности 661 инженера шести основных металлургических специальностей. Выполняя задание правительства по обеспечению черной металлургии Кузбасса инженерно-техническими кадрами, институт направил только на КМК 457 своих выпускников. Всего за годы войны было подготовлено более 200 инженеров-металлургов. В 1943 – 1944 учебном году СМИ выпустил первых инженеров новой специальности – по механическому оборудованию металлургических заводов, а в 1944 – 1945 учебном году – инженеров-электрометаллургов.

Великая Отечественная война стала суровым испытанием и серьезной проверкой творческих сил представителей науки СМИ. Этот трудный экзамен ученые-металлурги первого в Кузбассе высшего учебного заведения с честью выдержали.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Громов В.Е., Башенко Л.П., Быкасова Л.В. Вклад ученых в Победу в Великой Отечественной войне. – Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2019. – 113 с.
2. Протопопова Е.Э. 100 знаменитых новокузнецчан. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2013. – 132 с.
3. Берлин А.Б. Новокузнецк в солдатской шинели. – Новокузнецк: Кузнецкая крепость, 1995. – 298 с.
4. Берлин А.Б., Чухонцева Л.Г. Письма отцовского наказа. – Кемерово: Кемеровское книжное издательство, 1987. – 247 с.
5. Грдина Ю.В., Софрошенков А.Ф. Комбинированная химикотермическая обработка стали // Изв. вуз. Черная металлургия. 1963. № 2. С. 115 – 119.
6. Грдина Ю.В. Исследование процессов обработки металлов давлением. – Свердловск: Металлургиздат, Свердлов. отд-ние, 1954. – 192 с.
7. Труды научно-исследовательской кафедры металлургии и горючих материалов. Вып. 1 / Под ред. проф. П.Г. Рубина. – Днепропетровск, 1929. – 208 с.
8. Обессеривание чугуна и стали / Под ред. П.Г. Рубина. – Харьков: УкрНИТОМ, 1941. – 46 с.
9. Грдина Ю.В., Говоров А.А., Нестеров Н.А., Григоркин В.И. Свойства рельсов с повышенным содержанием кремния. Испытание стали // Изв. вуз. Черная металлургия. 1966. № 10. С. 150 – 151.
10. Грдина Ю.В., Гордин О.В. О некоторых особенностях механизма модифицирования рельсовой стали // Изв. вузов. Черная металлургия. 1963. № 12. С. 152 – 157.
11. Зарвин Е.Я., Грдина Ю.В., Вережкин Г.И. и др. Влияние малых добавок титана и ванадия на некоторые свойства рельсовой стали. – В кн.: Сб. науч. тр. Сиб. металлург. ин-та. Вып. 5. – Новокузнецк: изд. СМИ, 1968. С. 62 – 70.
12. Грдина Ю.В. Достижения в области термической обработки рельсов // Изв. вуз. Черная металлургия. 1967. № 10. С. 132 – 139.

© 2020 г. Л.В. Быкасова, В.Е. Громов,  
Л.П. Башенко, А.А. Досымбетова,  
С.В. Плегунова  
Поступила 16 января 2020 г.

УДК 316.472.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЛИЯНИЯ СОЦИОНИЧЕСКОГО ТИПА ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ НА ЕГО ПОВЕДЕНИЕ В СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

*М.М. Гусев, А.Н. Гусева, Т.В. Кораблина*

*E-mail:* mx-border@bk.ru

**Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия**

**Аннотация.** Рассмотрены результаты исследования поведения пользователей социальных сетей с учетом соционических типов личности.

**Ключевые слова:** социальная сеть, соционика, поведение, типы пользователей социальных сетей, активность, анкетирование.

## STUDY OF DEPENDENCE OF INFLUENCE OF THE SOCIONIC TYPE OF SOCIAL NETWORK USER ON HIS BEHAVIOR IN SOCIAL NETWORK

*M.M. Gusev, A.N. Guseva, T.V. Korablina*

*E-mail:* mx-border@bk.ru

**Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia**

**Abstract.** The results of research of behavior of users of social networks taking into account socionic types of personality are considered in the work.

**Keywords:** social network, socionics, behavior, types of users of social networks, activity, questionnaire.

На сегодняшний день социальные сети становятся влиятельным источником информации для пользователей интернета. Практически каждый человек сейчас имеет аккаунт в какой-либо из социальных сетей. Социальные сети используют как для общения, так и в качестве площадки для распространения информации. Главной особенностью таких интернет-площадок является возможность пользователей самостоятельно создавать интернет-контент: это создание сообщений на личных страницах, комментирование чужих записей и др. [1]. Но без знаний об информационно-коммуникационных особенностях людей невозможно понять механизмы ее распространения. На многие подобные вопросы может дать ответы наука соционика, изучающая способы, с помощью которых человек воспринимает, оценивает и передает поступающую к нему информацию [2].

Одним из основных понятий соционики является определение психологического типа. Психологический тип – это структура, каркас личности человека [3]. Психотип формирует мировоззрение человека, лежит в основе его поведе-

ния, в том числе влияет на восприятие информации. Выделяют четыре пары характеристических признаков: интровертный (Ив) и экстравертный (Эв), сенсорный (С) и интуитивный (И), мыслительный (М) и чувствующий (Ч), решающий (Р) и воспринимающий (В), на основе которых получается 16 символически обозначенных вариантов типов личности [4].

Помимо психологических типов личности, принятых в соционике, исследователями из университета Винчестера [5] предложена классификация пользователей социальных сетей в зависимости от их поведения:

1) «одержимые» («ультрас»): эти люди проверяют свои социальные сети десятки раз в день и «проводят в них» не менее двух часов в день;

2) «отрицатели»: социальные сети не контролируют их жизнь, но такие люди чувствуют тревогу и беспокойство, когда у них нет доступа в интернет;

3) «редкие гости»: заходят на свои страницы нерегулярно, обычно не делают никаких записей в течение нескольких дней или даже недель;

4) «новички»: они делают первые шаги в использовании социальных сетей;

5) «охотники» («пассивные наблюдатели»): смотрят, что говорят другие пользователи социальных сетей, но редко проявляют активность;

6) «павлины»: конкурируют за популярность, хотят иметь много подписчиков, большое число «лайков» (знаков одобрения, поставленных кнопкой «нравится») и «ретвитов» («репостов», перепубликаций) своих сообщений;

7) «крикуны»: кроткие и мягкие в межличностной коммуникации, радикально высказывающие свое мнение в интернете;

8) «призраки»: создают анонимные профили из страха, что их личную информацию кто-то узнает;

9) «оборотни»: принимают «облики» других людей, так как они уверены, что никто не раскроет их реальной личности;

10) «ищущие ответы»: задают вопросы, позволяющие им начать разговор;

11) «информаторы»: в поисках признания и почета стараются быть первыми, кто расскажет новости своей аудитории;

12) «ищущие одобрения»: постоянно проверяют профили после того, как что-то там напишут, пока им не ответят, чувствуют беспокойство.

Учет особенностей поведения пользователей в социальных сетях позволяет повышать эффективность распространения информации в сети, сделать системы рекомендаций контента, улучшать рекламный контент, создавать предложения возможных друзей и интересных сообществ пользователям.

Исходя из вышеперечисленного, можно сформулировать следующие гипотезы:

1) соционический тип личности пользователя и его активность (поведение) в социальных сетях взаимосвязаны, активность пользователей внутри социальной сети зависит от возраста и типа личности;

2) для людей в возрасте от 18 до 25 лет социальные сети является полноценным источником информации.

Целью настоящего исследования является выявление закономерностей между соционическим типом личности и поведением человека в социальных сетях. Объектом исследования является пользователь социальных сетей интернета. Предмет исследования – поведение пользователя в социальных сетях.

Для сбора материала были использованы следующие методики:

– анкета «Поведение пользователей в социальных сетях»;

– опросник для многовариантного типирования личности.

В исследовании приняли участие 75 человек в возрасте от 18 до 55 лет.

Основные этапы исследования:

1. Подготовка к проведению исследования, включая составление его программы.

2. Разработка анкеты.

Для определения соционического типа личности респондента использовали методику многовариантного типирования личности. Для получения информации о поведении респондента в социальных сетях была составлена анкета, на основе описания 12 типов поведения в социальных сетях, которая включает в себя вопросы о количестве друзей и подписчиков, частоте посещения своей онлайн-страницы, тематиках общения в сети, информации, выкладываемой о себе и другие вопросы, позволяющие узнать о поведении респондентов в социальных сетях.

Поскольку анкета является основным инструментом сбора информации, то для оценки достоверности проводимого анализа и обоснованности полученных выводов необходимо оценить точность (валидность) используемого инструмента. Для валидации анкеты вопросы составлены с учетом следующих требований: понимание вопроса, конкретность, точность вопроса [6].

3. Сбор первичной информации: сбор данных осуществляли при помощи системы управления обучением (СУО) «Moodle» Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ).

4. Подготовка собранной информации и ее обработка.

5. Анализ обработанной информации, составление выводов.

### **Основные результаты исследования**

Респондентами в ходе исследования являлись студенты и преподаватели Института информационных технологий и автоматизированных систем (ИТиАС) СибГИУ. Число респондентов (пользователей социальных сетей) составило 75 человек, из которых 54 человека – мужчины (72 %) и 21 человек – женщины (28 %) (см. таблицу).

Наибольшее количество участников анкетирования представлено людьми в возрасте до 30 лет, из которых преобладающее количество – мужчины до 20 лет.

На основе результатов первой анкеты были получены данные для определения соционического типа личности респондентов. Как показывает сама жизнь, отождествить реальную личность с каким-либо одновариантным типом невозможно. Каждый многовариантный тип лич-



## Распределение респондентов по полу и возрасту

Пол	Количество человек		Возраст, лет							
			до 20		21 – 30		31 – 40		старше 40	
Женщины	21	28 %	7	33 %	12	57 %	1	5 %	1	5 %
Мужчины	54	72 %	37	69 %	17	31 %	0	0 %	0	0 %

ности характеризуется гибким объединением многих вариантов модельно-личностных типов с их разнообразным взаимосовмещением и взаимодействием. Накопленный опыт показывает, что наиболее значительный индивидуально определенный вклад дают два – пять базисных типов [7]. Поэтому для исследования использовали первые три преобладающие соционические типа личности респондента.

Наибольшее количество опрошенных респондентов имеют преобладающий доминирующий тип ИвСМВ, ИвСМР и ЭвСМВ. В распределении отсутствуют респонденты с доминирующими типами ЭвСЧР и ЭвИЧР, поэтому наблюдается всего 14 типов личности из 16-ти. Для студентов Института ИТиАС характерны преобладающие классификационные признаки: «интровертный» и «мыслительный».

На основе второй анкеты были получены данные о поведении респондентов в социальных сетях. Среди опрошенных преобладает тип поведения «ультрас» («одержимые») – 24 человека. Данный тип поведения встречается у 71 % опрошенных в возрасте до 25 лет, поскольку для них характерен высокий уровень доверия к информации, полученной из социальных сетей. Можно сделать вывод, что для молодых людей от 18 до 25 лет социальные сети являются полноценным источником информации.

Для опрошенных с преобладающими классификационными признаками «мыслительный» и «сенсорный» характерна высокая активность в социальных сетях, так как они наиболее часто публикуют посты и делятся понравившейся им информацией со своими друзьями и подписчиками.

**Выводы**

Из вышеперечисленного можно сделать вывод, что доказана гипотеза о том, что типы поведения внутри социальной сети зависят от соционических типов. Стоит отметить, что предположение о том, что активность пользователей внутри социальной сети зависит от возраста, на

данном этапе исследования не нашла подтверждения, поскольку в опросе участвовало недостаточное количество респондентов в возрасте более 35 лет.

Необходимо учесть тот факт, что основными респондентами при исследовании являлись преподаватели и студенты Института ИТиАС, поэтому выборка имеет особенности: в ней оказались люди, для которых использование информационных технологий в целом и социальных сетей в частности является своего рода «образом жизни», и для них характерны не все типы поведения. Для получения более достоверных результатов требуется расширить выборку.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Халилов Д. Маркетинг в социальных сетях. 2-е изд. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 240 с.
2. Филатова Е.С. Соционика для всех: наука общения, понимания и согласия. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 373 с.
3. Юнг К.Г. Психологические типы. – СПб.: Ювента; М.: Прогресс: Универс, 1995. – 720 с.
4. Седых Р.К. Информационный психоанализ. Соционика как метапсихология. – М.: Менап-Траст, 1994. – 256 с.
5. [Электронный ресурс] – <https://www.telegraph.co.uk/technology/social-media/9987213/What-type-of-social-media-user-are-you.html> (дата обращения 01.02.2019 г.).
6. Экономика и социология труда. Теория и практика: учебник для бакалавров / И.В. Кохова, В.М. Маслова, В.Д. Мостова и др.; под ред. В.М. Масловой. – М.: Юрайт, 2014. – 539 с.
7. Кулагин Н.М., Кулаков С.М., Авдеев В.П., Пермякова-Фетинина Е.П. Многовариантное типирование интеллекта с гибкой профессиональной ориентацией // Изв. вуз. Черная металлургия. 1996. № 10. С. 71 – 79.

© 2020 г. М.М. Гусев, А.Н. Гусева,  
Т.В. Кораблина

Поступила 23 апреля 2020 г.

## К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Сибирского государственного индустриального университета» публикуются оригинальные, ранее не публиковавшиеся статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера по следующим направлениям:

Металлургия и материаловедение.

Горное дело и геотехнологии.

Машиностроение и транспорт.

Энергетика и электротехнологии.

Химия и химические технологии.

Архитектура и строительство.

Автоматизация и информационные технологии.

Экология и рациональное природопользование.

Экономика и управление.

Образование и педагогика.

Гуманитарные науки.

Социальные науки.

Отклики, рецензии, биографии.

К рукописи следует приложить рекомендацию соответствующей кафедры высшего учебного заведения и экспертное заключение.

Необходимо разрешение ректора или проректора высшего учебного заведения (для неучебного предприятия – руководителя или его заместителя) на опубликование результатов работ, выполненных в данном вузе (предприятии).

В редакцию следует направлять два экземпляра текста статьи на бумажном носителе, а также электронный вариант. Для ускорения процесса рецензирования статей электронный вариант статьи и скан-копии сопроводительных документов рекомендуется направлять по электронной почте на e-mail: vestnicsibgiu@sibsiu.ru.

Таблицы, библиографический список и подрисуночный текст следует представлять на отдельных страницах. В рукописи необходимо сделать ссылки на таблицы, рисунки и литературные источники, приведенные в статье.

Иллюстрации нужно представлять отдельно от текста. Пояснительные надписи в иллюстрациях должны быть выполнены шрифтом Times New Roman Italic (греческие буквы – шрифтом Symbol Regular) размером 9. Тоновые изображения, размер которых не должен превышать 75x75 мм (фотографии и другие изображения, содержащие оттенки черного цвета), следует направлять в виде растровых графических файлов (форматов \*.bmp, \*.jpg, \*.gif, \*.tif) в цветовой шкале «оттенки серого» с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм). Штриховые рисунки (графики, блок-схемы и т.д.) следует представлять в «черно-белой» шкале с разрешением не менее 600 dpi. На графиках не нужно наносить линии сетки, а экспериментальные или расчетные точки (маркеры) без крайней необходимости не «заливать» черным. Штриховые рисунки, созданные при помощи распространенных программ MS Excel, MS Visio и др., следует представлять в формате исходного приложения (\*.xls, \*.vsd и др.). На обратной стороне рисунка должны стоять

порядковый номер, соответствующий номеру рисунка в тексте, фамилии авторов, название статьи.

Формулы вписываются четко. Шрифтовое оформление физических величин следующее: латинские буквы в светлом курсивном начертании, русские и греческие – в светлом прямом. Числа и единицы измерения – в светлом прямом начертании. Особое внимание следует обратить на правильное изображение индексов и показателей степеней. Если формулы набираются с помощью редакторов формул Equatn или Math Type, следить, чтобы масштаб формул был 100 %. Масштаб устанавливается в диалоговом окне «Формат объекта». В редакторе формул для латинских и греческих букв использовать стиль «Математический» («Math»), для русских – стиль «Текст» («Text»). Размер задается стилем «Обычный» («Full»), для степеней и индексов – «Крупный индекс / Мелкий индекс» («Subscript / Sub-Subscript»). Недопустимо использовать стиль «Другой» («Other»).

Необходимо избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. Объем статьи не должен превышать 8 – 10 страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, и трех рисунков.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором (при наличии нескольких авторов, число которых не должно превышать пяти, – всеми авторами); в конце рукописи указывают полное название высшего учебного заведения (предприятия) и кафедры, дату отправки рукописи, а также полные сведения о каждом авторе (Ф.И.О., место работы, должность, ученая степень, звание, служебный и домашний адреса с почтовыми индексами, телефон и E-mail). Необходимо указать, с кем вести переписку.

Цитируемую в статье литературу следует давать не в виде подстрочных сносок, а общим списком в порядке упоминания в статье с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой.

Перечень литературных источников рекомендуется не менее 10. Библиографический список оформляют в соответствии с ГОСТ 7.2 – 2003: а) для книг – фамилии и инициалы авторов, полное название книги, номер тома, место издания, издательство и год издания, общее количество страниц; б) для журнальных статей – фамилии и инициалы авторов, полное название журнала, название статьи, год издания, номер тома, номер выпуска, страницы, занятые статьей; в) для статей из сборников – фамилии и инициалы авторов, название сборника, название статьи, место издания, издательство, год издания, кому принадлежит, номер или выпуск, страницы, занятые статьей.

Иностранные фамилии и термины следует давать в тексте в русской транскрипции, в библиографическом списке фамилии авторов, полное название книг и журналов приводят в оригинальной транскрипции.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

К статье должны быть приложены аннотация объемом не менее 1/2 страницы текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, а также ключевые слова.

В конце статьи необходимо привести на английском языке: название статьи, ФИО авторов, место их работы, аннотацию и ключевые слова.

Краткие сообщения должны иметь самостоятельное научное значение и характеризоваться новизной и оригинальностью. Они предназначены для публикации в основном аспирантских работ. Объем кратких сообщений не должен превышать двух страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, включая таблицы и библиографический список. Под заголовком в скобках следует указать, что это краткое сообщение. Допускается включение в краткое сообщение одного несложного рисунка, в этом случае текст должен быть

уменьшен. Приводить в одном сообщении одновременно таблицу и рисунок не рекомендуется.

Количество авторов в кратком сообщении должно быть не более трех. Требования к оформлению рукописей и необходимой документации те же, что к оформлению статей.

Корректуры статей авторам, как правило, не посылают.

В случае возвращения статьи автору для исправления (или при сокращении) датой представления считается день получения окончательного текста.

Статьи, поступающие в редакцию, проходят гласную рецензию.

Статьи журнала индексируются в РИНЦ и представлены на сайте СибГИУ ([www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)) в разделе Наука и инновации (Периодические научные издания (Журнал «Вестник СибГИУ»)).

Над номером работали

Темлянцев М.В., *главный редактор*

Новичихин А.В., *ответственный секретарь*

Бащенко Л.П., *ведущий редактор*

Запольская Е.М., *ведущий редактор*

Киселева Н.Н., *ведущий редактор*

Темлянцева Е.Н., *верстка*

Олендаренко Е.В., *менеджер по работе с клиентами*