

ПЕРЕДОВЫЕ ЦИФРОВЫЕ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ВЫПУСК №5 Январь – июнь 2023

ISSN 2949-2823

2.3.0.05

9 772949 282007

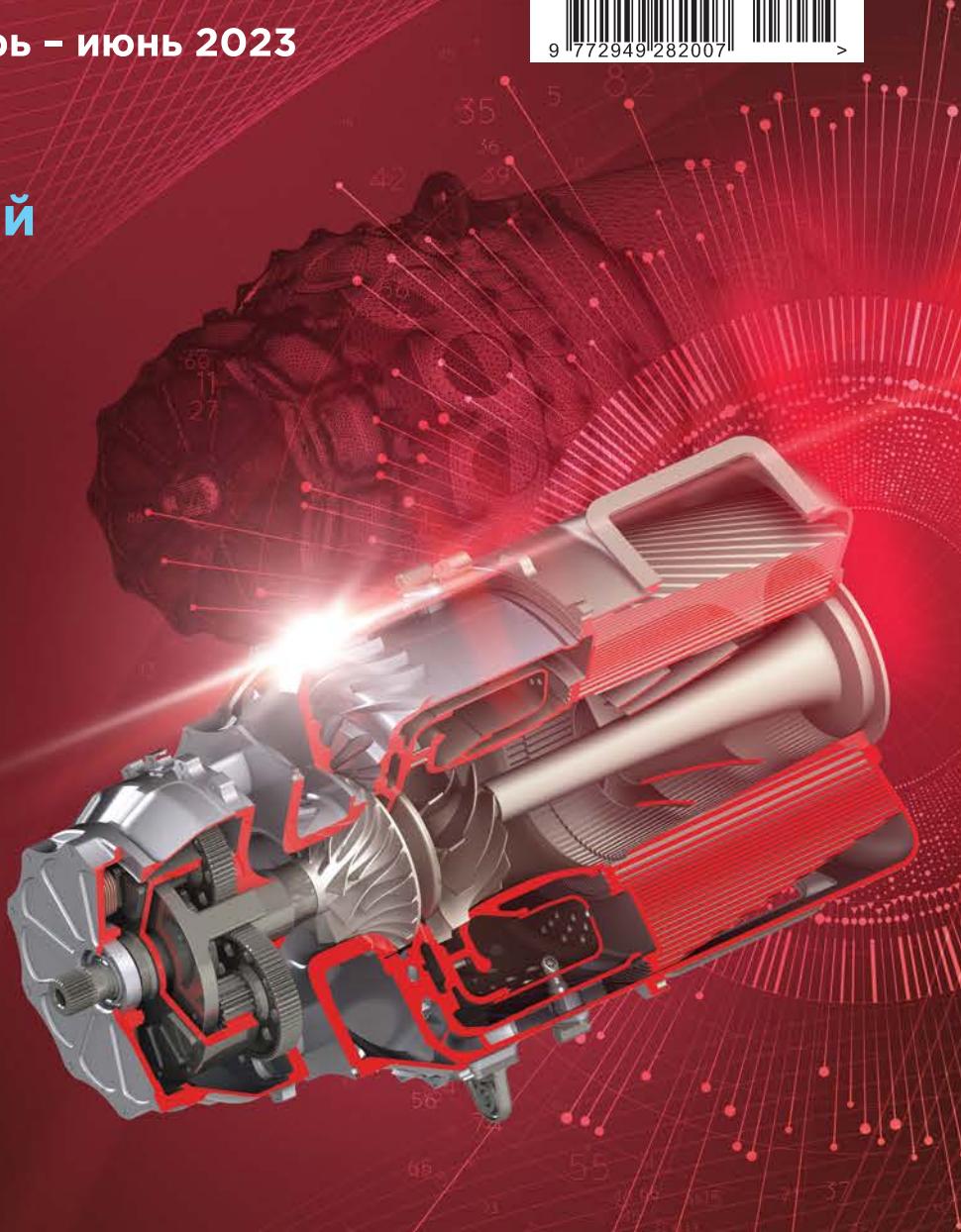
>

Малоразмерный турбовинтовой двигатель **CML-180/240**

Центр трансфера
технологий

Первый выпуск
ПИШ СПбПУ
«Цифровой
инжиниринг»

Зимняя школа
Союзного
государства



Передовые
инженерные
школы

ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
национальный
политехнический
университет
Петра Великого

Цифровой
инжиниринг
ПИШ СПбПУ

НЦМУ
передовые цифровые
технологии

ПОЛИТЕХ
Политехническая
технологическая
инициатива:
Новые производственные
технологии

ЦТТ
СПбПУ

ПОЛИТЕХ
Институт передовых
производственных
технологий

CML
CompMechLab
ЦЕНТР
КОМПЬЮТЕРНОГО
ИНЖИНИРИНГА СПбПУ

Технет
Научно-технический
инкубатор

СОДЕРЖАНИЕ

1 ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЙСТВИИ: ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ	3
• Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг»: первые итоги и перспективы	
• Высокотехнологичные разработки	
• Фундаментальные исследования	
2 РАЗВИТИЕ ПАРТНЕРСТВ	41
• Наука и образование	
• Энергетика	
• Нефтегазовый комплекс	
• Программное обеспечение и IT	
• Транспорт	
• Микроэлектроника и электротехника	
• Научно-образовательная инфраструктура	
3 ДОСТИЖЕНИЯ	73
• Государственные награды	
• Федеральные гранты	
• Премии экспертных сообществ	
• Корпоративные премии	
• Отраслевые конкурсы	
4 УНИВЕРСИТЕТ 4.0: ПОДГОТОВКА КАДРОВ.....	91
• Магистерские программы	
• Корпоративные образовательные программы	
• Тематические интенсивы	
• Производственная практика	
• Работа со школьниками	

5 ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА 145

- Советско-болонский союз. Интервью А.И. Боровкова журналу инноваций СТИМУЛ
- Инженер в цифровую эпоху. Интервью с сотрудниками ПИШ СПбПУ
- Устами студента. Интервью с магистрантами и выпускниками ПИШ СПбПУ
- Артем Осипов: «Нужно оставаться любознательными, как дети»

6 ФОРУМЫ И ЭКСПЕРТНЫЕ СООБЩЕСТВА 161

- Международные и общероссийские отраслевые форумы
- Прикладные семинары и конференции
- Конгрессно-выставочные мероприятия СПбПУ
- Лекции А.И. Боровкова

7 АНАЛИТИКА 167

- Дорожная карта «Новое индустриальное программное обеспечение»
- Экспертно-аналитический доклад «Функциональные характеристики отечественных систем инженерного анализа»
- Цифровые двойники – виртуальные модели людей и объектов

8 СМИ О НАС 183

- ТАСС
- РИА Новости
- МИА «Россия сегодня»
- Российская газета
- Интерфакс
- Коммерсантъ
- Известия
- Телеканал «Санкт-Петербург»
- Телеканал «78»
- Город Плюс
- РБК
- CNews
- Официальные сайты ФОИВ и организаций

01

ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЙСТВИИ: ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

- Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг»: первые итоги и перспективы
- Высокотехнологичные разработки
- Фундаментальные исследования

Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг»: первые итоги и перспективы





10-11 февраля 2023 года вузы – участники федерального проекта «Передовые инженерные школы» (ПИШ) представляли отчеты за 2022 год Совету по грантам на оказание государственной поддержки создания и развития ПИШ под председательством министра науки и высшего образования РФ Валерия Фалькова. По итогам оценки эффективности Совет определил финансирование на 2023 год 30 вузам.

01

ГРУППА

(гранты по 514 003 млн руб. на 2023 год):

4 вуза, в том числе СПбПУ

02

ГРУППА

(гранты по 348 221 млн руб. на 2023 год):

20 вузов

03

ГРУППА

(гранты по 182 440 млн руб. на 2023 год):

6 вузов





Гранты распределены между передовыми инженерными школами по трем группам в зависимости от достигнутых ими результатов. Общий объем финансирования проекта в 2023 году составил свыше 10 млрд рублей, что в 4 раза больше прошлогодних показателей. Суммы грантов увеличились относительно короткого прошлогоднего отчетного периода: с июля по декабрь 2022 года объем финансирования насчитывал 2,5 млрд рублей. Также были учтены корректировки программ развития ПИШ в соответствии с новыми вызовами, требующими достижения больших результатов.

Валерий Фальков отметил, что на распределение грантов между школами повлияли эффективность реализации программ развития, степень интеграции

школ в повестку предприятий реального сектора экономики, а также то, насколько вузы выполнили рекомендации прошлого Совета и свои обязательства по привлечению внебюджетных средств.

Состав 1 группы:

- Национальный исследовательский университет ИТМО;
- **Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого;**
- Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет);
- Национальный исследовательский Томский политехнический университет.

“
«В обществе и со стороны государства есть запрос на инженеров нового формата, и мы считываем этот запрос. Минобрнауки России уделяет пристальное внимание каждой из 30 передовых инженерных школ как одному из инструментов, который позволит решить задачу по подготовке инженеров для высокотехнологичных секторов экономики. Оценивая итоги работы и потенциал передовых инженерных школ, мы обращали внимание на эффективность взаимодействия вузов с промышленными партнерами, отмечали, как они подключают студентов к решению актуальных инженерных задач на производстве. Широкий и разноплановый состав участников Совета позволил обеспечить всестороннюю непредвзятую оценку работы передовых инженерных школ в отчетный период и объективно распределить гранты».

Валерий Фальков, министр науки и высшего образования Российской Федерации

СОСТАВ 2 ГРУППЫ:

1. Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации;
2. Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина;
3. Пермский национальный исследовательский политехнический университет;
4. Университет Иннополис;
5. Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»;
6. Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники;
7. Казанский (Приволжский) федеральный университет;
8. Новосибирский национальный исследовательский государственный университет;
9. Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева;
10. Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет);
11. Псковский государственный университет;
12. Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва;
13. Казанский национальный исследовательский технологический университет;
14. Уфимский университет науки и технологий;
15. Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет);
16. Национальный исследовательский Томский государственный университет;
17. Донской государственный технический университет;
18. Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I;
19. Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет имени Н.И. Лобачевского;
20. Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого

СОСТАВ 3 ГРУППЫ:

1. Южный федеральный университет;
2. Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации;
3. Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева;
4. Дальневосточный федеральный университет;
5. Санкт-Петербургский государственный морской технический университет;
6. Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Все 30 передовых инженерных школ были открыты в 2022 году в 15 регионах России на базе университетов различной ведомственной принадлежности:

- 25 - подведомственны Минобрнауки России;
- 3 - Министерству здравоохранения РФ;
- 1 - Министерству сельского хозяйства РФ;
- 1 - Министерству цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ.

Наибольшее число ПИШ представляют Приволжский (9 вузов), Центральный (8 вузов) и Северо-Западный федеральный округ (5 вузов). На четвертом месте - Сибирский федеральный округ (4 вуза), на пятом - Южный федеральный округ (2 вуза). В Дальневосточном и Уральском федеральных округах расположено по 1 передовой инженерной школе.



СОСТАВ КОМАНДЫ ПЕРЕДОВОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ СПБПУ «ЦИФРОВОЙ ИНЖИНИРИНГ»:

- **Владимир Княгинин**, вице-губернатор Санкт-Петербурга;
- **Андрей Рудской**, ректор СПбПУ, академик РАН;
- **Алексей Глазунов**, заместитель директора – главный конструктор по цифровому моделированию ООО «Центротех-Инжиниринг»;
- **Олег Рождественский**, заместитель руководителя Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»;
- **Сергей Салкуцан**, директор центра дополнительного профессионального образования Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг».

В соответствии с Распоряжением Правительства РФ от 26 мая 2022 года № 1315-р руководитель ПИШ СПбПУ Алексей Боровков вошел в состав Совета по грантам на оказание государственной поддержки создания и развития передовых инженерных школ и во избежание конфликта интересов не принимал участия в представлении и оценке результатов ПИШ СПбПУ.

Программа Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (ПИШ СПбПУ) направлена на решение фронтовых инженерных задач, сформулированных лидерами российской промышленности, и подготовку в соответствии с этими задачами квалифицированных инженерных кадров с компетенциями мирового уровня для высокотехнологичных отраслей экономики.



«Вклад проекта «Передовые инженерные школы» в социально-экономическое развитие региона, с одной стороны, измеряется очень конкретными показателями: объемом выполненных опытно-конструкторских, исследовательских работ. До окончания сроков реализации проекта ПИШ СПбПУ принесет городу несколько миллиардов рублей. <...> Несколько высокотехнологичных отраслей находится под сильным воздействием передовой инженерной школы Политеха. Это, прежде всего, двигателестроение, начиная от авиационных двигателей, морских газотурбинных двигателей и редукторов, заканчивая компрессорами и турбинами, которые использует газовая отрасль. И все, что относится к атомному и нефтегазовому машиностроению, к области применения цифровых технологий и новых композиционных материалов в ТЭК, металлургии и ракетно-космической технике».

Владимир Княгинин, вице-губернатор Санкт-Петербурга

В деятельности ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» сделан акцент на передовых цифровых технологиях и платформенных решениях. В качестве инструмента используются возможности уникальной разработки ПИШ и Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» – Цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®.

Ключевые партнеры ПИШ СПбПУ:

- госкорпорация «Росатом»: АО «ТВЭЛ» (НПО «Центротех», ООО «Центротех-Инжиниринг»), АО «Атомэнергомаш» (АО «ЦКБ машиностроения»), АО «Атомстройэкспорт» (АО «Атомэнергопроект»);
- госкорпорация «Ростех» (АО «ОДК», ПАО «ОДК-Сатурн», ПАО «ОДК-Климов», ПАО «ОДК-

Кузнецov» и др.; АО «ОАК», холдинг «Вертолеты России» и др.);

- ПАО «Газпром нефть»;
- ПАО «Северсталь» и другие предприятия – лидеры российской промышленности.

В программе ПИШ СПбПУ запланировано создание 15 объектов инновационной научно-образовательной инфраструктуры. Первым в 2022 году было запущено в работу научно-технологическое образовательное пространство «ТВЭЛ – СПбПУ»: учебный класс на 24 места для занятий магистрантов и рабочая зона на 8 мест для инженеров ПИШ СПбПУ, выполняющих проекты в интересах ГК «Росатом».



«Открытие ПИШ СПбПУ <...> стало новым этапом развития мощной экосистемы технологических инноваций СПбПУ, вся деятельность которой направлена на обеспечение научно-технологического прорыва России через применение передовых цифровых и производственных технологий. Тесная кооперация с ведущими высокотехнологичными предприятиями в рамках ПИШ позволяет начинающим специалистам получать знания и опыт через участие в командах по выполнению актуальных научно-технологических проектов на основе применения новых технологических инструментов и программных продуктов».

Андрей Рудской, ректор СПбПУ, академик РАН



«Лидирующие позиции Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» в 2022 году – результат колоссальной совместной работы команды ПИШ СПбПУ и индустриальных партнеров в области сверхактуального направления – системного цифрового инжиниринга. В 2023 году Передовая инженерная школа планирует реализовать десятки прорывных проектов в интересах высокотехнологичных отраслей экономики на сотни миллионов рублей. <...> Кроме того, в этом году состоится набор учащихся на две новые магистерские программы: «Цифровой инжиниринг и управление проектами» и «Механика полимерных и композиционных материалов», а также разработка еще семи образовательных магистерских программ. Впереди много новых задач-вызовов, решение которых будет способствовать достижению импортонезависимости и усилению технологического суверенитета страны, и мы всецело готовы к ним!»

Олег Рождественский, заместитель руководителя ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

В 2023 году планируется реализация более 20 проектов на сумму 400+ млн руб.

- Совместно с АО «ТВЭЛ», НПО «Центротех», ООО «Центротех-Инжиниринг» (ГК «Росатом») разрабатывается цифровой двойник быстро-вращающихся роторных систем и демпфирующих узлов, обладающих высокой надежностью и долговечностью.
- В рамках договоров с АО «ЦКБ машиностроения» (машиностроительный дивизион «Атомэнергомаш» ГК «Росатом») разработаны технические проекты реактора парокислородного реформинга, реактора парового реформинга, подогревателя парогазовой смеси для создаваемого в Протвинском филиале АО «НИИ НПО «ЛУЧ» (научный дивизион «Наука и инновации» ГК «Росатом») блочно-модульного испытательного стенда опытно-демонстрационной установки ОДУ-150 для отработки технологии получения водорода производительностью 150 нм³/час.
- Совместно с АО «ОДК», АО «ОДК-Климов», ПАО «ОДК-Сатурн» (ГК «Ростех») ведется ряд проектов в области двигателестроения, в том числе развитие и отраслевая кастомизация Цифровой платформы CML-Bench® (разработаны программные модули теплогидравлического расчета, профилирования турбомашин), цифровые испытания тепловых схем перспективных гибридных авиационных двигателей.
- В интересах АО «НИКИЭТ», Проектного центра ИТЭР, АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ», АО «Атомэнер-

гопроект» (ГК «Росатом»), Института ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН, ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН разрабатываются цифровые модели в атомной и термоядерной энергетике: созданы мультифизические цифровые модели экваториального и верхних портплагов с диагностическими модулями международного термоядерного реактора ИТЭР, проведена оценка срока службы элементов ИТЭР; выполнено расчетное обоснование прочности корпусов реакторов БРЕСТ-ОД-300 и БРЕСТ-1200.

- Для НТЦ «Газпром нефть» разрабатываются цифровые модели месторождений углеводородов, включающие инструменты для автоматизации работы с промысловыми данными и алгоритмизации поиска скважин – кандидатов на бурение с опцией информирования о возможных рисках и дополнительном потенциале добычи.

В 2022 году 17 учащихся ПИШ СПбПУ прошли стажировки в высокотехнологичных компаниях: 6 человек – в ПАО «ОДК-Кузнецова» (АО «ОДК» / ГК «Ростех») и 11 – в ООО «Центротех-Инжиниринг» (ТК «ТВЭЛ» / ГК «Росатом»).



В статье использованы фото с официального сайта Минобрнауки России:
<https://minobrnauki.gov.ru/>



«Мы предоставляем возможность каждому магистранту ПИШ «Цифровой инжиниринг» трудоустроиться к нам в компанию на полставки на должность младшего инженера, чтобы полностью погрузиться в работу и ознакомиться со специфическими особенностями инженерной деятельности. Это интересно с точки зрения вовлечения в производственный процесс, получения реальных навыков работы в конкретных проектах. Мы крайне заинтересованы в реализации всех планов программы ПИШ СПбПУ, поскольку это должно обеспечить приток молодых специалистов, которые владеют не только современными технологиями компьютерного моделирования, но и обладают знаниями в области передовых технологий в целом.»

Алексей Глазунов, заместитель директора – главный конструктор по цифровому моделированию ООО «Центротех-Инжиниринг»

ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЙСТВИИ: ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

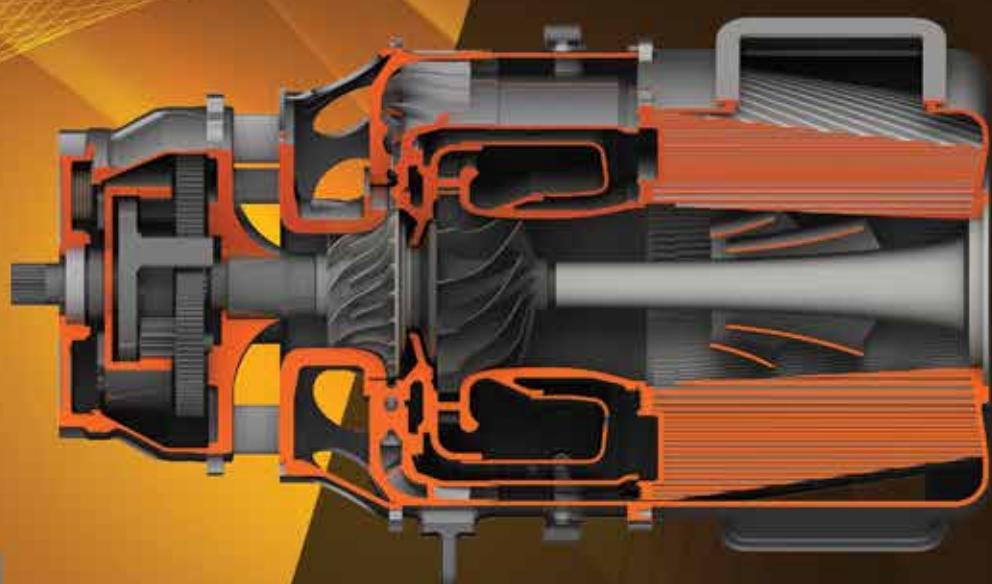
ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ РАЗРАБОТКИ

- Малоразмерный турбовинтовой двигатель для беспилотников и легких самолетов
- Суперсани для трехкратного чемпиона мира по санному спорту Романа Репилова: 2 этап
- Цифровой двойник новейшей печи остекловывания
- 3D-модель центрифуги и конструкторская документация
- Цифровая модель железнодорожного вагона
- Цифровой двойник динамического компрессора низкого давления для разделительно-сублиматного комплекса
- Виртуальный газоперекачивающий агрегат с обучающими VR-программами
- VR-лаборатория для моделирования работы порталального крана
- Цифровая платформа региональной инновационной системы РФ
- Специализированное ПО для оптимизации конструкций из композиционных материалов
- Оптимизация конструкции системы «Ступень – Диффузор» ГТЭ-65
- Новый коррозионностойкий сплав и технология производства
- Проектирование спинного имплантата и программа управления его печатью

Малоразмерный турбовинтовой двигатель для беспилотников и легких самолетов



Специалисты Научного центра мирового уровня (НЦМУ) СПбПУ «Передовые цифровые технологии» разрабатывают малоразмерный турбовинтовой двигатель CML-180/240, который сможет заменить широко используемые сегодня в беспилотниках и легких самолетах иностранные поршневые двигатели Lycoming и Continental.



ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТУ:



ВЗЛЕТНАЯ МОЩНОСТЬ

не менее 300 кВт (крейсерская – 240 кВт на высоте 3,5 км, 150 кВт – на высоте 7,5 км, максимальная высота полета – 9 км)



РАСХОД ТОПЛИВА

не более 90 кг/час на взлетном режиме и 45 кг/час на высотных режимах



РАЗМЕРЫ ДВИГАТЕЛЯ

не более 500x700x900 мм, масса – не более 180 кг



РЕСУРС ДО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

2000 часов

Разработка двигателя CML-180/240 ведется на основе технологии цифрового двойника на базе отечественной Цифровой платформы разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®.

Ранее эта же передовая технология использовалась в процессе совместной с АО «ОДК-Климов» разработки авиационного двигателя ТВ7-117СТ-01 (сотрудники Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ выполнили три НИОКР общей стоимостью более 200 млн рублей). Также в настоящее время совместно с ПАО «ОДК-Сатурн» ведутся работы по созданию цифрового двойника одного из самых сложных и крупногабаритных изделий в мире – морского газотурбинного двигателя и редуктора в составе агрегата.

Алексей Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии» и ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»:

“

«Разработка двигателей для беспилотных авиационных систем (БАС) сегодня – одна из приоритетных задач в достижении технологического суверенитета нашей страны. В Российской Федерации утверждена Стратегия развития беспилотной авиации, среди ключевых направлений которой – разработка и серийное производство отечественных беспилотных авиационных систем, а также фундаментальные и перспективные исследования в области беспилотных авиационных систем. Экосистема технологического развития СПбПУ вносит существенный вклад в развитие двух направлений упомянутой Стратегии. НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые системы» ведет фундаментальные проблемно-ориентированные исследования в сфере двигателестроения и авиастроения, в частности, в области разработки БПЛА. В то же время Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг» сконцентрировала свои усилия на цифровом проектировании и «цифровой сертификации» БПЛА, а также подготовке высококвалифицированных инженерных кадров».

Новый двигатель для беспилотников и легких самолетов CML-180/240 будет отвечать техническим требованиям мирового уровня. Проектирование ведется с учетом таких значимых факторов, как минимальная стоимость двигателя и минимальные затраты на его эксплуатацию.

В настоящее время в России отсутствуют отечественные серийные турбовинтовые авиационные двигатели мощностью до 500 кВт, и новый двигатель инженеров НЦМУ СПбПУ призван заполнить эту нишу.



Руководитель группы разработчиков, начальник отдела перспективных разработок в двигателестроении Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» **Александр Себелев**:

«Одновременное удовлетворение всех требований к двигателю мирового уровня обеспечивается за счет проведения многочисленных цифровых (виртуальных) испытаний на Цифровой платформе CML-Bench[®], которые позволяют сократить время проектирования и уменьшить количество натурных испытаний. Валидация цифровой модели проводится по результатам натурных испытаний узлов двигателя на стендах СПбПУ. Кроме того, в разработке активное участие принимают как специалисты Инжинирингового центра СПбПУ, так и магистранты Передовой инженерной школы СПбПУ, которые в будущем сформируют кадровую основу двигателестроительной отрасли России».

Завершение разработки двигателя CML-180/240 планируется в 2024 году.

Макет нового двигателя CML-180/240 будет представлен на Международном форуме технологического развития «ТЕХНОПРОМ-2023».

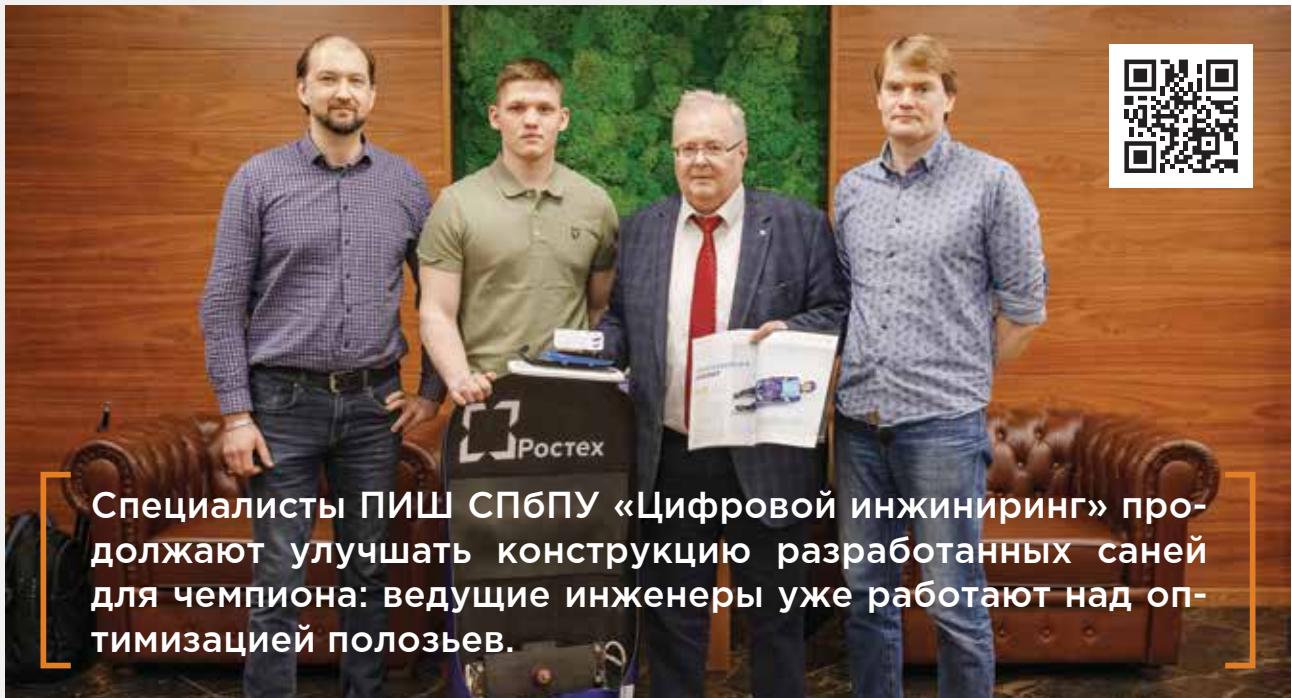
Полное название проекта: Разработка малоразмерного турбовинтового двигателя CML-180/240
Заказчик: Минобрнауки России (в рамках программы НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии»)

Исполнители: ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии»

Ответственный исполнитель: А.А. Себелев, начальник отдела перспективных разработок в двигателестроении ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

Руководитель проекта: А.И. Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра (ComprMechLab[®]) СПбПУ

Суперсаны для трехкратного чемпиона мира по санному спорту Романа Репилова: 2 этап



Специалисты ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» продолжают улучшать конструкцию разработанных саней для чемпиона: ведущие инженеры уже работают над оптимизацией положьев.

Новый этап является развитием процесса оптимизации спортивного снаряда, разработанного инженерами ПИШ СПбПУ в 2022 году в рамках проекта «Проектирование саней с улучшенными аэродинамическими характеристиками и показателями управляемости» (см. журнал ПЦПТ №4/2022, с. 16–23).

Модернизация формы обтекателя, перепроектирование крепления заднего кронштейна и разработка сборной конструкции переднего кронштейна с помощью компьютерных технологий многопараметрической оптимизации позволили значительно улучшить эксплуатационные харак-

теристики и снизить аэродинамическое сопротивление саней на 13%.

Роман Репилов: «Хочется сказать спасибо команде Петерского Политеха за такую слаженную работу и феноменальный результат. Для меня, как для спортсмена, требуется устойчивое развитие, совершенствование. И если физическое развитие и психологическая подготовка остаются за мной, то технически совершенствоваться позволяет мне команда Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. Реализация этого проекта – огромный успех, теперь дело за моими победами!»

24 декабря 2022 года Роман Репилов на новых санях (изготовлены на предприятиях госкорпорации «Ростех») стал победителем «Кубка Федерации» по итогам четырех заездов с результатом 3 минуты 27 секунд 211 тысячных секунды, развив во время заезда максимальную скорость на трассе 140,241 км/ч.



24–25 апреля 2023 года команда ПИШ СПбПУ со-вместно с Романом Репиловым проводила обсуж-дения результатов сезона 2022–2023 гг. и предсто-ящих этапов работы: изучен актуальный мировой опыт лучших в мире саночников, представлен научно-технический задел и имеющиеся наработки ин-женеров, определены новые задачи.



Членами рабочей группы собран объемный массив информации об опытной эксплуатации изделия, ко-торая позволит последовательно отследить улуч-шения характеристик конструкции, а также спроек-тировать полозья необходимой геометрии.

Начальник отдела лицензионно-программного обе-спечения и международных проектов Инжинирингово-го центра (CompMechLab[®]) СПбПУ **Александр Михайлов:**

«В проекте мы изменили все элементы саней, кроме полозьев, что позволило получить значи-тельное улучшение аэродинамических характе-ристик и показателей управляемости. Сегодня важно продолжить работу по разработке новой оптимизированной геометрии полозьев для до-стижения высоких результатов».

Впереди у команды проведение многочисленных те-стирований и испытаний конструкции, чтобы чемпион был готов к старту нового сезона 2023–2024 гг., кото-рый по традиции откроют Всероссийские соревнова-ния среди спортсменов разных возрастных групп.

Полное название проекта: Проектирование саней с улучшенными аэродинамическими характеристикаами и показателями управляемости

Заказчик: Роман Репилов, трехкратный чемпион мира, двукратный обладатель Кубка мира по санному спорту; ГК «Ростех»
Исполнители: ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центр НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» в рамках Стратегического проекта «Технополис «Политех» (из средств гранта проекта «Приоритет-2030»)

Ответственный исполнитель: А.А. Михайлов, начальник отдела лицензионно-программного обеспечения и междунаро-дных проектов Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.И. Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производствен-ные технологии» и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ

Цифровой двойник новейшей печи остекловывания

Отдел энергетического машиностроения Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ при участии инженеров отдела перспективных разработок в двигателестроении разрабатывает архитектуру цифрового двойника печи остекловывания высокоактивных отходов.

На ФГУП «ПО «Маяк» разрабатываются новые установки остекловывания, включающие значительное количество инновационных технических решений. Натурные исследования опытных конструкций связаны с высокими капитальными и временными затратами. В целях сокращения затрат и повышения качества разработок впервые в отрасли специалисты Инжинирингового центра CompMechLab[®] СПбПУ разрабатывают на базе цифровой платформы архитектуру цифрового двойника изделия, который будет включать исчерпывающий перечень и описание комплекса математических моделей в его составе, а также взаимосвязи между моделями.



Фото: ФГУП «ПО «Маяк», www.po-mayak.ru

Работы текущего этапа:

- проведен анализ мирового опыта разработки установок остекловывания ВАО, совместно со специалистами заказчика определены проектные режимы работы, условия использования, разработана матрица требований;
- для цифрового двойника создается обобщенная цифровая модель изделия, определяются функциональные взаимосвязи составных частей и разрабатываются модели описания физических процессов, происходящих в процессе эксплуатации печи остекловывания;
- разрабатываются методики, определяющие связь контролируемых показателей печи остекловывания на основных режимах работы с общими потребительскими качествами.

Инженер-исследователь Юрий Горский:

«Такой сложный промышленный объект, объединяющий в себе полный спектр физических процессов, представляет особый интерес с точки зрения мультидисциплинарного моделирования, а также перспектив применения разработанных методик для повышения эффективности процессов проектирования и эксплуатации».

Полное название проекта: Разработка архитектуры высокоадекватной мультифизической цифровой модели печи остекловывания

Заказчик: Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк» (ФГУП «ПО «Маяк»)

Исполнитель: Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «ЦКИ») (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ

Ответственный исполнитель: Н.К. Ефимов-Сойни, начальник отдела энергетического машиностроения Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.И. Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ

3D-модель центрифуги и конструкторская документация

Сотрудники Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «ЦКИ») (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ участвуют в проекте реверс-инжиниринга оборудования для российского лидера на рынке производства стройматериалов.

Основной целью проекта является проведение реверс-инжиниринга оборудования. Задачами проекта являются разработка 3D-моделей и комплекта конструкторской документации на изготовление опытного образца.

Особенностью проекта является то, что подготовка конструкторской документации велась в условиях отсутствия значительной части документации на оригинальный образец, при этом действующее

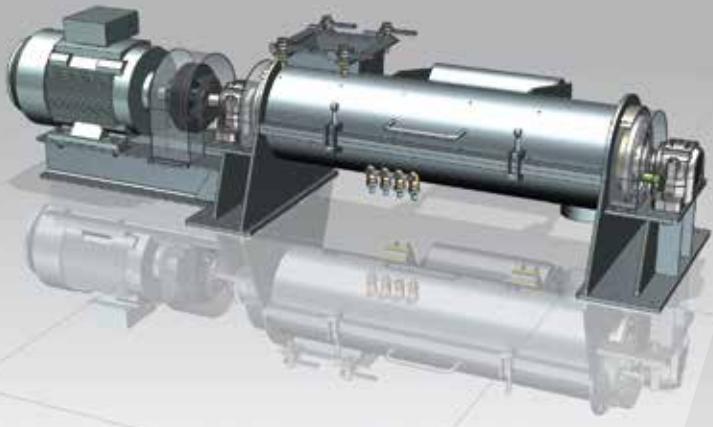
оборудование постоянно находилось в эксплуатации и доступ к нему был ограничен.

Трансфер технологий позволяет провести замещение зарубежных изделий на отечественные аналоги, что обеспечивает экономическую безопасность и снижает риск остановки производства предприятия в условиях ограничения импортных технологий.

Юрий Житков, руководитель отдела системного инжиниринга ИЦ «ЦКИ»:

«Проект включал в себя задачи по обследованию оборудования для уточнения его конструктивных особенностей. Специалисты осуществляли выезд на предприятия заказчика для проведения осмотров и необходимых измерений. Была подготовлена полная 3D-модель оборудования и комплект конструкторской документации. Кроме того, были учтены пожелания заказчика по улучшению конструкции, основанные на опыте эксплуатации».

Дальнейшее развитие проекта может предполагать подготовку специалистами ИЦ «ЦКИ» конструкторской документации на серию оборудования, задействованного на производстве, а также участие в испытании опытных образцов изделий.



3D-модель оборудования

Полное название проекта: Реверс-инжиниринг производственного оборудования

Заказчик: Производитель строительных материалов

Исполнитель: Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «ЦКИ») (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ

Ответственный исполнитель: Ю.Б. Житков, руководитель отдела системного инжиниринга ИЦ «ЦКИ» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.И. Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ

Цифровая модель железнодорожного вагона

Специалисты Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «ЦКИ») (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ разрабатывают параметризованную цифровую модель вагона для проведения многовариантных расчетов и анализа износа составных частей.

Цель проекта – определение значений геометрических параметров тележки грузового вагона, оказывающих наибольшее влияние на процессы износа её составных частей.

Задачи проекта:

- Проведение анализа парка вагонов заказчика и накопленной статистической информации по эксплуатации вагонов.
- Проведение анализа нормативной документации по эксплуатации и ремонту вагонов.
- Подготовка цифровой модели вагона с использованием технологии цифрового двойника для моделирования процессов износа составных частей тележки при движении вагона на различных маршрутах.
- Выявление неблагоприятных комбинаций геометрических отклонений конструкции тележки и определение величины их влияния на интенсивность износа составных частей.
- Формирование рекомендаций по контролю геометрических отклонений.

Подготовленная параметризованная цифровая модель и проведенное многовариантное моделирование (сотни тысяч вариантов с различными комбинациями геометрических параметров) позволили проанализировать влияние отклонений геометрических параметров на износ составных

частей тележки грузового вагона и сформировать рекомендации по контролю геометрических параметров, наиболее сильно влияющих на износ.

Юрий Житков, руководитель отдела системного инжиниринга ИЦ «ЦКИ»:

«На основе компьютерного моделирования нашим специалистам удалось воссоздать различные физические процессы, происходящие с вагонами в динамике. Подготовка и проведение многовариантных расчетов позволили сгенерировать информацию по истории нагружения элементов вагона в его различных геометрических конфигурациях, анализ которой, в свою очередь, дает возможность формировать новые правила для контроля технического состояния ходовых частей».



3D-модель тележки

Полное название проекта: Оказание услуг по моделированию динамики грузового вагона и формированию рекомендаций о контроле его составных частей

Заказчик: Железнодорожная логистическая компания

Исполнитель: Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «ЦКИ») (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ

Ответственный исполнитель: Ю.Б. Житков, руководитель отдела системного инжиниринга ИЦ «ЦКИ» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.И. Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ

Цифровой двойник динамического компрессора низкого давления для разделительно-сублиматного комплекса

Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «ЦКИ») (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ разрабатывает оптимальную конструкцию компрессора на основе создания верифицированной цифровой модели и проведения расчетов на виртуальных испытательных стендах.

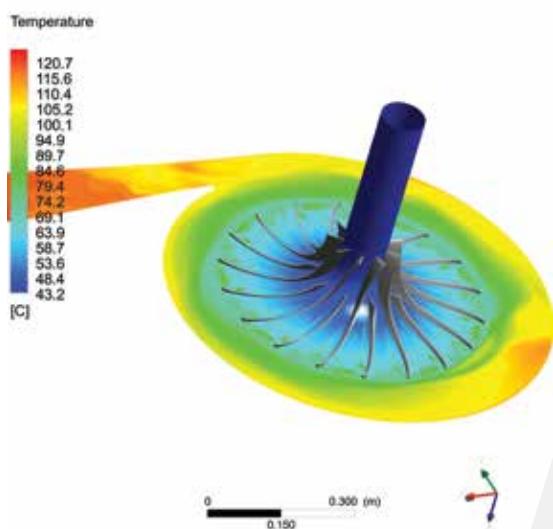
Применение технологии цифровых двойников позволяет системно подходить к разработке, производству, модернизации и эксплуатации изделий, а также повысить качество, надежность и отказоустойчивость изделий. В числе преимуществ проекта – применимость методики моделирования для дальнейших разработок компрессоров и возмож-

ность расчетной оптимизации конструкций на основе созданной цифровой модели.

Проводимые работы и исследования направлены на повышение качества и уменьшение энергетических потерь компрессора разделительно-сублиматного комплекса.

Николай Ефимов-Сойни, начальник отдела энергетического машиностроения Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ:

«Ожидаемый результат проекта к 2024 году – разработка цифрового двойника компрессора на магнитных подвесах, устройство поддержания ротора без механического контакта за счет сил магнитного притяжения. По сравнению с механическими опорами магнитные подшипники имеют ряд преимуществ, в их числе: уменьшение энергетических потерь мощности оборудования за счет исключения узлов механического трения, исключение системы маслоснабжения и связанных с ней затрат, повышение надежности и срока службы изделия, повышение эксплуатационной и экологической безопасности».



Полное название проекта: Разработка цифрового двойника динамического компрессора низкого давления для разделительно-сублиматного комплекса на основе магнитных подвесов

Заказчик: ООО «Центротех-Инжиниринг» (АО «ТВЭЛ» / ГК «Росатом»)

Исполнитель: Инжиниринговый центр «Центр компьютерного инжиниринга» (ИЦ «ЦКИ») (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ
Ответственный исполнитель: Н.К. Ефимов-Сойни, начальник отдела энергетического машиностроения Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.И. Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ

Виртуальный газоперекачивающий агрегат с обучающими VR-программами

Сотрудники лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» (ПСПОД) ПИШ СПбПУ разработали учебно-демонстрационную VR-лабораторию для обучения студентов работе с газоперекачивающими агрегатами (ГПА) компрессорных станций.

Виртуальная лаборатория представляет собой 3D-модель газоперекачивающего агрегата компрессорной станции с интерактивными инструментами управления и комплекс обучающих программ, позволяющих эффективно обучать студентов обслуживанию ГПА, поиску неисправностей и технике безопасности на объекте.

Прототипом виртуальной станции стал один из типовых газоперекачивающих агрегатов Taurus 60S (станционный номер ГПА-3) компрессорной станции (КС) «Северная» компании ООО «Газпром трансгаз Санкт-Петербург».

На основе физических объектов (технологической трубопроводной обвязки, запорно-регулирующей арматуры, блоков, узлов, деталей ГПА) спроекти-

рованы интерактивные 3D-модели газоперекачивающего агрегата с виртуальным окружением, выполнена программная реализация виртуального пространства и разработаны типовые сценарии обслуживания ГПА КС «Северная».

В виртуальном пространстве представлен весь комплекс технологического оборудования ГПА: ангар с размещенными в нем газотурбинным двигателем и центробежным компрессором, центр управления агрегатом, система пожаротушения, системы вентиляции и отопления, внешние трубопроводы технологического и топливного газа и буферного воздуха, дренажные трубопроводы. Рядом с ангаром расположена эстакада воздухо-заборного устройства с аппаратом воздушного охлаждения масла и системой утилизации тепла.



Финальный вид виртуальной модели



Внутренняя часть ангаря ГПА. Турбоблок



Трубопроводная обвязка ГПА

Обучающие VR-программы построены на основе технологических регламентов, маршрутов обхода и алгоритмов работы машиниста реального ГПА-З КС «Северная». Сценарии действий пользователя подготовлены сотрудниками Высшей школы энергетического машиностроения Института энергетики СПбПУ и ориентированы на производственные функции машиниста компрессорной установки и частично – сменного инженера КС. Система мониторинга заданий отслеживает и визуализирует процесс выполнения сценариев. Для лучшего погружения в виртуальную реальность разработана система звукового сопровождения.

Сценарии охватывают регламентный обход ГПА в резерве, подготовку ГПА к пуску, пуск ГПА, нормальный, ускоренный и аварийный остановы ГПА, работу системы предупредительной сигнализации и действия персонала при ее срабатывании, обслуживание ГПА и вспомогательного оборудования, порядок действий в случае отклонения от нормы допускаемых параметров при нештатных ситуациях. Для каждого сценария при запуске генерируется уникальный набор рабочих ситуаций.



Баллоны системы пожаротушения

Благодаря работе в VR-лаборатории студенты не только научатся выполнять инструкции, но и получат представление о механических, тепловых и газодинамических процессах, протекающих в оборудовании при различных управляющих воздействиях. В роли виртуального машиниста ГПА обучающиеся смогут понять причинно-следственные связи между своими действиями и реакцией оборудования и в дальнейшем самостоятельно определять степень отклонения систем от регламентного состояния и ранжировать последовательность необходимых действий.

В основе приложения лежит принцип кроссплатформенности. Разработаны две версии ПО: для использования с VR-комплектом (VR-очки, манипуляторы) и без него.

VR-лаборатория будет использоваться для обучения студентов Высшей школы энергетического машиностроения Института энергетики СПбПУ. Проект реализован в 2023 году в рамках Программы повышения качества образования и подготовки кадров на 2022-2023 учебный год ПАО «Газпром» / ФГАОУ ВО «СПбПУ».

Полное название проекта: Учебный виртуально-демонстрационный комплекс «Обслуживание, поиск неисправностей и техника безопасности газоперекачивающих агрегатов и технологического оборудования». ГПА КС «Северная»

Заказчик: Инициативный проект в рамках Программы повышения качества образования и подготовки кадров на 2022-2023 учебный год ПАО «Газпром» / ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Исполнители: Лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ, Высшая школа энергетического машиностроения Института энергетики СПбПУ

Руководитель проекта: М.В. Болсуновская, заведующая лабораторией «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ

VR-лаборатория для моделирования работы порталного крана

Сотрудники лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» (ПСПОД) ПИШ СПбПУ разработали интерактивный учебно-демонстрационный комплекс на основе VR-технологий для изучения конструкции и эксплуатационных характеристик порталного крана.

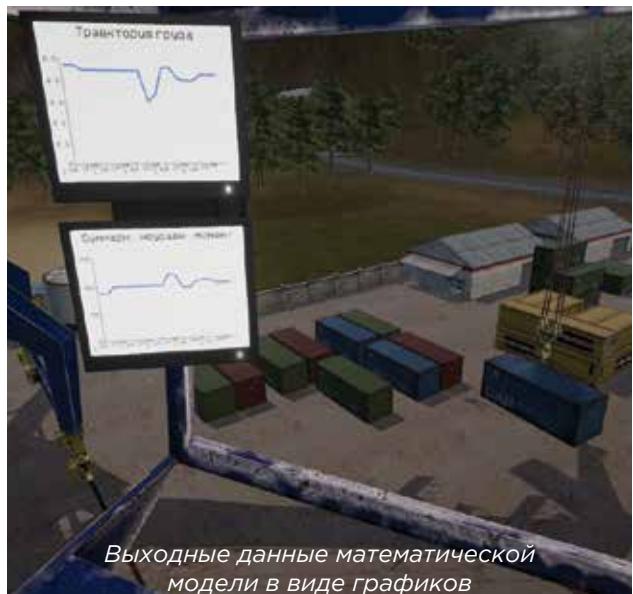
Разработка предназначена для обучения студентов Высшей школы транспорта Института машиностроения, материалов и транспорта СПбПУ, специализацией которых является проектирование сложного транспортного и технологического оборудования, в том числе грузоподъемных машин с шарнирно-сочлененной стреловой системой для портов.

Для виртуальной лаборатории были созданы 3D-модели порталного крана в виртуальном окружении (порт, водоем, сухогрузы, контейнеры) и выполнена программная реализация виртуального пространства. Также разработан сценарий действий: студент, предварительно изучивший теорию, самостоятельно выбирает в приложении параметры стреловой системы и в процессе управления краном получает наглядное представление о его работе.



Прототипом компьютерной модели стал перегруженный порталный кран «Альбатрос» производства ПО «ТЕХНОРОС» – один из основных типов кранов в морских и речных портах России. Это порталный полноповоротный кран с шарнирно-сочлененной стрелой, обеспечивающий почти горизонтальное перемещение груза при изменении вылета. Он отличается прочной, грамотно составленной конструкцией, благодаря чему может работать в любых погодных условиях. Образцом для создания виртуального окружения выбран грузовой причал в поселке Пеледуй на реке Лене в Якутии.

В VR-приложении используется математическая модель порталного крана, которую разработали сотрудники Высшей школы транспорта Института машиностроения, материалов и транспорта



СПбПУ. Математическая модель построена на анализе закономерностей движения элементов крана и распределения нагрузок на его элементы. Разработчики лаборатории ПСПОД реализовали программный модуль для ее интеграции, благодаря чему модель выполняется в VR-приложении в режиме реального времени.

В начале работы пользователь конфигурирует основные элементы крана, таким образом задавая часть входных данных для математической модели. Остальные параметры (текущий вылет и масса переносимого груза) определяются динамически во время выполнения приложения – управления краном.

Выходными данными модели являются параметры, отражающие воздействие на элементы крана при заданных входных данных. Расчеты значений отдельных показателей выводятся на виртуальных

дисплеях, а также визуализируются с помощью графиков и системы цветовой подсветки элементов. Графики помогают отобразить изменения параметров во времени, а подсветка показывает нагрузку на отдельные части крана, например, на хобот или стрелу. Цвет нагрузки меняется от синего до красного. Таким образом, визуализация данных математической модели помогает следить за состоянием элементов крана в каждый момент времени и анализировать их положения, выявляя наихудшие с точки зрения нагруженности. Для реалистичности и точности работы приложения необходимы непрерывные данные, поэтому в систему встроен инструмент интерполяции.

В основе приложения лежит принцип кроссплатформенности. Разработаны две версии ПО: для использования с VR-комплектом (VR-очки, манипуляторы) и без него.



3D-модель порталного крана



Модель порталного крана
в виртуальном окружении

Полное название проекта: Учебный виртуально-демонстрационный комплекс для изучения работы сложных шарниро-сочлененных стреловых систем

Заказчик: Инициативный проект в рамках Программы повышения качества образования и подготовки кадров на 2022–2023 учебный год ПАО «Газпром» / ФГАОУ ВО «СПбПУ»

Исполнители: Лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ, Высшая школа транспорта Института машиностроения, материалов и транспорта СПбПУ

Руководитель проекта: М.В. Болсуновская, заведующая лабораторией «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ

Цифровая платформа региональной инновационной системы РФ

Сотрудники лабораторий «Промышленные системы потоковой обработки данных» (ПСПОД) и «Цифровое моделирование индустриальных систем» ПИШ СПбПУ в рамках совместного проекта с Высшей инженерно-экономической школой Института промышленного менеджмента, экономики и торговли (ИПМЭиТ) СПбПУ разработали цифровую платформу развития региональной инновационной системы России.

Платформа визуализирует данные о динамике инновационных показателей 85 регионов страны. Доступ к данным осуществляется через интерактивную карту регионов РФ. Каждому региону соответствует отдельная страница с подробными сведениями о структуре и значении индекса инновационного развития, а также кластерном анализе. Кластер – это объединение нескольких производственных компаний одной отрасли в рамках выбранного региона (например, «развлечения» или «строительство»). Платформа позволяет проследить динамику изменения занятости в отдельных кластерах и долю вклада кластера в общую занятость региона. Функционирование кластеров исследуется на основании авторской методики идентификации и анализа характеристик кластеров, которую разработали специалисты Высшей инженерно-экономической школы ИПМЭиТ СПбПУ.



Цифровую платформу можно использовать для анализа и прогноза динамики инновационных показателей. Инновационные показатели отображают вклад в развитие региона научно-исследовательских организаций, университетов, государства и бизнеса, а также уровень экономического и социального развития и доли цифровизации различных государственных и частных структур. Доступ к дополнительным возможностям платформыдается через личный кабинет пользователя.

Марина Болсуновская, заведующая лабораторией ПСПОД ПИШ СПбПУ:

«Разработанная платформа актуальна не только для проведения научных исследований и разработок нашими индустриальными партнерами. Её могут использовать отдельные компании в качестве инструмента, который обеспечивает аналитическую основу для принятия оптимальных стратегических решений на базе отраслевых ограничений и прогноза динамики развития инновационной деятельности».



Полное название проекта: Разработка цифровой модели региональной инновационной системы РФ как драйвера устойчивого развития (грант Российского научного фонда, проект № 20-78-10123)

Исполнители: Высшая инженерно-экономическая школа ИПМЭиТ СПбПУ, лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ

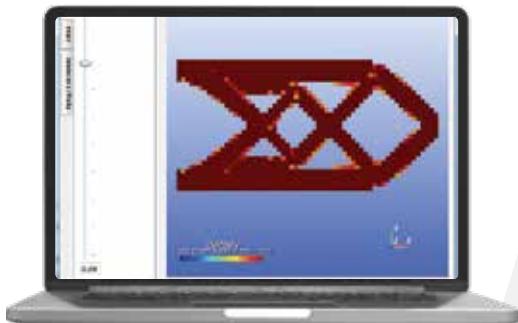
Руководитель проекта: И.А. Рудская, профессор Высшей инженерно-экономической школы ИПМЭиТ СПбПУ

Руководитель проекта от ПИШ СПбПУ: М.В. Болсуновская, заведующая лабораторией «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ

Специализированное ПО для оптимизации конструкций из композиционных материалов

В ПИШ СПбПУ разработано специализированное программное обеспечение (СПО) «Прогресс-АПКМ» для проведения топологической оптимизации конструкций из слоистых композиционных материалов с матрицей из суперконструкционного термопласта, армированного углеродным волокном, изготавливаемых с помощью автоматизированной выкладки.

Существующие на сегодняшний день отечественные программные комплексы для топологической оптимизации деталей и конструкций в большинстве случаев направлены на проектирование изделий из металла. СПО «Прогресс-АПКМ» может применяться в области проектирования оболочечных конструкций (в том числе тел вращения), позволяет осуществить послойную топологическую оптимизацию деталей и конструкций из слоистых термопластичных композиционных материалов. Учет в ходе оптимизации технологических ограничений позволяет обеспечить возможность изготовления оптимизируемых изделий из слоистых композиционных материалов с помощью автоматизированной выкладки.



Разработанное программное обеспечение позволяет снизить массу оптимизируемого изделия не менее чем на 10% при сохранении заданных ключевых прочностных параметров. Это влияет на конечные технические и потребительские характеристики изделия и, следовательно, на его конкурентоспособность на отечественном и международном рынке.

Алексей Новокшенов, старший научный сотрудник лаборатории «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ:

«В процессе разработки СПО были получены аналитические выражения для производных цеплевой функции и ограничений по переменным проектирования в каждом отдельном слое, что позволило осуществить послойную топологическую оптимизацию. Для оптимизации был реализован алгоритм математического программирования – GCMMA, а для расчета напряженно-деформированного состояния – конечно-элементный решатель для тонкостенных слоистых оболочек, учитывающий последние достижения вычислительной механики композитных оболочек».

Полное название проекта: Разработка архитектуры и специализированного программного обеспечения для проведения топологической оптимизации конструкций ДСЕ РКТ из композиционного материала с матрицей из суперконструкционного термопласта, армированного углеродным волокном

Заказчик: АО «Композит» в рамках государственного контракта между ГК «Роскосмос» и АО «РКЦ «Прогресс»

Исполнитель: Лаборатория «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.А. Безбородов, инженер-исследователь лаборатории «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ

Оптимизация конструкции системы «Ступень – Диффузор» ГТЭ-65

Сотрудники лаборатории «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» (МТПиПЭО) ПИШ СПбПУ выполнили работы по совершенствованию конструкции проточной части блока «С – Д» новой газотурбинной установки (ГТУ) ГТЭ-65 маневренного типа.

На последнем этапе работы в 2022 году были выполнены натурные аэродинамические исследования нестационарных амплитудно-частотных характеристик потока при выходе из ГТУ, которые обеспечили получение данных для повышения надежности турбины и ее элементов. В рамках проекта была разработана и валидирована математическая модель воздушного потока в системе «Ступень – Диффузор».

Уникальность разработки заключается в выполнении исследований на единственном в России стенде ЭТ4 с моделью системы Ступень – Диффузор» с дополнительным подводом воздуха в конический диффузор. Также для проведения работ были специально адаптированы методики обработки данных эксперимента и расчета интегральных аэродинамических характеристик применительно к исследуемой конструкции системы «Ступень – Диффузор». Экспериментальные и численные исследования показали повышение по сравнению

с базовым вариантом КПД системы «Ступень – Диффузор» на 5,2%.

Виктор Черников, д-р техн. наук, профессор Высшей школы энергетического машиностроения, ведущий научный сотрудник лаборатории МТПиПЭО ПИШ СПбПУ:

«В результате проведенных натурных исследований на уникальном экспериментальном стенде продемонстрирована возможность повышения КПД газотурбинной установки ГТЭ-65 на 4,4%, что позволяет существенно повысить энергетическую эффективность газотурбинной установки АО «Силовые машины» мощностью 65 МВт».

На основе полученных в рамках выполнения работ результатов заказчиком будут внесены изменения в конструкцию проточной части газотурбинной установки ГТЭ-65.



Полное название проекта: Экспериментальные и численные исследования аэродинамики вариантов конструкции системы «Ступень - Диффузор» ГТЭ-65

Заказчик: АО «Силовые машины»

Исполнитель: Лаборатория «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: В.А. Черников, в.н.с. лаборатории «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ

Новый коррозионностойкий сплав и технология производства

В ПИШ СПбПУ разработан коррозионностойкий сплав (аналог Incoloy 825), технология его выплавки, термической и термомеханической обработок с целью изготовления поковок под фланцы.



На установках АО «ТАНЕКО» гидродеароматизации легких газойлевых фракций, комбинированной установке гидрокрекинга, гидроочистки тяжелого газоилия коксования рабочая среда аппаратов содержит активные вещества, вызывающие коррозию и коррозионное растрескивание под напряжением: аммиак и сероводород. При этом аммиак, вступая в реакцию с сероводородом, приводит к образованию гидросульфида аммония (NH_4HS).

С увеличением концентрации NH_4HS (выше 3% масс.) для изготовления аппаратов рекомендуют применение высоколегированных сплавов, например, зарубежный сплав Incoloy 825, который возможно применять с концентрацией NH_4HS до 15% масс. Сплав Incoloy 825 устойчив к общей коррозии в среде NH_4HS , коррозийному растрескиванию под напряжением в присутствии политионовой кислоты и хлоридов. Благодаря низкому содержанию углерода и наличию титана он более устойчив к сенсибилизации – межкристаллитной коррозии.

Для обеспечения импортозамещения и непрерывности поставок требуется разработать коррозионностойкий сплав – аналог сплава Incoloy 825, а также технологию его выплавки, термической и термомеханической обработок.

В ходе выполнения первых этапов проекта разработан уникальный состав сплава и проведены эксперименты по отработке технологических режимов получения и корректировки составов сплавов, изучению структуры и свойств в зависимости от химического состава, технологии выплавки, термомеханической обработки; представлены результаты испытаний механических свойств, коррозионной стойкости; проведены пробы на свариваемость.

На текущем этапе ведутся работы по анализу возможности изготовления опытной партии заготовок из разработанного сплава.

Полное название проекта: Подбор/разработка сплава коррозионностойкой стали повышенной прочности и повышенной сопротивляемости к питтинговой коррозии с последующей разработкой технологии производства заготовок из него

Заказчик: ПАО «Татнефть»

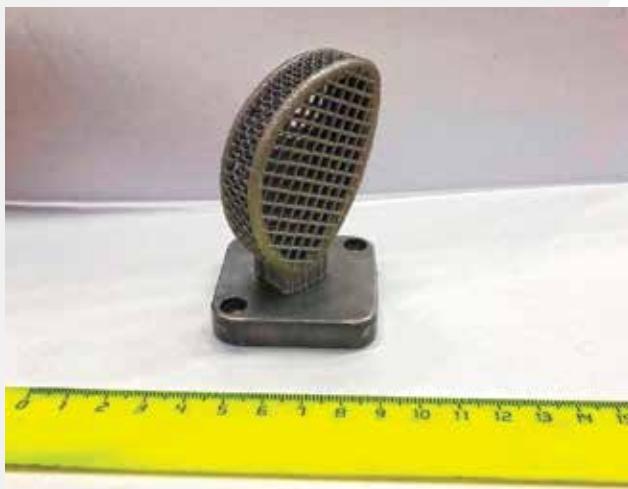
Исполнитель: Лаборатория «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: О.В. Никифорова, в.н.с. лаборатории «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ

Проектирование спинного имплантата и программа управления его печатью

Специалисты Центра НТИ СПбПУ получили патент на компьютерную программу, которая позволит создать межпозвоночные имплантаты.

На сегодняшний день основная сложность в создании имплантатов заключается в том, чтобы сделать их с высокой степенью приживаемости в человеческом организме. Поэтому для разработки выбран сплав титана BT1-0, обладающий высокой биосовместимостью с костными тканями человека. В рамках разработки была создана 3D-модель имплантата и проведены виртуальные испытания, результатом которых стала структура с более чем 500 тыс. элементов, позволяющая обеспечивать успешную интеграцию в позвоночник.



В статье использованы материалы с официальных сайтов Администрации СПб и ТАСС

Макет имплантата изготовили в университетской лаборатории из титанового порошка российского производства.

Александр Беглов, губернатор Санкт-Петербурга:

«Получение патента – большой шаг вперед для отечественной медицины и науки в целом, в том числе на пути к технологическому суверенитету. Наши ученые в очередной раз продемонстрировали высокую квалификацию, а Петербург вновь подтвердил статус центра мировых инноваций в области медицины».

Алексей Орлов, научный сотрудник Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии»:

«Мы создали программу, с помощью которой можно производить имплантаты с применением технологии селективного лазерного плавления. Подобные установки есть в Политехническом университете. Поскольку и программное обеспечение, и порошок для печати отечественного производства, это важный шаг к технологическому суверенитету. В будущем, после проведения всех необходимых клинических испытаний, любая клиника сможет печатать имплантаты с помощью нашей программы».



Полное название проекта: Проектирование спинного имплантата и программа управления его печатью

Заказчик: Инициативный проект

Исполнитель: Лаборатория «Синтез новых материалов и конструкций» Центра НТИ «Новые производственные технологии» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.А. Попович, директор Института машиностроения, материалов и транспорта СПбПУ, научный руководитель лаборатории «Синтез новых материалов и конструкций» Центра НТИ «Новые производственные технологии» ПИШ СПбПУ

ТЕХНОЛОГИИ В ДЕЙСТВИИ: ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

- Научные эксперименты на адронном коллайдере NICA
- Разработка цифровых двойников в атомной и термоядерной энергетике
- Алгоритм переноса данных о реальных объектах в цифровое пространство
- Цифровые технологии геномной селекции
- Наноиглы для высокотехнологичного оборудования
- Экстракт каротиноидов из биомассы микроводорослей
- Математическое моделирование распространения COVID-19: итоги 3-летней работы

Научные эксперименты на адронном коллайдере NICA



СПбПУ стал участником международных колабораций MPD и SPD коллайдера NICA Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна).

Адронный коллайдер NICA (Nuclotron based Ion Collider fAcility) – это новый ускорительный комплекс, который создается на базе Объединенного института ядерных исследований для изучения свойств плотной барионной материи. В реализации этого проекта участвуют ученые из более чем 20 стран мира. После того, как коллайдер NICA будет запущен, ученые ОИЯИ смогут воссоздать в лабораторных условиях особое состояние вещества, в котором пребывала наша Вселенная первые мгновения после Большого Взрыва, – кварк-глюонную плазму.

Ученые СПбПУ принимают участие в экспериментах на двух основных установках коллайдера – MPD (Multi-Purpose Detector) и SPD (Spin Physics Detector). MPD предназначен для проведения экспериментов в области ядерной физики, связанной с изучением особенностей рождения частиц в протон-протонных, протон-ядерных и ядро-ядерных столкновениях. SPD предназначен для проведения экспериментов по спиновой физике.

СПбПУ, имея большой опыт в области физики элементарных частиц, физики высоких энергий, в детекторных технологиях, а также в разработке систем сбора, обработки и анализа больших данных, в рамках экспериментов SPD и MPD будет выполнять следующие работы:

- разработка специализированного программного обеспечения для решения конкретных задач, в частности, монте-карловское моделирование для исследований и оптимизации физических сигналов и фоновых событий;
- физика 3D-партонных распределений протонов и ядер и корреляций частиц;
- машинное обучение для решения задач установок SPD и MPD;
- разработка электронных модулей для системы сбора данных SPD и интерфейса с NICA.

В настоящий момент в научную группу входят 17 человек, среди которых семь студентов.

Ярослав Бердников, д-р физ.-мат. наук, профессор Высшей школы фундаментальных физических исследований Физико-механического института СПбПУ, руководитель научной группы СПбПУ:

«Проекта масштаба NICA в области физики высоких энергий, физики элементарных частиц и ядерной физики на территории России и бывшего Советского Союза не было с середины 1980-х годов. Суть экспериментов на коллайдере NICA будет заключаться в том, чтобы определить границы существования ядерной материи и подойти к глубокому пониманию структуры протона. Участие СПбПУ в данном проекте является продолжением и развитием работ, проводимых по настоящее время в международных коллайдерных экспериментах Брукхейвенской Национальной Лаборатории в США и ЦЕРН в Швейцарии с конца 1990-х годов».

В состав научной группы вошли специалисты лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» (ПСПОД) ПИШ СПбПУ, которая сотрудничает с ОИЯИ уже более 2 лет. Лаборатория

ПСПОД выполняет комплекс работ, направленный на обеспечение непрерывных измерений в ходе экспериментов SPD, для чего требуется высокоточная синхронизация всех элементов системы сбора данных DAQ (Data Acquisition System).

Марина Болсуновская, заведующая лабораторией ПСПОД ПИШ СПбПУ:

«Разработчики решают задачи синхронизации событий коллайдера, например, столкновение пучков, и событий, регистрируемых в установке SPD, таких как регистрация детекторами характеристик частиц после столкновения, с точностью до 1 наносекунды».

Напомним, в 2022 году был успешно завершен первый совместный эксперимент СПбПУ и ОИЯИ по использованию объединенной суперкомпьютерной инфраструктуры для задач проекта NICA с участием суперкомпьютера СПбПУ (см. журнал ПЦПТ №2/2021, с. 36–39). Всего было запущено 3000 задач генерации данных методом Монте-Карло и реконструкции событий для эксперимента MPD. Сгенерировано и реконструировано порядка 3 млн событий, полученные данные перемещены в Дубну для дальнейшей обработки и физического анализа.



Полное название проекта: Эксперименты на установках MPD (Multi-Purpose Detector) и SPD (Spin Physics Detector) коллайдера NICA (Nuclotron based Ion Collider fAcility)

Заказчик: Объединенный институт ядерных исследований

Исполнители от СПбПУ: Высшая школа фундаментальных физических исследований Физико-механического института (ВШФИ ФМИ) СПбПУ, лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта от ПИШ СПбПУ: М.В. Болсуновская, канд. техн. наук, заведующая лабораторией «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ

Разработка цифровых двойников в атомной и термоядерной энергетике

В научно-образовательном центре «Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике» ПИШ СПбПУ ведутся разработки с применением технологии цифровых двойников в интересах индустриальных партнеров – крупнейших компаний отрасли.

1 ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ СВЕТОВОГО ЛУЧА ОПТИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ

Ожидаемый результат – разработка полномасштабного цифрового двойника системы 4D-позиционирования светового жгута диагностической системы «Активная спектроскопия» токамака ИТЭР.

Разработка позволит построить комплексное цифровое пространство с целью определения оптимального положения системы для выполнения задач высокоточного детектирования характеристик плазмы.

Партнеры: ЧУ ГК «Росатом» «Проектный центр ИТЭР», Международное агентство ITER.

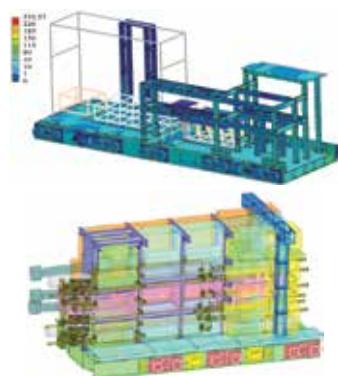


2 ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ СИСТЕМ РАЗМЕЩЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Ожидаемый результат – готовый производственный проект вневакуумных компонентов экваториального порта токамака ИТЭР около портового пространства и порт-камеры.

Цифровые двойники будут оптимизированы под требования производства. В разработке учитывается влияние не только типовых нагрузок, но и всех возможных нештатных случаев, которые могут произойти в ходе эксплуатации компонентов.

Партнеры: ИЯФ СО РАН им. Г.И. Будкера, Международное агентство ITER.

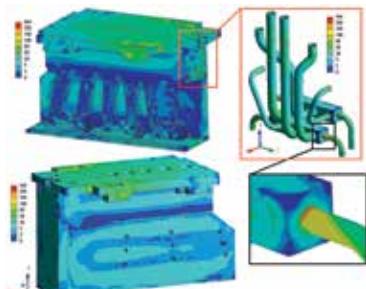


3 УПРАВЛЕНИЕ СРОКОМ СЛУЖБЫ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Ожидаемый результат – разработка полномасштабного цифрового двойника системы 4D-позиционирования светового жгута диагностической системы «Активная спектроскопия» токамака ИТЭР.

Разработка позволит построить комплексное цифровое пространство с целью определения оптимального положения системы для выполнения задач высокоточного детектирования характеристик плазмы.

Партнеры: ЧУ ГК «Росатом» «Проектный центр ИТЭР», Международное агентство ITER.



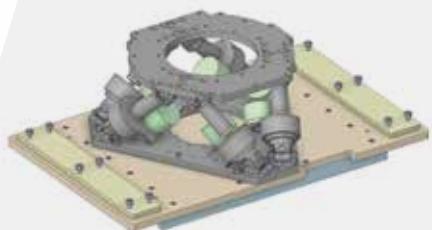
4

СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЫ

Ожидаемый результат – методики проектирования систем измерения оптического состояния плазмы, разработанные с использованием цифрового двойника системы «Спектроскопия водородных линий».

Результаты в 2023 году – применение цифрового двойника оптической системы для обоснования прочности и ресурса ее компонент с учетом действия сейсмических и электромагнитных нагрузок, влияния опорных рам. Выработка рекомендаций по дальнейшему улучшению конструкции и подготовка технических решений с учетом технологии производства.

Партнеры: НИЦ «Курчатовский Институт», Международное агентство ITER, Координационный центр «Управляемый термоядерный синтез – международные проекты».



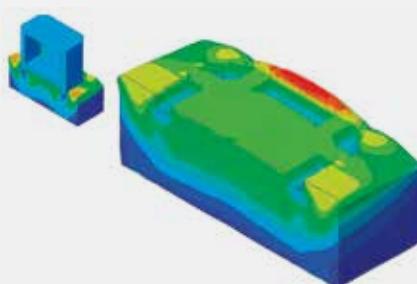
5

АМОРТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ ПАДЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ РАО

Ожидаемый результат – разработка нового амортизирующего устройства для компенсации падения контейнеров.

Проводимые работы и исследования направлены на повышение качества и снижение времени проектирования разрабатываемых амортизирующих устройств, которые могут эксплуатироваться на любой из существующих станций.

Партнеры: ГК «Росатом», Электроэнергетический дивизион Ростата «Росэнергоатом».



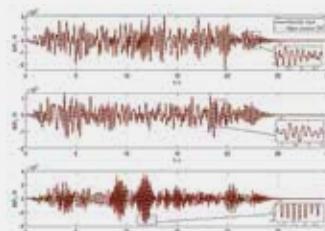
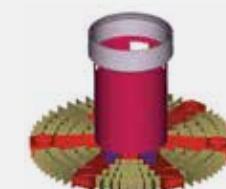
6

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ КОРПУСА РУ БР-1200 (металлический корпус с безуровневой схемой циркуляции)

Ожидаемый результат – расчетное обоснование прочности корпуса БР-1200 в основных режимах эксплуатации на основе опыта разработки БРЕСТ-ОД-300.

Сфера применения – разработка реакторов на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем и пристанционным замкнутым топливным циклом, обеспечение прочности и надежности в условиях длительного высокотемпературного нагружения и экстремальных воздействий (сейсмическое, падение самолета, воздушная ударная волна) с учетом их возможного совместного действия.

Партнеры: НИКИЭТ / ГК «Росатом».



Полное название проекта: Разработка цифровых двойников в атомной и термоядерной энергетике

Партнеры: ГК «Росатом», ОАО «НИКИЭТ», Проектный центр ИТЭР, АО «Концерн Росэнергоатом», АО «Атомстройэкспорт»; ФТИ имени А.Ф. Иоффе РАН; ИЯФ СО РАН им. Г.И. Будкера; Международное агентство ITER

Исполнитель: НОЦ «Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: В.С. Модестов, канд. техн. наук, директор НОЦ «Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике» ПИШ СПбПУ

Алгоритм переноса данных о реальных объектах в цифровое пространство

Исследователи НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии» разработали алгоритм эффективного переноса данных о геометрических характеристиках объектов физического мира в цифровое пространство в рамках решения задач цифровой трансформации промышленности.

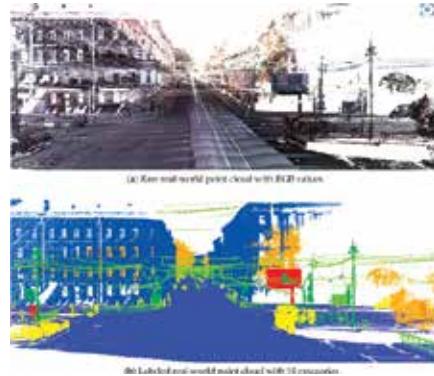
Алгоритм выделения и классификации отдельных объектов нужен для автоматизации обработки результатов лазерного сканирования. Результатом сканирования промышленных объектов являются облака точек огромных размеров. Необходимо создавать специальные наборы данных, которые будут использоваться для кластеризации и идентификации объектов в облаках точек на основе универсальной схемы классификации.

Основываясь на собственной классификации, специалисты НЦМУ СПбПУ разработали для сегментации объектов гибридный набор, который содержит 34 млн реальных точек и 34 млн синтетических данных. Реальные данные были собраны на ул. Комсомола в Санкт-Петербурге при помощи мобильной картографической системы Riegl VMX-450, имеющей два лазерных сканера, а также шесть цифровых камер высокого разрешения. Облака реальных точек из набора данных описывают объекты типичной городской среды начала XX века, включая дома высотой до 50 м (5 этажей) с историческими фасадами, заборами, столбами, линиями электропередач и объектами ландшафта (деревья, реклама, урны, скамейки и т.д.). Кроме того, данные содержат динамические объекты, такие как пешеходы и движущиеся транспортные средства. Синтетическая часть была сгенерирована из 3 виртуальных сред городских районов, созданных из 3D-моделей. Ученые использовали объекты с реалистичной геометрией и размещали их внутри городских сцен так, чтобы макеты сцен

соответствовали реальному миру. Набор данных SP3D включает в себя широкий спектр классов объектов и высококачественные аннотации, обеспечивающие точную и подробную маркировку объектов.

Владимир Баденко, соавтор исследования, ведущий научный сотрудник лаборатории «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ:

«Мы получили высокую оценку производительности нейронной сети Kernel Point (KP-FCNN), обученной на нашем наборе данных: 92,56% mIoU, что демонстрирует высокую эффективность использования моделей глубокого обучения для семантической сегментации плотных крупномасштабных облаков точек в соответствии с предложенной схемой классификации».



Полное название проекта: Создание крупномасштабного гибридного набора данных облака точек мобильного лидара для геопространственных приложений

Заказчик: Инициативный проект

Исполнитель: Лаборатория «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» НЦМУ СПбПУ

Руководитель проекта: В.К. Ядыкин, канд. экон. наук, заведующий лабораторией «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» НЦМУ СПбПУ

Цифровые технологии геномной селекции

Сотрудники НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ разрабатывают цифровые инструменты прогнозирования потребительских показателей сельскохозяйственных растений и животных на основе композиции генетических маркеров, а также с учетом влияния факторов климата и реального производства.

Разработчиками усовершенствован метод глобальной стохастической минимизации для нахождения параметров математической модели путем сравнения решения и экспериментальных данных. В разработке использованы технологии машинного обучения, такие как разностная эволюция и высокопроизводительные вычисления. Метод полностью параллельной разностной эволюции позволяет учитывать различные ограничения на искомые параметры, описывающие желаемые свойства решения задачи.

Константин Козлов, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Цифро-

вые технологии для агробиологии» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ:

«Определение неизвестных параметров математических моделей в агробиологии является актуальной проблемой вследствие сложности применения стандартных методов к реальным данным, в которых присутствуют скрытые взаимосвязи и зависимости от изменчивых факторов среды. Возможным направлением развития является усовершенствование методов построения допустимых решений модели. Разрабатываемый нами метод будет доработан для увеличения скорости сходимости».



Полное название проекта: Цифровые технологии прогнозирования важных потребительских показателей сельскохозяйственных растений и животных на основе композиции генетических маркеров, а также с учетом влияния факторов климата и реального производства

Исполнитель: Научно-исследовательская лаборатория «Цифровые технологии для агробиологии» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ

Ответственный исполнитель: К.Н. Козлов, ведущий научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории «Цифровые технологии для агробиологии» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: М.Г. Самсонова, д-р биол. наук, заведующая НИЛ «Цифровые технологии для агробиологии» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ

Наноиглы для высокотехнологичного оборудования

Исследователи НЦМУ СПбПУ разработали наноструктуры из кремния в форме игл. Технология дает возможность контролируемо изменять их размер и использовать под конкретные нужды отечественного высокотехнологичного оборудования.

Разработанная технология для формирования кремниевых монолитных структур не требует использования дополнительного шаблона, с помощью которого рисунок будет переноситься на кремниевую пластину, и позволяет проводить процесс плазмохимического травления без использования сверхнизких температур.

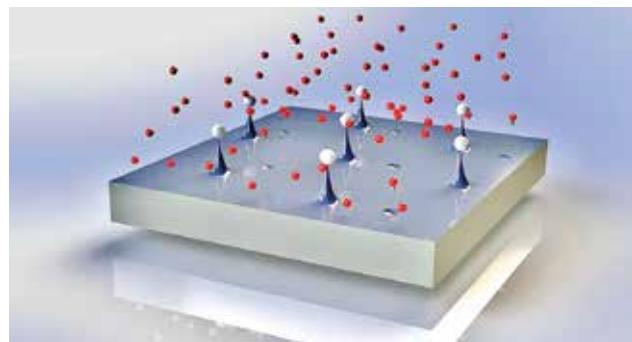
Артем Осипов, заведующий НИЛ «Технологии материалов и изделий электронной техники» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ:

«Нам удалось получить наименьшие в России монолитные структуры с диаметром основания 72 нм. Мы берем чистую подложку и методом центрифугирования наносим наносферы. Затем образец помещается в установку плазмохимического травления, где до нужных значений уменьшается диаметр сфер, после чего проводится процесс травления кремния. На заключительном этапе процесса удаляются остатки сфер, в результате остается готовый образец с равномерной структурой».

Благодаря возможности контролируемо изменять размер игл, формирующихся в упорядоченный массив, наноструктуры можно использовать в высокотехнологичной промышленности. Например, разработка поможет значительно продлить срок эксплуатации рентгеновских аппаратов, где применяются лампы с «горячими» катодами, быстро приходящими в негодность. Наноиглы можно использовать в качестве «холодных» катодов, ко-

торые не требуют предварительного нагрева, за счет чего будут работать в 10-50 раз дольше и на их активацию понадобится меньше времени. Так же разработка позволит создавать FED-дисплеи с меньшим энергопотреблением в сравнении с жидкокристаллическими дисплеями, большим углом обзора и высокой частотой обновления изображения (более 200 Гц).

В перспективе планируется сборка промышленных образцов установок для сочетания безмасочной наносферной литографии и плазмохимического травления с машинным обучением, а также освоение технологии формирования наноструктур других геометрических форм.



Полное название проекта: Разработка технологии формирования кремниевых наноструктур с помощью наносферной литографии и установки плазмохимического травления

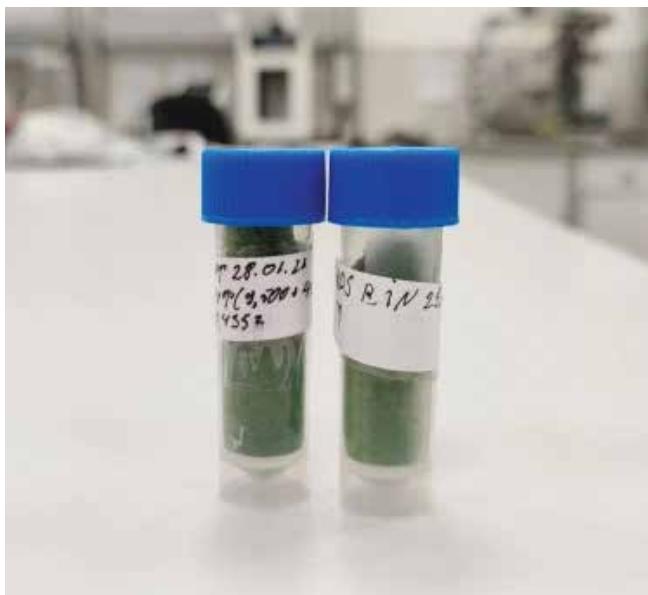
Исполнитель: Научно-исследовательская лаборатория «Технологии материалов и изделий электронной техники» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.А. Осипов, канд. техн. наук, заведующий НИЛ «Технологии материалов и изделий электронной техники» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ

Экстракт каротиноидов из биомассы микроводорослей

Специалисты научной группы НИК «Цифровые технологии в медико-биологических системах» НЦМУ СПбПУ научились выращивать микроводоросли с повышенным содержанием полезных веществ, а также разработали технологию их экстракции.

Предложен способ культивирования микроводорослей рода Chlorella для получения биомассы с высоким содержанием каротиноидов. По результатам исследований основным каротиноидом стал лютеин (45%), за ним следовали фукоксантин (12%) и β-каротин (4,3%). Предложенный метод культивации можно масштабировать в промышленное производство, а также использовать для получения каротиноидов из других растений.



Алексей Балабаев, заведующий лабораторией органического синтеза Высшей школы биотехнологий и пищевых производств Института биомедицинских систем и биотехнологий СПбПУ, младший научный сотрудник НИК «Цифровые технологии в медико-биологических системах» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ:

«Из выделенных каротиноидов можно приготовить масляный экстракт и добавлять в пищу как источник провитамина А или использовать как фармсубстанцию, обладающую антиоксидантной активностью. Уникальность нашего метода заключается в оптимальном световом режиме, а также в последовательности этапов экстракции окрашенных пигментов, синтезируемых микроводорослями. Все это позволяет сначала вырастить биомассу с повышенным содержанием пигментов, а затем бережно их извлечь».

Следующий этап работы – создание микрокапсул, которые защитят биологически активные каротиноиды от агрессивного воздействия желудочного сока и доставят в нижние отделы желудочно-кишечного тракта человека.



Полное название проекта: Цифровое моделирование и прогнозирование в медико-биологических системах

Исполнители: НИК «Цифровые технологии в медико-биологических системах» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ, Высшая школа биотехнологий и пищевых производств Института биомедицинских систем и биотехнологий СПбПУ

Ответственный исполнитель: Ю.Г. Базарнова, д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник НИК «Цифровые технологии в медико-биологических системах» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ

Руководитель проекта: А.В. Васин, д-р биол. наук, директор НИК «Цифровые технологии в медико-биологических системах» НЦМУ «Передовые цифровые технологии» ПИШ СПбПУ

Математическое моделирование распространения COVID-19: итоги 3-летней работы

Рабочая группа ЦНТИ «Новые производственные технологии» ПИШ СПбПУ подвела итоги трехлетней разработки имитационных моделей прогнозирования эпидемиологической ситуации в РФ.

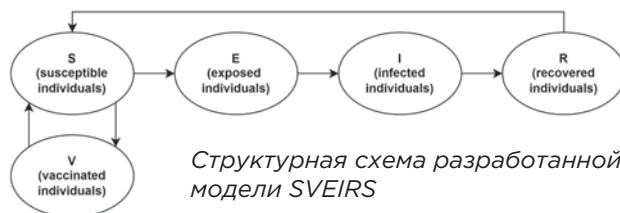
В рамках реализации проекта усовершенствована математическая модель SEIR типа Кермака–Маккендриса, учитывающая такие категории населения, как S – Susceptible (восприимчивый), E – Exposed (зараженный), I – Infected (инфицированный) и R – Recovered (выздоровевший). Эта модель наиболее подходит для описания поведения системы с учетом характеристик вируса SARC-CoV-2. Подобные модели предназначены для поддержки принятия решений стратегического масштаба по противодействию распространению инфекционных заболеваний на уровне региона или страны. Прогнозы рабочей группы использовались администрациями более чем 10 регионов РФ.

На основе моделей класса SEIR проектной группой разработан ряд модификаций в зависимости от различных конфигураций наиболее значимых факторов и целей моделирования:

- В начале 2020 года, когда на повестке дня стояла стратегия сдерживания заболевания путем введения мер самоизоляции и особых режимов функционирования отдельных отраслей, была разработана сегрегационная модель SQEIR, учитывающая в прогнозах группу индивидов (Q), находящихся на карантине/самоизоляции, для построения сценариев ввода/отмены мер контроля в различных регионах России.
- Начало следующего этапа развития пандемии в России, потребовавшего разработки новых

аналитических инструментов, условно относится к декабрю 2020 года, когда во всех регионах страны появилась вакцина от COVID-19 и началась массовая прививочная кампания. В декабре 2020 – феврале 2021 гг. разработана модификация модели SVEIRS, учитывающая факторы вакцинации (V – Vaccinated) и повторной заболеваемости. На базе модели SVEIRS возможно прогнозирование распространения COVID-19 в различных регионах с целью формирования оптимальной стратегии вакцинации населения.

Результаты исследований опубликованы в декабре 2022 года в международном журнале 2 квартеля International Journal of Technology.



Полное название проекта: Разработка новой методологии и программных средств многовариантного математического моделирования и динамического прогнозирования распространения COVID-19

Проектный консорциум: ЦНТИ СПбПУ, НЦМУ СПбПУ, Институт биомедицинских систем и биотехнологий СПбПУ, НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева, экономический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН

Руководитель проекта: А.И. Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ

02

РАЗВИТИЕ ПАРТНЕРСТВ: СПБПУ

- Наука и образование
- Энергетика
- Нефтегазовый комплекс
- Программное обеспечение и ИТ
- Транспорт
- Микроэлектроника и электротехника
- Научно-образовательная инфраструктура

Наука и образование

Университеты Республики Казахстан

23–27 мая 2023 года проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ, НЦМУ СПбПУ, Центра НТИ СПбПУ и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ Алексей Боровков посетил Казахстан по приглашению ректоров ведущих вузов страны.

Деловая программа открылась визитом в крупнейший по количеству студентов в стране Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова (г. Шымкент). Проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ Алексей Боровков встретился с Председателем Правления – ректором ЮКУ Дарией Кожамжаровой. На рабочем совещании, посвященном обсуждению возможных направлений сотрудничества, присутствовали также руководители ведущих предприятий – индустриальных партнеров университета.

После совещания состоялась открытая двухчасовая лекция Алексея Боровкова на тему «Экосистема технологического развития СПбПУ «Передовые цифровые и производственные технологии». Модель взаимодействия СПбПУ с высокотехнологичной промышленностью в рамках реализации национальных и федеральных

проектов». На лекцию были приглашены преподаватели, научные сотрудники, аспиранты и студенты вуза.

Представляя принципы работы Экосистемы технологического развития СПбПУ, **Алексей Боровков** подчеркнул:

«Взаимодействие ведущего технического вуза России и Южно-Казахстанского университета им. М. Ауэзова – вектор, направленный на развитие подходов подготовки современных инженеров, обладающих компетенциями мирового уровня, и на эффективное применение научно-технического потенциала обеих стран, в первую очередь для решения актуальных задач высокотехнологичной промышленности и Казахстана, и России».





Основными темами последовавшей встречи Алексея Боровкова с деканами факультетов ЮКУ, руководителями приоритетных направлений исследований и проектов стали решение фронтирных инженерных задач промышленности, организация деятельности эффективных инжиниринговых подразделений, формирование команд и проектных консорциумов. Целый ряд вопросов касался модели подготовки современных инженеров в магистратуре Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг», где в образовательном процессе задействованы наставники как со стороны университета, так и со стороны компаний-заказчика.

На второй день посещения университета Алексей Боровков выступил с докладом на Международной научно-практической конференции «Ауэзовские чтения». Помимо прочего, в докладе были освещены вопросы формирования зеркальных инжиниринговых центров как модели эффективного трансфера компетенций и технологий между университетами и промышленными корпорациями.

В работе конференции приняли участие ученые и преподаватели вузов и научно-исследовательских институтов Республики Казахстан и иных государств.





В дни пребывания в Шымкенте Алексей Боровков посетил два крупных промышленных предприятия города: машиностроительный завод KARLSKRONA LC AB и завод по производству упаковочных материалов QazAlPack.

Итогом визита А.И. Боровкова в ЮКУ стало подписание соглашения о сотрудничестве между Южно-Казахстанским университетом и СПбПУ. Стороны договорились содействовать эффективному функционированию систем высшего и послевузовского профессионального образования, обеспечивать взаимные стажировки ученых, магистрантов и бакалавров, работать над созданием совместных образовательных программ. Достигнута договоренность о создании **зеркального инженерного центра ПИШ СПбПУ «Цифровой инженеринг» на базе ЮКУ**.

Ректор ЮКУ Дафия Кожамжарова выразила благодарность Алексею Боровкову и ректору СПбПУ Андрею Рудскому:

«Нашему вузу, который имеет 80-летнюю историю, необходим опыт вашего Политехнического университета. Можно по праву сказать, что это мировой опыт! Это научно-технические заделы в области вычислитель-

ной механики, компьютерного инжиниринга, передовых мульти- и трансдисциплинарных компьютерных технологий мирового уровня для решения промышленных задач. Мы только начинаем работу в этом направлении, но нам особенно важно сотрудничество с СПбПУ, в первую очередь с Передовой инженерной школой СПбПУ «Цифровой инжиниринг». Выражаю вам глубокую благодарность от нашего промышленного региона и города Шымкент».



Важной составляющей рабочей поездки делегатов ПИШ СПбГУ стало посещение Казахского национального университета имени Аль-Фараби (г. Алматы), партнера Петербургского Политеха. На встрече ректор КазНУ им. Аль-Фараби **Жансент Туймебаев** подчеркнул, что Россия и Казахстан на протяжении всей истории имеют множество точек соприкосновения, которые создают предпосылки для эффективного совместного развития инноваций, науки, технологий:

«КазНУ уделяет приоритетное внимание коммерциализации современных инновационных, технологических проектов. Мы готовы к совместному развитию межвузовских связей. Уверен, что в будущем между двумя учебными заведениями установятся тесные отношения».





Алексей Боровков встретился с преподавателями, аспирантами и студентами вуза и провел открытую лекцию, посвященную передовым цифровым и производственным технологиям. Программа визита в университет включала посещение музея истории университета и современного библиотечного комплекса, а также знакомство с результатами исследований и разработок в разных областях науки, выполненных в подразделениях вуза.

Декан механико-математического факультета КазНУ **Уалихан Абдибеков** показал работу лаборатории механики жидкости и газов, а декан физико-технического факультета **Нурзада Бейсен** провела экскурсию по лабораториям инженерного профиля, физики плазмы.





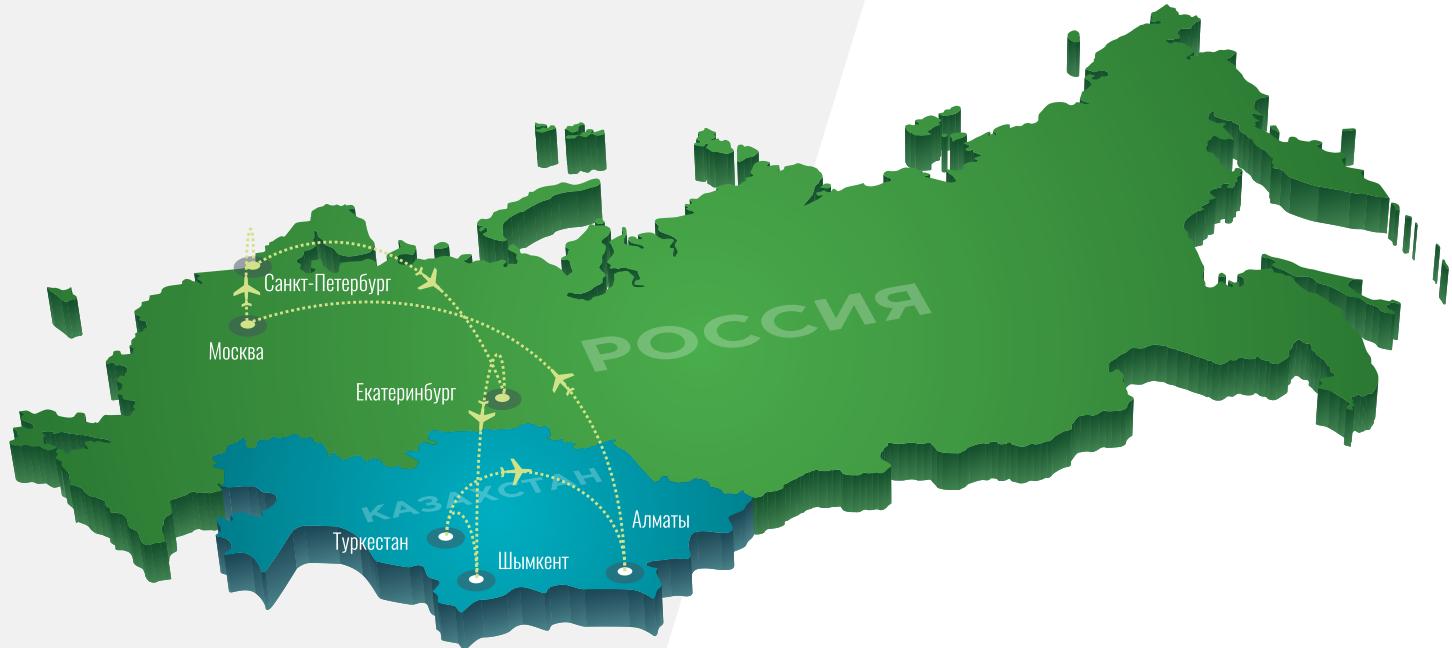
На следующий день Алексей Боровков по приглашению ректора КазНУ принял участие в большом празднике вуза - Дне выпускников. На мероприятие были приглашены известные в Республике и за ее пределами ученые, государственные и общественные деятели, предприниматели-меценаты, дипломаты, многие из которых в разные годы окончили Казахский национальный университет.

В 2023 году дипломы получили более 8 тысяч человек, перед которыми открываются самые широкие возможности профессионального развития и карьерного роста.

Новым шагом на пути решения стратегической для Казахстана задачи развития сотрудничества с передовыми техническими вузами станет открытие **российско-казахстанского центра инжиниринга**. Окончательное решение об организации такого центра на базе КазНУ принято по итогам деловой поездки Алексея Боровкова в Казахстан. Ожидается, что центр станет площадкой, объединяющей специалистов ПИШ СПбПУ и технических вузов Республики Казахстан, а также представителей промышленности для решения актуальных инженерных и образовательных задач.

В соответствии с договоренностями ведется проработка деталей сотрудничества. Соответствующее соглашение планируется подписать в ходе предстоящего визита в КазНУ делегации ПИШ СПбПУ во главе с ректором Андреем Рудским в сентябре 2023 года.





Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг» благодарит коллег, усилиями которых рабочая поездка российской делегации была содержательной и успешной, в их числе:

- **Кожамжарова Дария Пернешовна**, ректор ЮКУ имени М. Ауэзова;
- **Сулейменов Уланбатор Сейтказиевич**, проректор по научной работе и инновациям ЮКУ имени М. Ауэзова;
- **Бажиров Тынлыбек Сайфутдинович**, директор департамента предпринимательства и коммерциализации ЮКУ имени М. Ауэзова;
- **Назарбек Улжалгас Бахытовна**, директор Начально-исследовательского управления ЮКУ имени М. Ауэзова;
- **Раймбердиев Талжан Пердешевич**, проректор по науке и инновационной работе Университета Дружбы народов имени академика А. Куватбекова;
- **Туймебаев Жансеит Кансеитулы**, ректор КазНУ имени Аль-Фараби;
- **Увалиева Асель Бекболатовна**, проректор по операционной деятельности КазНУ имени Аль-Фараби;
- **Сариева Ботагоз Бериковна**, специалист департамента международного сотрудничества КазНУ имени Аль-Фараби;
- **Абдибеков Уалихан Сейдилдаевич**, декан механико-математического факультета КазНУ имени Аль-Фараби;
- **Досжан Нурсултан Сагинаевич**, заместитель декана механико-математического факультета по научно-инновационной деятельности и международному сотрудничеству КазНУ имени Аль-Фараби;

а также всех тех, кто участвовал в организации и проведении мероприятий программы.



**Заместитель губернатора
Белгородской области
Дмитрий Гладский**

19.01.2023

Рабочее совещание с целью ознакомления с ключевыми компетенциями структурных подразделений университета, входящих в экосистему технологического развития СПбПУ, а также обсуждения создания Зеркального инжинирингового центра на базе СПбПУ.

По договоренности, представители СПбПУ подготовят все возможные варианты взаимодействия, после чего будут приняты решения о дальнейших встречах для обсуждения необходимых деталей сотрудничества.



**Иркутский государственный
университет путей сообщения
(ИрГУПС)**

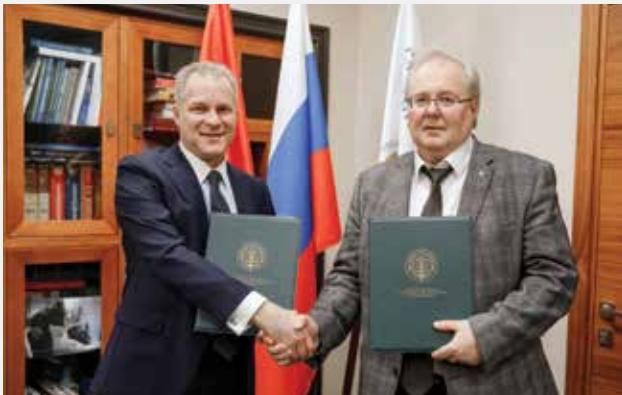
02.08.2023

Обсуждение вхождения в консорциум Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии», сотрудничества с Передовой инженерной школой СПбПУ «Цифровой инжиниринг», актуальных вопросов цифровой трансформации образовательных программ, курсов дополнительного профессионального образования, применения технологии цифровых двойников в области железнодорожного транспорта, импортозамещения ПО в сфере проектирования и цифрового моделирования, возможностей сотрудничества двух вузов.



«Хотелось бы рассказать о своей профессиональной деятельности и представить Белгородскую область, в которой я курирую экономическое и научное направления. Первое, что нужно отметить про регион, это то, что он очень комфортный для жизни. Если опираться на статистические данные области, то можно сделать вывод, что он имеет высокий социально-экономический потенциал. Поэтому мы очень заинтересованы в сотрудничестве в области передовых технологий».

**Дмитрий Гладский, заместитель губернатора
Белгородской области**



Ассоциация «Кластер высоких научноемких технологий и инжиниринга «Креономика»

13.02.2023

Подписание соглашения о сотрудничестве по проведению ежегодного форума «Инженерное собрание России». Документ подписали проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ, НЦМУ СПбПУ, Центра НТИ СПбПУ и Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ **Алексей Боровков** и председатель правления Кластера «Креономика», президент Концерна R-Pro **Алексей Кораблев**.



Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова (ТГТУ), организации Республики Узбекистан

06-08.06.2023

Рабочий визит делегации из Республики Узбекистан с целью изучения проекта «Передовые инженерные школы», опыта СПбПУ в формировании программы ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», разработки образовательных программ под задачи индустриальных партнеров, развития инфраструктуры ПИШ.

Визит стал ответным после прошедших в апреле 2023 года Дней Политеха в Узбекистане, включавших серию мероприятий в Самарканде и Ташкенте, в том числе подписание соглашения о стратегическом партнерстве.



«Думаю, эта встреча обязательно сыграет важную роль при подготовке аналогичной программы ПИШ в Узбекистане. Передовой опыт и полученные нами в рамках визита знания будут нами применены. Когда мы будем готовить конкретные предложения для нашей администрации, мы рассчитываем на взаимодействие по ряду организационных вопросов».

Садриддин Турабджанов, ректор Ташкентского государственного технического университета



Сибирское отделение Российской академии наук

14.06.2023

Визит председателя Сибирского отделения Российской академии наук (СО РАН) Валентина Пармона для обсуждения взаимодействия СО РАН и ПИШ СПбПУ по целому ряду направлений, в их числе: разработка, проектирование и постановка в производство высокотехнологичного оборудования, работающего в условиях высоких нагрузок, с применением передовых технологий цифрового инжиниринга для горнодобывающей промышленности и других секторов экономики, в частности машиностроения; поиск эффективных инструментов разработки научноемких продуктов для электронной промышленности; решение фронтирных задач энергетики будущего, включая разработку ключевых процессов и аппаратов для водородной энергетики; организация совместных образовательных процессов и программ.



«Наши интересы касаются практически всех областей знаний. Основные задачи, которые перед нами стоят, помимо нашей текущей деятельности, – это работа над достижением технологического суверенитета. Мы очень уважаем Политехнический университет Петра Великого и видим, что по ряду компетенций у нас есть пересечения и взаимодополнения».

*Валентин Пармон,
академик РАН, председатель СО РАН*



Белорусско-Российский университет (БРУ)

20.06.2023

Четырехдневный визит в СПбПУ представителей Белорусско-Российского университета (БРУ) для ознакомления с ключевыми компетенциями структурных подразделений, входящих в экосистему технологического развития вуза, в частности ПИШ СПбПУ.

В программе визита состоялись презентация программы ПИШ СПбПУ, экскурсии в Суперкомпьютерный центр «Политехнический», Научно-образовательный центр «Kawasaki-Политех» и Научно-технологическое образовательное пространство «ТВЭЛ-СПбПУ», участие в деловой программе ежегодного форума «Инженерное собрание России», обсуждение возможных направлений сотрудничества СПбПУ и БРУ.



Правительство РФ, ФГБУ «Российский центр научной информации»

15.06.2023

Ознакомительный визит помощника Заместителя Председателя Правительства РФ Д.Н. Чернышенко **Антона Швингта** и представителей Российского центра научной информации: заместителя директора – руководителя проектного офиса по НТР **Александра Абрашкина**, начальника управления **Андрея Сергеева**, начальника отдела **Аслана Шерегова**. Целью визита стало знакомство с экосистемой технологического развития «Передовые цифровые и производственные технологии» Политеха и отдельно – работой Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг».

Программа визита включила рабочее совещание, экскурсию в Научно-технологическое образовательное пространство «ТВЭЛ – СПбПУ», которое



открылось в конце 2022 года в рамках реализации программы ПИШ СПбПУ, презентацию возможностей Цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®.

Планы, задачи и предложения, которые были рассмотрены в ходе визита, внесены в итоговый протокол. В том числе отмечена и необходимость формирования аналитического отчета по функционированию экосистемы технологического развития и составления на его основе возможной модели достижения синергетического эффекта, которая могла бы носить универсальный прикладной характер. По каждому из обозначенных вопросов будет проведена работа, результаты которой станут темой для следующих встреч.



«На каждый вложенный государством рубль крайне важна эффективная результативность от всех инструментов поддержки. Обеспечение такой синergии позволит получить гораздо больший эффект, даже не имея тех огромных ресурсов, которые есть у недружественных нам стран. Важно не распыляться, а четко определить прорывные направления и проекты, например, микроэлектроника, станкостроение, мало- и среднетоннажная химия, авиастроение, беспилотники, лекарственные препараты и медицинское оборудование, которые действительно нам важны, и слаженно действовать по приоритетным направлениям. Такой подход с учетом нашего потенциала, научно-технологического задела и команд позволят получить качественный результат и достичь технологического суверенитета».

Антоний Швингт, помощник Заместителя Председателя Правительства РФ Д.Н. Чернышенко

Энергетика



АО «Силовые машины»

02.2023

Команды студенческого конструкторского бюро СПбПУ приняли участие в Demo day АО «Силовые машины». На тематических секциях студенты представили промежуточные результаты проектов по направлениям «Паровые турбины» (ТЗ «Разработка цифровых аннотированных моделей в системах CAD/CAM/CAE/PDM и разработка конструкторской документации на диафрагмы ЦВСД п/т Т-163/165-7,3 ПГУ-460 по проекту «Каширская ГРЭС») и «Гидравлические турбины» (три ТЗ: «Разработка параметризованных шаблонов моделей в CAD/PDM системах узла «Типовые элементы площадок, лестниц и ограждений» для ГЭС Псыгансу»; «Проведение гидравлических расчетов в проточной части модели радиально-осевой гидротурбины»; «Проведение гидравлических расчетов в проточной части модели поворотно-лопастной гидротурбины»).



«Технология цифровых двойников позволяет <...> осуществлять проектирование за гранью интуиции, знаний и опыта генерального конструктора. Создание цифрового двойника изделия не отменяет необходимость проведения испытаний, но именно эта передовая цифровая технология может обеспечивать прохождение испытаний с первого раза, и некоторые высокотехнологичные отрасли достигли этого уровня развития».

Алексей Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ, НЦМУ СПбПУ, ЦНТИ СПбПУ и Инжинирингового центра (CompMechLab®) СПбПУ



ОКБМ «Африкантов» (ГК «Росатом»)

05-06.04.2023

В ОКБМ «Африкантов» (г. Нижний Новгород), входящем в машиностроительный дивизион «Атомэнергомаш» ГК «Росатом», состоялось заседание производственно-технологического клуба руководителей Росатома «Цифровые сезоны» по теме «Цифровой двойник изделия».

Ключевым спикером мероприятия выступил проректор по цифровой трансформации СПбПУ **Алексей Боровков**, подробно рассказавший участникам заседания о концепции, трендах, развитии и применении технологии разработки цифровых двойников изделий.



Нефтегазовый комплекс



ПАО «Лукойл», Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Образовательный центр г. Когалым

20.01.2023

Обсуждение опыта СПбПУ в сфере взаимодействия с высокотехнологичной промышленностью и подготовки специалистов с компетенциями мирового уровня, нацеленных на решение сложных задач и применение передовых технологий в конкретной отрасли. Посещение научно-технологического образовательного пространства «ТВЭЛ - СПбПУ» Топливной компании ГК «Росатом», Суперкомпьютерного центра «Политехнический» и Центра проектной деятельности молодежи «Точка кипения - Фаблаб».



ПАО «Газпром нефть», ПИШ Тюменского государственного университета

02.2023

Обсуждение стратегии развития ПИШ ТюмГУ для решения задач нефтяной компании. На встрече присутствовали первые лица организаций, в том числе ректор ТюмГУ **Иван Романчук**, директор ПИШ ТюмГУ **Михаил Писарев**, ректор ТИУ **Вероника Ефремова** и директор по стратегическому развитию ПАО «Газпром нефть» **Алексей Вашкевич**. От СПбПУ в обсуждении участвовал исполнительный директор НТК «Новые технологии и материалы» ПИШ СПбПУ **Никита Шапошников**.

Основной предмет трехсторонней встречи – программа развития инжиниринга на многолетних мерзлых грунтах. Близость к основным стейкхолдерам, дочерним обществам ПАО «Газпром нефти» и другим промышленным компаниям, работающим на многолетних мерзлых грунтах, делает ПИШ ТюмГУ приоритетным партнером для ПИШ СПбПУ по данному направлению.



«ПИШ ТюмГУ ориентируется на ключевые тренды нефтегазового комплекса. <...> Отдельно хочу отметить важность партнерства с СПбПУ как одним из лидеров высокотехнологичных исследований и разработок. Особенno ценен прикладной характер нашего взаимодействия, чему способствует собственная широкая программа исследований СПбПУ с компанией ПАО «Газпром нефть».

Mihail Pisarev, директор ПИШ ТюмГУ

Программное обеспечение и ИТ

Специальный представитель
Президента РФ по вопросам
цифрового и технологического
развития Дмитрий Песков

31.01.2023

Ознакомление с перспективными проектами и высокотехнологичными разработками университета, проведение рабочего совещания с представителями структурных подразделений экосистемы технологического развития СПбПУ. Обсуждение основных направлений работы и результатов деятельности Центра НТИ СПбПУ. Рассказ об успешном запуске онлайн-курса ПИШ СПбПУ «Цифровые двойники изделий». Презентация обновления Цифровой платформы CML-Bench®, проектов, реализованных на ее основе. Дмитрий Песков высоко оценил технологичность платформы, отметил ее высокий потенциал в области импортозамещения и переноса данных из иностранного ПО.



Ракетно-космический центр
«Прогресс» (ГК «Роскосмос»)

18-19.01.2023

Знакомство представителей конструкторских подразделений РКЦ, служб главного инженера и центра цифровой трансформации с возможностями Цифровой платформы CML-Bench® для реализации высокотехнологичных проектов. Заместитель генерального директора по развитию РКЦ «Прогресс» **Даниил Субботин** рассказал о деятельности предприятия, особо остановившись на натурных испытаниях изделий ракетно-космической техники и подчеркнув высокий интерес к технологии цифровых двойников.

Достигнуты договоренности о целесообразности реализации пилотного проекта на Цифровой платформе CML-Bench™ в интересах РКЦ.



«Главная идея взаимодействия заключается в том, чтобы все разработки и последующие испытания, выполняемые в рамках федеральных проектов, велись на платформе разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®. Я уверен, что это позволит достичь отличных показателей и вывести российское промышленное производство на новый уровень развития».

*Дмитрий Песков, специальный представитель Президента РФ
по вопросам цифрового и технологического развития*

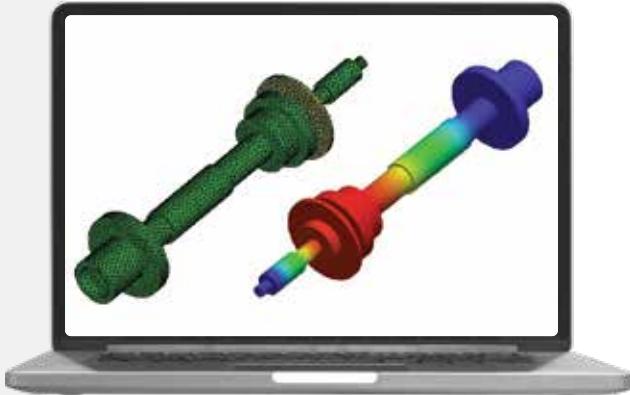


ООО «ТЕСИС» (FlowVision)

14.02.2023, 30.03.2023

Совместный с ООО Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab®) вебинар, посвященный возможностям и преимуществам программной системы мультидисциплинарного анализа FlowVision, и вебинар, посвященный валидации и внедрению FlowVision на предприятиях атомной отрасли.

Запуск программы по распространению FlowVision среди учащихся, преподавателей и сотрудников высших учебных заведений. Программный комплекс уже используется в МГУ, МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МАИ, МЭИ, МАДИ, ЮУрГУ (Челябинск), КГТУ (Казань), УГНТУ (Уфа), УрФУ (Екатеринбург), ВГУВТ (Нижний Новгород), Магнитогорском ГТУ, Тольяттинском ГУ, Пермском ГТУ, Волгоградском ГУ, НУК им. адмирала Нахимова и др.



ООО «Фидесис» (CAE Fidesys)

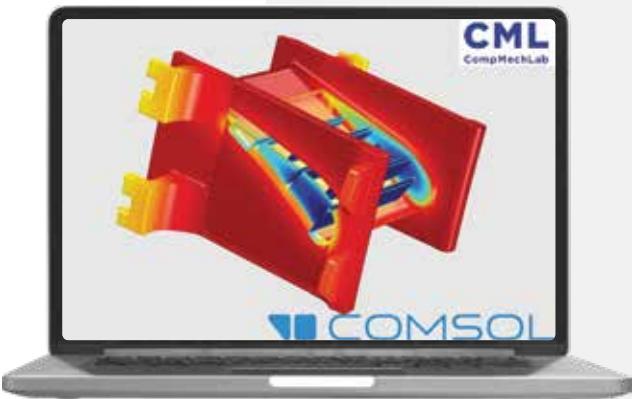
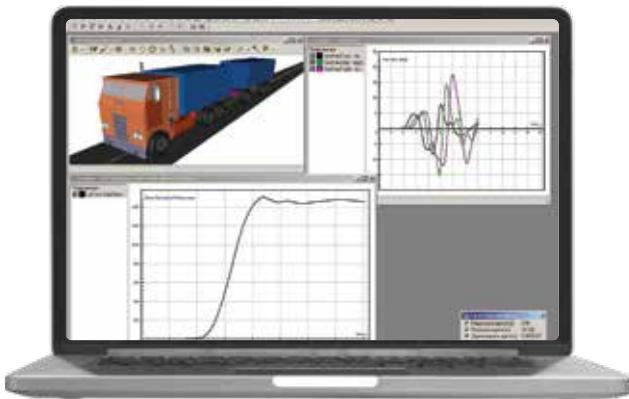
20.02.2023, 26.02-06.03.2023, 31.05.2023

Вебинар, посвященный возможностям программной платформы CAE Fidesys в моделировании аддитивного производства. Участие в конференции «Проблемы механики 2023» в Новосибирске. Участие в качестве технологического партнера в студенческом треке Национальной технологической олимпиады по направлению «Передовые производственные технологии». Проведение совместно с ООО Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab®) специализированного вебинара «Возможности ПО CAE Fidesys для задач атомной отрасли. Интеграция с Цифровой платформой по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®».



CAE Fidesys – отечественная CAE-платформа, позволяющая решать задачи статической и динамической прочности, динамики, расчета контактного взаимодействия, тепловые задачи, проводить анализ потери устойчивости, решать сопряженные задачи, а также моделировать процесс селективного лазерного сплавления при 3D-печати изделий.

Одна из первых российских CAE-систем, интегрированных с Цифровой платформой по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench®.



ООО «Вычислительная механика» «Универсальный механизм»

20.02.2023

Добавление новых функциональных возможностей в программное обеспечение «Универсальный механизм»: расширены возможности камер в анимационном окне (камеры могут следить за выбранным телом), появилась возможность привязать камеру к одному телу и следить за другим (для камер, привязанных к телу, можно зафиксировать произвольную координату X/Y/Z в глобальной системе координат, что в некоторых ситуациях позволяет лучше видеть движение объекта относительно земли).

ООО «Комсол» (COMSOL Multiphysics®)

01.03.2023, 05.04.2023, 23.05.2023, 23.06.2023

Вебинар «Моделирование движения частиц в потоке жидкости с помощью COMSOL». Вебинар «Топологическая оптимизация с производственными ограничениями в COMSOL Multiphysics®». Совместный с ООО Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab®) вебинар, посвященный применению программного обеспечения COMSOL Multiphysics® для решения задач термомеханики. Вебинар «Управление нестационарными исследованиями в COMSOL Multiphysics®».



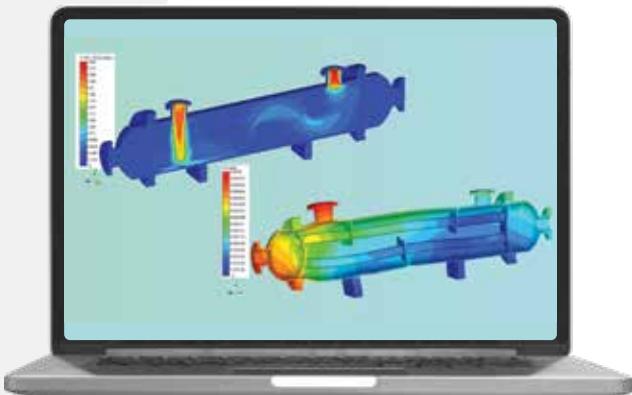
COMSOL Multiphysics® – универсальная платформа для численного моделирования и оптимизации практически любой физической или физико-химической системы. Основным используемым алгоритмом решения является метод конечных элементов, но для ряда задач доступны формулировки на основе метода граничных элементов, а также трассировки частиц и лучей. С помощью ПО COMSOL возможно решать задачи механики и акустики, гидрогазодинамики и тепломассообмена, электродинамики и оптики, химии и электрохимии.



ЗАО «Топ Системы» (T-Flex CAD)

13–18.03.2023

Финал студенческого трека Национальной технологической олимпиады по профилю «Передовые производственные технологии». Перед участниками стояла творческая задача провести профессиональную экспертизу в формате «инженерного расследования» и осуществить модернизацию беспилотного пожарного летательного аппарата, разработка которого была свернута по неизвестным причинам. Один из технологических партнеров, предоставивших лицензии на программные системы для выполнения заданий, стала компания «Топ Системы» – отечественный разработчик ПО для 3D-проектирования T-Flex CAD.



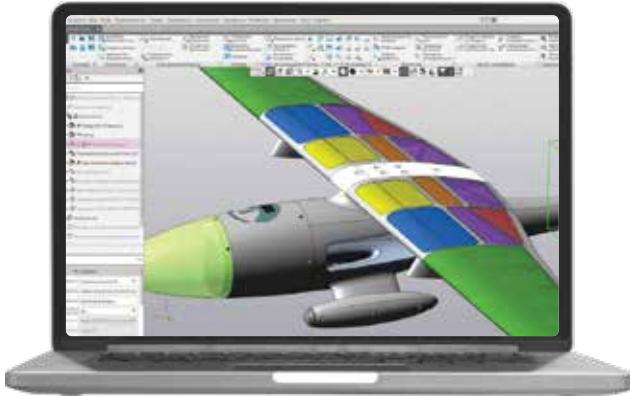
НТЦ «АПМ» (APM)

20.03.2023

Ежегодный конкурс на лучшую студенческую работу, выполненную с использованием программных продуктов APM WinMachine и специализированного модуля APM Civil Engineering. Для победителей конкурса предусмотрены премии за призовые места. ООО Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab®) является официальным дистрибутором программного обеспечения APM на территории России, осуществляет поставки лицензий на предприятия, в НИИ и вузы, а также оказывает техническую поддержку пользователям продукта.



Платформа АРМ – отечественная CAE-система автоматизированного расчета и проектирования конструкций, предназначенная для решения задач статической и динамической прочности, устойчивости, собственных и вынужденных частот колебаний, расчета усталостной прочности, задач течения жидкостей и газов, расчета электромагнитных полей и электрических цепей, а также проектирования и расчета деталей машин, в том числе механических передач, расчета конструкций из композиционных материалов.



АО «АСКОН» («КОМПАС-3Д»)

13-18.03.2023

Компания «АСКОН» - партнер ООО «ТЕСИС» по консорциуму «РазвИТИе» и партнер СПбПУ в реализации программы ПИШ «Цифровой инжиниринг» - организовала «XXI Конкурс асов 3D-моделирования» для профессиональных пользователей САПР «КОМПАС-3Д» и ее специализированных приложений. На конкурс принимаются работы, выполненные в «КОМПАС-3Д» и специализированных приложениях, а также оригинальные программные приложения или прикладные библиотеки к «КОМПАС-3Д». Также проводятся номинации партнеров компании АО «АСКОН» - в частности, рассматриваются проекты, выполненные с помощью расчетного приложения KompasFlow, разработанного при помощи компании «ТЕСИС» на базе платформы FlowVision.



Key To Metals AG (TM Horizon/Integrator)

14.03.2023, 30.06.2023

Совместный с ООО Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab®) вебинар по применению TM Horizon/Integrator в процессе разработки цифровых двойников. ООО Лаборатория «Вычислительная механика» - официальный дистрибутор продуктов TM Horizon и TM Integrator в России и СНГ, поставляет лицензии на предприятия, в вузы и инженерные центры, оказывает услуги технической поддержки и проводит обучение работе с использованием распространяемого ПО.

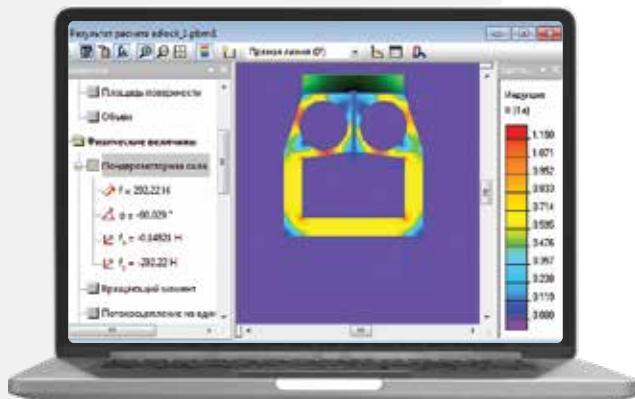
Июньский русскоязычный вебинар, посвященный демонстрации возможностей онлайн-базы данных TM Horizon, доступен в записи по ссылке в первом QR-коде.



TM Horizon (ранее – Total Materia) – уникальная онлайн-база данных свойств материалов, разработанная компанией Total Materia AG (Сербия). На сегодняшний день TM Horizon – крупнейшая в мире база данных, лучший в своем классе ресурс физико-механических свойств материалов (металлов, полимеров, керамики и композитов). **TM Integrator** – специализированное ПО для создания кастомизированной базы данных материалов, свойства которых получены из опытов, экспериментов, внутренних стандартов и нормативов предприятия, а также из внешних источников.

ООО «Тор» (ELCUT)

13-18.03.2023



ООО Лаборатория «Вычислительная механика» (CompMechLab[®]) и ООО «Тор» – разработчик ELCUT – заключили партнерское соглашение об официальной дистрибуции программной системы ELCUT на территории России.

ELCUT состоит из редактора геометрии, редактора данных, решателя, постпроцессора и позволяет решать задачи в плоскокарпллельной, осесимметричной или трехмерной расчетной области. Классы задач, решаемые ELCUT, включают в себя задачи магнитостатики, расчет магнитного поля синусоидальных токов и нестационарного магнитного поля, задачи электростатики, расчет электрического поля постоянных и переменных токов, а также нестационарного электрического поля, задачи теплопередачи, расчет упругих деформаций, а также решение связанных (сопряженных) задач и моделирование электрических цепей.

ELCUT широко применяется ведущими научными центрами, университетами и промышленными предприятиями в России и в мире. Ведущие электромашиностроительные заводы используют ELCUT для расчета электромагнитных параметров и тепловых режимов электрических машин. В строительной отрасли инженеры используют

систему ELCUT для проведения тепловых расчетов при проектировании систем обогрева с помощью нагреваемых кабелей, специализированных и комбинированных систем контроля температуры, вентилируемых фасадов, ограждающих конструкций. Также ELCUT используется в медицине и биотехнологиях, например, для таких задач, как нагрев кожи человека импульсным полем или моделирование процессов в биологических тканях при протекании в них переменного тока.

ELCUT применим для расчета сверхпроводников, печатных плат, электрических машин, высоковольтных систем, кабелей и изоляционных материалов, устройств, конденсаторов, линий электропередач, трансформаторов, магнитопроводов и различных датчиков. Академические группы, научно-исследовательские центры применяют моделирование полей в ПО ELCUT для изучения разнообразных физических процессов и для разработки приборов и устройств, используемых в научных исследованиях.



ELCUT – отечественная разработка, представляющая собой замкнутую (полного цикла) полнофункциональную модульную систему расчета электрических, магнитных, температурных и упруго-деформированных полей методом конечных элементов. ELCUT обладает возможностью мультидисциплинарного моделирования, которое позволяет передавать решения задачи одного типа в качестве источника поля для задачи другого типа. Программные продукты ООО «Тор» включены в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных Минцифры РФ.



Концерн R-Про

03.03.2023

Рабочее совещание, посвященное обсуждению интеграции Цифровой платформы по разработке и применению цифровых двойников CML-Bench® и программной платформы «Рациональное производство», предназначеннной для анализа и оптимизации технологических процессов, проработки проектов модернизации, автоматизации, роботизации на стадии идеи, тестирования гипотез по улучшению показателей эффективности, наглядной демонстрации принципов работы предлагаемых решений и др.

Подписание договора по организации и проведению деловой программы ежегодного профессионального форума «Инженерное собрание России-2023».



АО «АСКОН»

02.05.2023

Рабочая встреча представителей ПИШ СПбПУ с генеральным директором АО «АСКОН» Максимом Богдановым, посвященная обсуждению приоритетных направлений сотрудничества, в частности, интеграции ПО «АСКОН» с Цифровой платформой CML-Bench®, а также использования профессиональных программных продуктов компании в обучении и научных исследованиях.

Также обсуждались вопросы участия компании в XIII Всероссийском съезде по теоретической и прикладной механике.



«Мы понимаем, что в настоящее время есть спрос на квалифицированных специалистов в области проектирования, конструирования, технологической подготовки производства, управления инженерными данными, обученных на наших программных продуктах. Соответственно, компания заинтересована сделать более массовым применение в Политехническом университете наших программных продуктов, выступающих как альтернатива зарубежному ПО, начиная с базовых инженерных дисциплин, которые преподаются студентам».

Максим Богданов, генеральный директор АО «АСКОН»



Департамент цифровых технологий Министерства промышленности и торговли РФ

05.06.2023

Визит директора департамента цифровых технологий Министерства промышленности и торговли РФ **Владимира Дождева** и заместителя директора департамента **Ивана Кузьменко**.

Презентация назначения, архитектуры, интерфейса, функциональных возможностей, примеров применения и направлений развития Цифровой платформы разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®.



«За последние годы в России в разы выросло количество студентов, обучающихся ИТ-дисциплинам. Основная задача теперь – повышение качества их подготовки. Важно, чтобы ИТ-специалисты обладали как теоретическими знаниями, так и практическими навыками, знали не только программирование, но и предметные области бизнеса. Считаем, что реализация совместных проектов с СПбПУ будет способствовать достижению этой цели и позволит вывести подготовку специалистов в области автоматизации и цифровизации бизнеса на новый уровень».

Борис Нуралiev, директор фирмы «1С»



Центр компетенций инженерного анализа и продуктовой разработки холдинга Т1

26.06.2023

Расширенное совещание с директором Центра компетенций инженерного анализа и продуктовой разработки холдинга Т1 **Александром Собачкиным** и руководителем направления **Алексеем Харитоновичем**. Обсуждение сотрудничества в области применения передовых программных продуктов для решения задач высокотехнологичной промышленности. Презентации по ключевым направлениям работы ПИШ СПбПУ и Т1, дискуссии и обсуждение направлений эффективного взаимодействия.

Презентация функциональных возможностей Цифровой платформы CML-Bench®, рассмотрение примеров ее индустриального применения для разработки цифровых двойников изделий и решения стоящих перед промышленностью фронтирных задач.

Среди возможных направлений совместной работы обсуждалась возможность проведения на базе СПбПУ обучающих курсов работе в различных САЕ-пакетах, а также перспективы привлечения специалистов холдинга Т1 в качестве консультантов при тестировании решения для инженерного анализа CADFlo. Стороны выразили заинтересованность в подготовке и подписании официального соглашения о взаимодействии.



Т1 – многопрофильный холдинг, один из лидеров российского ИТ-рынка, является партнером ключевых производителей и разработчиков в сфере информационных технологий. Т1 предоставляет полный спектр ИТ-услуг для реализации высокотехнологичных проектов с учетом отраслевой специфики заказчиков. В состав холдинга входят кластеры Т1 (компании Т1 Интеграция, Т1 Консалтинг, Т1 Cloud, Сервионика), МультиКарта, Т1.Аэро, Иннотех и Дататех, а также вендор НОТА и Т1 Цифровая Академия, которые обладают экспертизой в области системной интеграции, консалтинга, разработки ПО, сервисной поддержки и аутсорсинга, Big Data и машинного обучения, информационной безопасности, роботизации рутинных операций, процессной аналитики Process Mining, Интернета вещей.

Центр компетенций инженерного анализа и продуктовой разработки холдинга Т1 занимается разработкой продукта класса САЕ, смежных решений для систем автоматизированного проектирования (САПР, CAD), технологий управления жизненным циклом изделий (PLM).



«Коллектив Т1, как и команда ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», не только работает на уровне мировых стандартов, но и заывает их. Уверен, что нашим организациям разумно находить перспективы для сотрудничества. Ведь САЕ – это наукоемкая отрасль, которой необходима «подпитка» передовыми методами. Именно поэтому для нас столь важно научно-техническое сотрудничество с вузовской наукой, ведущими организациями академической и отраслевой науки. Кооперация с вами дает то самое «перекрестное опыление», которое необходимо для внедрения научных результатов в практическую жизнь предприятий-заказчиков».

Александр Собачкин, директор Центра компетенций инженерного анализа и продуктовой разработки холдинга Т1

Транспорт

Федор Конюхов, Виктор Симонов, Иван Меняйло

07.02.2023, 06.03.2023, 24.05.2023



Специалисты ПИШ СПбПУ участвуют в выполнении высокотехнологичных разработок в интересах путешественника, писателя, художника **Федора Конюхова** и его партнеров по проектам.

Первый проект посвящен задачам по улучшению технических характеристик оборудования для арктических экспедиций. **Федор Конюхов** и **Виктор Симонов** планируют трансарктический переход на собачьих упряжках из России в Канаду через точку географического Северного полюса. С учетом арктических условий предъявляются особые требования к рабочему оборудованию и саням, которым предстоит перевозить груз массой до 500 кг.

Общие задачи проекта были сформулированы во время визита выдающихся путешественников в СПбПУ в феврале этого года. Первым шагом в реализации проекта должна стать полная диагностика саней, которые в настоящее время используются для перемещения грузов и людей в арктических зонах. По итогам сканирования будет составлена цифровая модель, которая позволит определить направления оптимизации и механизмы улучшения требуемых характеристик.



В 2013 г. Федор Конюхов совместно с полярником Виктором Симоновым пересекли Северный Ледовитый океан на собачьей упряжке из точки географического Северного полюса до Канады (остров Уорд-Хант) за 46 дней. В настоящее время идет подготовка первого в мире трансарктического перехода от побережья до побережья через точку географического Северного полюса на чукотских ездовых собаках. Маршрут из России в Канаду проложен от Мыса Арктический (остров Комсомолец, архипелаг Северная Земля) до острова Уорд-Хант (Канада) и разбит на 2 этапа: 1 этап – Россия (остров Комсомолец) – Северный полюс; 2 этап – Северный полюс – Канада (остров Уорт Хант). Протяженность маршрута составит до 2000 км (с учетом дрейфа), продолжительность экспедиции – до 90 дней.



В марте Виктор Симонов вместе с представителями команды организаторов трансарктических переходов доставили в СПбПУ сани, которые в настоящее время используются для перемещения в арктической зоне, и детально рассказали, какие именно параметры необходимо оптимизировать.

Экспедиции в Арктике проходят в условиях, приближенных к экстремальным: многодневное пребывание на открытом пространстве с порывистым ветром при температуре минус 30–40°С. Первая задача, которую предстоит решить, – снизить общий вес саней при сохранении прочности и способности выдерживать эксплуатационные перегрузки. Также инженерам предстоит рассчитать оптимальные ширину и угол подъема полозьев, доработать общую форму конструкции, чтобы обеспечить саням более быстрый и плавный ход.



24 мая 2023 года состоялась торжественная церемония вручения Федору Конюхову мантии и диплома Почетного доктора СПбПУ.

После церемонии состоялось рабочее совещание, на котором обсудили второй совместный проект: создание воздушного шара и гондолы (кабины аэростата) для полета протяженностью более 5000 км над Россией уже в следующем году. Вторым пилотом Федора Конюхова в этом перелете станет президент Федерации воздухоплавательного спорта России, мастер спорта **Иван Меняйло**.

Инженеры ПИШ СПбПУ уже изучили лучшие разработки гондол, проанализировали мировой опыт реализации подобных конструкций и обсудили результаты с путешественниками. Далее инженерами-исследо-



вателями совместно со студентами ПИШ СПбПУ будет осуществлено математическое и компьютерное моделирование, проведены цифровые испытания и составлена рабочая конструкторская документация для изготовления изделия из композиционных материалов. В результате проектируемый летательный аппарат должен учитывать лучшие мировые практики и отвечать техническим характеристикам мирового уровня. Особое внимание разработчики уделяют вопросам эргономики кабины аэростата, чтобы сделать полет не только безопасным, но и комфортным.



Материал подготовлен совместно
с Управлением по связям
с общественностью СПбПУ



ООО «Лаборатория «Вычислительная механика», АО «Русская механика»

19.04.2023

Подписание трехстороннего соглашения между ПИШ СПбПУ, ООО «Лаборатория «Вычислительная механика» (высокотехнологичная инжиниринговая spin-out компания СПбПУ, стратегический партнер ПИШ СПбПУ) и АО «Русская механика» (крупнейший российский производитель легкой внедорожной техники) о сотрудничестве в области продвижения, развития, внедрения и применения передовых технологий для обеспечения инновационного развития промышленности, а также формирования компетенций, необходимых для выполнения ключевых комплексных научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических проектов. Ознакомительная экскурсия по производственным цехам АО «Русская механика» (г. Рыбинск, Ярославская область).



Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС)

08.06.2023

Подписание соглашения о сотрудничестве СПбПУ (подписал проректор по цифровой трансформации СПбПУ **Алексей Боровков**) и ИрГУПС (подписал ректор ИрГУПС **Юрий Трофимов**) в целях осуществления совместной деятельности в области продвижения, развития, внедрения и применения передовых технологий для обеспечения инновационного развития промышленности, компьютерного инжиниринга, проектно-конструкторских расчетов и 3D-моделирования, партнерских программ, формирования научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических проектов, продвижения инновационных разработок, продукции и наукоемких услуг, развития информационной структуры и др.



«Сегодня мы увидели, как вы решаете глобальные задачи крупных отечественных компаний, государственных корпораций и зарубежных предприятий. Наши задачи не менее интересные, сложные, их решение требует детальной проработки и индивидуального подхода. Однако, учитывая представленный спектр ваших компетенций, того научно-технического задела, который имеет университет, нам важно рассмотреть возможность расширить фокус сотрудничества до более крупных задач».

Леонид Можайко, генеральный директор АО «Русская механика»

Микроэлектроника и электротехника

АО «Курский электроаппаратный завод» (АО «КЭАЗ»)

20.03.2023

Рабочее совещание с участием представителей АО «КЭАЗ» – одного из крупнейших российских производителей электротехнических изделий. Темой встречи стало обсуждение перспектив сотрудничества и партнерства между АО «КЭАЗ» и ПИШ СПбПУ. Презентация основных сфер деятельности и проектов компании в области электроэнергетики, разработки электротехнического оборудования для строительно-монтажных организаций, атомных электростанций, метрополитенов и др.

Стороны договорились о создании рабочей группы, задачей которой будет подготовка соглашения о сотрудничестве и дорожной карты дальнейшего взаимодействия.



АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева»

10.04.2023

Рабочий визит для обсуждения сотрудничества АО «Решетнев» и СПбПУ в области подготовки кадров, проведения научных исследований и разработок. Посещение Института электроники и телекоммуникаций СПбПУ, научно-технологического образовательного пространства «ТВЭЛ – СПбПУ», Суперкомпьютерного центра «Политехнический», лаборатории легких материалов и конструкций, Международного научно-образовательного центра «Аддитивные технологии».

На итоговом совещании с участием генерального директора АО «Решетнев» Евгения Нестерова и ректора СПбПУ Андрея Рудского стороны подтвердили готовность сотрудничать в области микроэлектроники, аддитивных технологий и развития совместных образовательных программ.



«Мы хотели бы проложить путь стратегического партнерства в области цифровизации между крупнейшим российским производителем электротехнических изделий и ведущим техническим университетом страны, стать индустриальным партнером в области развития студенческих стартапов и организовать взаимодействие в части подготовки кадров для нашей компании».

Игорь Дубинников, управляющий директор АО «КЭАЗ»

Минпромторг России

16.03.2023

Визит заместителя министра промышленности и торговли РФ **Василия Шпака** в СПбПУ для знакомства с научными разработками и передовыми проектами, которые выполняют ученые НЦМУ СПбПУ, Высшей инженерно-физической школы (ВИФШ) Института электроники и телекоммуникаций (ИЭИТ) СПбПУ и ЦНТИ СПбПУ. В программе встречи:

- презентация экосистемы технологического развития СПбПУ «Передовые цифровые и производственные технологии» (проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ, НЦМУ СПбПУ и ЦНТИ СПбПУ **Алексей Боровков**);
- доклад об исследовании ВИФШ СПбПУ в сотрудничестве с Алферовским университетом и Сколтехом в рамках создания технологии производства эластичных светодиодных мембран на основе нитевидных нанокристаллов полупроводниковых соединений (директор ВИФШ ИЭИТ СПбПУ **Иван Мухин**);
- доклад о разработке ВИФШ СПбПУ электронных систем на основе микроэлектромеханических технологий (профессор ВИФШ СПбПУ, главный н.с. НИЛ управляемого термоядерного синтеза Физико-механического института СПбПУ **Платон Карасев**);
- доклад «Дизайн-центр проектирования интегральных схем – электронная компонентная

база и импортозамещение» (директор ИЭИТ СПбПУ, главный н.с. научной лаборатории «Микро- и наноэлектронные системы на кристалле» НЦМУ СПбПУ **Александр Коротков**);

- рассказ о технологии плазмохимической обработки алмаза, карбида кремния и кремния для создания микроэлектромеханических систем и устройств силовой микроэлектроники (заведующий НИЛ «Технологии материалов и изделий электронной техники» ЦНТИ СПбПУ **Артем Осипов**);
- представление перспективных разработок НТЦ «Нейропрогнозирование материалов и технологий электронной промышленности» НЦМУ СПбПУ, связанных с применением новых материалов в создании элементов функциональной электроники (ведущий н.с. НТЦ **Павел Габдуллин**);
- презентация проекта «Низкошумящий полупроводниковый детектор фотонов для систем квантовых коммуникаций» (доцент Высшей школы прикладной физики и космических технологий СПбПУ, н.с. лаборатории «Микро- и наноэлектронные системы на кристалле» НЦМУ СПбПУ **Николай Ушаков**).

Для перевода НИР на уровень промышленной технологии будет разработана соответствующая дорожная карта.



Научно-образовательная инфраструктура

CUSTIS (ООО «Заказные ИнформСистемы»)

17.03.2023



Рабочая встреча с целью обсуждения вопросов внедрения платформы MODEUS для поддержки образовательных процессов университета, разработчиком которой является компания CUSTIS. Представители компании:

- **Ирина Гордина**, заместитель генерального директора;
- **Виталий Тканов**, директор по стратегическому развитию платформы MODEUS;
- **Мария Смирнова**, руководитель продукта;
- **Ольга Вовк**, руководитель портфеля проектов;
- **Анна Ястребкова**, представитель ООО «Заказные ИнформСистемы».

Представители компании CUSTIS рассказали о стратегии формирования образовательного пространства в системе MODEUS. Участники обсудили генерацию системой MODEUS всей необходимой рабочей документации, автоматическую выгрузку нужной информации, дорожную карту дальнейшего взаимодействия.

По итогам встречи стороны договорились о внедрении образовательной системы MODEUS с текущего года в трех направлениях подготовки специалистов: магистратура ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», аспирантура СПбПУ и корпоративные образовательные программы СПбПУ.

26–28 октября 2022 года в Москве проходила II Всероссийская ИОТ-конференция, в ходе деловой программы которой состоялось подписание соглашения о сотрудничестве между ПИШ СПбПУ и CUSTIS. Соглашение подписали проректор по цифровой трансформации, руководитель ПИШ СПбПУ **Алексей Боровков** и генеральный директор CUSTIS **Владимир Рахтеенко**.

Предметом соглашения является сотрудничество сторон в сфере образовательной, научной и инновационной деятельности в рамках федерального проекта «Передовые инженерные школы», направленного на поддержку программ развития ПИШ, обеспечение прохождения практик и стажировок, в том числе в формате работы с наставниками, поддержка и реализация магистерских программ, созданных совместно с индустриальными партнерами, обеспечение повышения квалификации и дополнительного профессионального образования (ДПО) и др.



АО «ТВЭЛ» (ГК «Росатом»)

31.01.2023

31 января 2023 года состоялось торжественное открытие Научно-технологического образовательного пространства «ТВЭЛ – СПбПУ», созданного в рамках реализации программы ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг».

В мероприятии приняли участие президент АО «ТВЭЛ» **Наталья Никипелова**, советник президента АО «ТВЭЛ» **Ольга Оспенникова** и руководители предприятий топливного дивизиона Росатома, играющих ключевую роль в сотрудничестве с Петербургским Политехом: генеральный директор отраслевого интегратора «Русатом – Аддитивные технологии» (ООО «РусАТ») **Илья Кавелашвили**, делегация ООО «Центротех-Инжиниринг» во главе с генеральным директором **Виктором Бирюковым**. Петербургский Политех представляли ректор СПбПУ **Андрей Рудской** и проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ **Алексей Боровков**.



Площадка оснащена современным высокотехнологичным оборудованием и специализированным программным обеспечением, в первую очередь Цифровой платформой разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®, интерактивными комплексами опережающей подготовки инженерных кадров на основе передовых цифровых технологий.

В настоящее время в ПИШ СПбПУ ведется обучение по магистерской программе «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство», разработанной совместно с АО «ТВЭЛ» и предприятиями Топливной компании - ООО «Центротех-Инжиниринг» и НПО «Центротех». В 2022-2023 учебном году в магистратуре проходят обучение 24 человека. Темы магистерских диссертаций полностью соответствуют актуальным научно-техническим задачам госкорпорации «Росатом».





“

«Сотрудничество Топливной компании «ТВЭЛ» с Санкт-Петербургским политехническим университетом осуществляется на системной основе в рамках дорожной карты и включает широкий спектр научно-технологических и образовательных направлений, связанных в первую очередь с цифровым инжинирингом и платформенными решениями. «ТВЭЛ» является ключевым партнером Передовой инженерной школы СПбПУ. Мы совместно реализуем образовательную программу по подготовке магистров, поэтому открытие научно-технологического образовательного пространства в университете для комфортного и эффективного обучения магистрантов и подготовки инженеров, участвующих в решении актуальных научно-технических задач топливного дивизиона «ТВЭЛ», – следующий логичный этап».

Наталья Никиpelова, президент АО «ТВЭЛ»



”

«Создание в Передовой инженерной школе центра цифрового инжиниринга «ТВЭЛ - СПбПУ» на территории университета вместе с высокотехнологичной компанией - это важный элемент программы подготовки специалистов мирового уровня - как мы называем, инженерного спецназа - для конкретной отрасли и конкретной корпорации. Такой подход в полной мере позволит обеспечить вовлеченность магистрантов в работу инженерных команд, вести подготовку в рамках выполнения конкретных НИОКР, то есть без отрыва от реальной проектной деятельности. Уже в стенах вуза магистры ПИШ СПбПУ получат знания, умения и навыки в процессе решения фронтовых инженерных задач, впитают корпоративную культуру предприятия, в интересах которого выполняется работа».

Алексей Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ

03

достижения

- Государственные награды
- Федеральные гранты
- Премии экспертных сообществ
- Корпоративные премии
- Отраслевые конкурсы

**В СПбПУ создан
Центр трансфера
и импортозамещения
передовых цифровых
производственных
технологий**



31 марта 2023 года объявлены победители конкурсного отбора на создание и развитие центров трансфера технологий (ЦТТ) в рамках федерального проекта «Развитие масштабных научных и научно-технологических проектов по приоритетным исследовательским направлениям» национального проекта «Наука и университеты», реализуемого Минобрнауки России.

Программа ЦТТ СПбПУ «Центр трансфера и импортозамещения передовых цифровых производственных технологий» вошла в топ 5 рейтинга победителей конкурса.



Участники конкурсного отбора:
52 вуза и **6** НИИ

Оценка заявок:
16 показателей и **3** критерия

Победители:
20 программ создания и развития ЦТТ



Конкурсный отбор проводился в соответствии с Правилами предоставления из федерального бюджета грантов в форме субсидий на оказание государственной поддержки создания и развития центров трансфера технологий, осуществляющих коммерциализацию результатов интеллектуальной деятельности научных организаций и образовательных организаций высшего образования, утвержденными постановлением Правительства РФ от 16 июня 2021 г. № 916 (с изменениями, утвержденными постановлением Правительства РФ от 17 января 2023 г. № 31).

В период с 1 февраля по 5 марта 2023 года 52 вуза и 6 НИИ подготовили и подали заявки на участие в конкурсном отборе. Наибольшее количество заявок было зарегистрировано из столичных регионов, среди них 7 заявок – из Санкт-Петербурга. Также среди регионов с большим количеством участников конкурса были отмечены Краснодарский край, Белгородская, Новосибирская, Тамбовская и Томская области, республики Татарстан и Башкортостан.

На протяжении 2 недель (15.03.2023 – 30.03.2023) более 20 независимых экспертов оценивали каж-

дую заявку по 16 показателям и 3 критериям на их основе, в их числе:

- опыт участника конкурса в области трансфера технологий;
- квалификация работников участника конкурса, привлекаемых к реализации проекта;
- оценка программы развития ЦТТ, включая оценку рисков и финансового обеспечения реализации программы центра трансфера технологий.

По итогам конкурсного отбора 20 программ создания и развития ЦТТ были признаны победителями, в том числе – программа ЦТТ СПбПУ «Центр трансфера и импортозамещения передовых цифровых производственных технологий».

По критерию «опыт участника конкурса в области трансфера технологий» СПбПУ получил наибольшее число баллов – 41,83/50. Значительную роль сыграл научно-технологический задел СПбПУ и опыт деятельности в сфере разработки, трансфера и коммерциализации передовых научноемких технологий.



«Сегодня государство предпринимает беспрецедентные усилия по укреплению научно-технологического потенциала нашей страны, развитию передовой исследовательской инфраструктуры вузов и центров компетенций, синергии образования, науки, промышленности, бизнеса и государственных институтов, обеспечивающей технологический, экономический, политический, культурный суверенитет России.

И конечно, Петербургский Политех – как активный участник развития цифровой экономики (в первую очередь цифровой промышленности) и исполнитель по целому ряду ключевых федеральных программ и стратегических национальных инициатив, направленных на решение актуальных задач фундаментальной и прикладной науки, подготовку конкурентоспособных кадров, обеспечение глобальной конкурентоспособности отечественных высокотехнологичных предприятий, – заинтересован в масштабировании своего опыта и самом широком сотрудничестве с ведущими российскими предприятиями и организациями».

Андрей Рудской, ректор СПбПУ, академик РАН

ПОБЕДИТЕЛИ КОНКУРСНОГО ОТБОРА

1. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова (г. Москва);
2. Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (г. Москва);
3. Московский физико-технический институт (г. Москва);
4. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (г. Санкт-Петербург);
5. Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (г. Москва);
6. Санкт-Петербургский государственный морской технический университет (г. Санкт-Петербург);
7. Национальный исследовательский Томский политехнический университет (г. Томск, Томская область);
8. Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (г. Москва);
9. Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (г. Санкт-Петербург);
10. Тюменский государственный университет (г. Тюмень, Тюменская область);
11. Ульяновский государственный университет (г. Ульяновск, Ульяновская область);
12. Белгородский государственный технологический университет имени В.Г. Шухова (г. Белгород, Белгородская область);
13. Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций имени профессора М.А. Бонч-Бруевича (г. Санкт-Петербург);
14. Ярославский государственный технический университет (г. Ярославль, Ярославская область);
15. Институт синтетических полимерных материалов имени Н.С. Ениколопова Российской академии наук (г. Москва);
16. Самарский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения РФ (г. Самара, Самарская область);
17. Тихоокеанский государственный университет (г. Хабаровск, Хабаровский край);
18. Уфимский университет науки и технологий (г. Уфа, Республика Башкортостан);
19. Федеральный Научный агротехнологический центр ВИМ (г. Москва);
20. Московский технический университет связи и информатики (г. Москва).

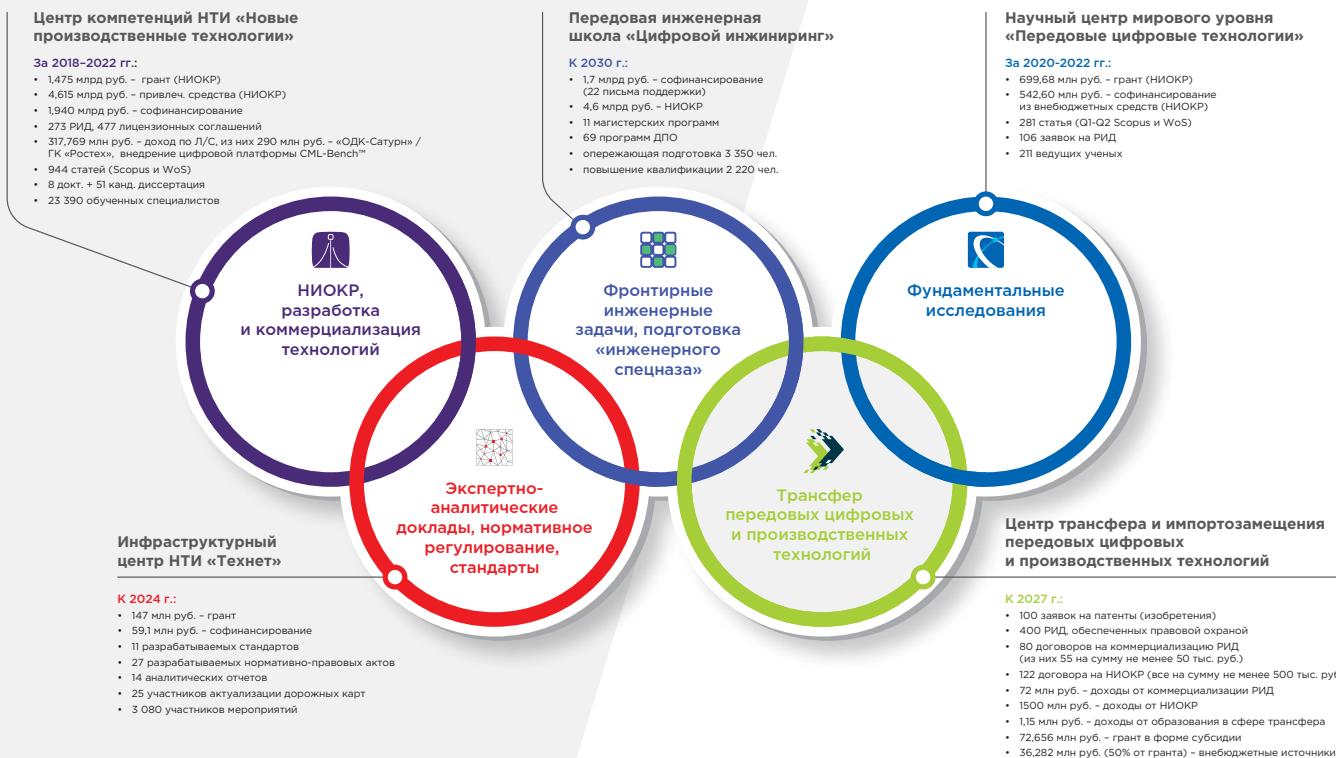


СПбПУ является национальным лидером в области развития и применения сквозных цифровых технологий по направлению «Новые производственные технологии», единственным в России вузом, на базе которого создано пять федеральных структур:

1. Центр компетенций Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» (Центр НТИ СПбПУ);
2. Научный центр мирового уровня «Передовые цифровые технологии» (НЦМУ СПбПУ);

3. Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг» (ПИШ СПбПУ);
4. Инфраструктурный центр НТИ по направлению «Технет» (передовые производственные технологии) (Инфраструктурный центр НТИ «Технет»);
5. Центр трансфера и импортозамещения передовых цифровых производственных технологий (ЦТТ СПбПУ).

ЭКОСИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СПБПУ (ФЕДЕРАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ)



«Главной целью Центра трансфера и импортозамещения передовых цифровых производственных технологий станет обеспечение технологического суверенитета и опережающего развития высокотехнологичных отраслей промышленности путем трансфера научноемких технологий в сфере системного цифрового инжиниринга, разработки и применения цифровых двойников, новых материалов, аддитивных технологий, умных производственных технологий, разрабатываемых на базе стратегических консорциумов и сетевого взаимодействия.

Важно, что в основе деятельности ЦТТ СПбПУ лежит большой научно-технологический задел в области передовых цифровых и производственных технологий, сформированный в Санкт-Петербургском политехническом университете в течение последних 10 лет».

Алексей Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ЦТТ СПбПУ, ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии», Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» и Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ

Благодаря успешному формированию экосистемы технологического развития, объединяющей глубокие фундаментальные и прикладные знания, уникальные компетенции и многолетний опыт трансфера технологий, Петербургскому Политеху удалось достичь органичной конвертации научно-технологического и производственного опыта в эффективные проекты для высокотехнологичной промышленности.

С учетом инновационных площадок, созданных на базе СПбПУ, задача по созданию связующего звена в формате ЦТТ СПбПУ является ключевой в ускорении инновационного цикла конкурентоспособных разработок от идеи до промышленного внедрения технологий. Главная цель ЦТТ СПбПУ как части экосистемы технологического развития университета – коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности структурных подразделений экосистемы и ее ресурсов, в первую очередь Цифровой платформы разработки и применения цифровых двойников CML-Bench®, а также привлечение новых НИОКР по заказам высокотехнологичных компаний и корпораций – партнеров СПбПУ.

Финансирование программы ЦТТ СПбПУ «Центр трансфера и импортозамещения передовых цифровых производственных технологий» запланировано в объеме 72,656 млн руб. из средств гранта и 36,282 млн руб. из внебюджетных источников. Выделенные средства будут направлены на решение пяти задач:

1. Трансформация деятельности в сфере трансфера технологий с ориентацией на стратегическое конкурентное поведение в части прогнозирования

ния развития технологий, планирования и реализации мероприятий по созданию технологий, их коммерциализации и стратегического управления интеллектуальной собственностью.

2. Формирование квалифицированного спроса на технологии в сфере цифрового инжиниринга, разработки и применения цифровых двойников, новых материалов и аддитивных технологий, умных производственных технологий, продвижение результатов научно-технической деятельности консорциумов и партнеров.
3. Трансформация правовых, организационных и технических условий осуществления деятельности в сфере трансфера технологий.
4. Содействие в привлечении инвестиций для реализации инновационных проектов.
5. Развитие национальной системы трансфера технологий и ее участников (высокотехнологичные предприятия, органы государственной власти, институты развития, научно-исследовательские организации, вузы и пр.).

Общий объем финансирования на создание и развитие всех центров трансфера технологий в 2023 году составит более 237 млн рублей, в 2024 году – более 404 млн рублей. Срок предоставления грантов – 4 года.



«Реализация программы ЦТТ СПбПУ соответствует стратегической цели СПбПУ: модернизация и развитие университета как глобально конкурентоспособного научно-образовательного центра, интегрирующего мультидисциплинарные научные исследования и технологии мирового уровня и эффективно осуществляющего их трансфер».

У нас есть необходимые ресурсы и инфраструктура, перед нами стоят важнейшие технологические задачи, формулируемые индустриальными партнерами, а также целый ряд задач, связанных с оптимизацией самого процесса трансфера передовых технологий в России».

*Олег Рождественский, заместитель руководителя
ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»*





По итогам объявления результатов конкурса сразу на нескольких площадках состоялись мероприятия, посвященные деятельности центров трансфера технологий. Участниками и спикерами серии мероприятий стали представители ЦТТ СПбПУ.

24 мая 2023 года в Сколковском институте науки и технологий состоялась рабочая встреча с руководителями ЦТТ, организатором которой выступило Министерство науки и высшего образования РФ.

Рабочее совещание прошло в формате питч-сессии руководителей центров с участием заместителя министра Минобрнауки России **Дарьи Кирьяновой**, директора департамента развития технологического предпринимательства и трансфера технологий Минобрнауки России **Олега Чурилова** и др. Более 40 человек, в том числе заместитель руководителя ЦТТ СПбПУ **Ольга Афанасьева**, обсудили лучшие практики управления результатами интеллектуальной деятельности.

Об успешных кейсах трансфера передовых цифровых и производственных технологий в ведущем техническом университете страны заместитель руководителя ЦТТ СПбПУ рассказала в рамках I Петербургского международного молодежного саммита техноброкеров, изобретателей и рационализаторов IpTech, который состоялся в Санкт-Петербурге 24-26 мая 2023 года.

По итогам выступления Ольга Афанасьева была удостоена благодарности за активное участие в мероприятии, а также презентацию колossalного опыта Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого в области трансфера технологий.



Ведущий научный сотрудник ПИШ СПбПУ Моханад Сабри получил грант Правительства Санкт-Петербурга



Лаборатория самовосстанавливающихся конструкционных материалов Центра НТИ СПбПУ основана в 2020 году при участии нескольких международных инженерно-исследовательских команд. Ключевая деятельность заключается в разработке научно обоснованных решений для импортозамещения и экспорт ориентированного производства. Лаборатория является частью структур Центра НТИ СПбПУ и НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии». Основные направления исследований: новые строительные материалы, конструкции, климат-адаптивные технологии и системы, префабрикация, аддитивные технологии, энергоэффективность, огнестойкость.

На текущий момент в портфолио лаборатории входят более 20 выполненных и находящихся

В декабре 2022 года в рамках Ассамблеи молодых ученых и специалистов в Санкт-Петербурге состоялось торжественное награждение студентов, аспирантов, молодых ученых и кандидатов наук за высокие достижения в обучении, исследовательских работах и разработке научных проектов. Среди победителей – ведущий научный сотрудник лаборатории самовосстанавливающихся конструкционных материалов Центра НТИ ПИШ СПбПУ Моханад Сабри.

на этапе реализации проектов, среди которых «Самовосстанавливающиеся конструкционные материалы», «Бетоны с безобжиговым зольным гравием», «Климат-адаптивные конструкции и системы конструктивного энергосбережения», «Префабрикация. Модульные конструкции здания и сооружений», «Аддитивное строительное производство (3D печать)», «Онлайн-калькулятор «ТехноНИКОЛЬ», «Двухфазное течение в трубопроводе», «Снижение металлоемкости конструкции», «Расчетный анализ телескопической мачты при различных ветровых и весовых нагрузках» и многие другие.

Всего финансовую поддержку в виде стипендий Правительства Санкт-Петербурга, грантов и субсидий получили более 900 человек.

Представители СПбПУ выиграли гранты Фонда Владимира Потанина

В феврале 2023 года Фонд Потанина определил победителей конкурсов для преподавателей и студентов магистратуры. В их числе – 15 магистрантов СПбПУ, в том числе студентка ПИШ СПбПУ, и сотрудники Центра НТИ «Новые производственные технологии» ПИШ СПбПУ.

В конкурсе для преподавателей магистратуры приняли участие 1023 представителя 58 университетов страны. Размер каждого гранта составил до 500 тысяч рублей, гранты предоставляются на разработку магистерской программы, учебного курса или на внедрение новых образовательных практик.

По результатам конкурса было объявлено 150 победителей, в число которых вошли сотрудники Центра НТИ «Новые производственные технологии» ПИШ СПбПУ, преподаватели Института компьютерных наук и технологий (ИКНТ) СПбПУ:

- Алексей Гинцяк, заведующий лабораторией «Цифровое моделирование индустриальных систем» и научный сотрудник лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» Центра НТИ СПбПУ, старший преподаватель Высшей школы киберфизических систем и управления ИКНТ СПбПУ;
- Инна Селедцова, научный сотрудник лаборатории «Цифровое моделирование индустриальных систем» Центра НТИ СПбПУ, старший преподаватель Высшей школы киберфизических систем и управления ИКНТ СПбПУ.



Проект Алексея Гинцяка – интерактивный онлайн-курс по теории игр в управлении инновационными процессами, который станет частью подготовки магистрантов Института компьютерных наук и технологий СПбПУ по направлению «Инноватика», а также элементом индивидуальной образовательной траектории для магистрантов других направлений.

Инна Селедцова разработает углубленный курс по управлению высокотехнологичными цифровыми продуктами для студентов магистратуры. В дополнение к образовательному контенту онлайн-курса будет создан продуктовый симулятор, который поможет студентам научиться принимать решения на основании данных при выборе стратегии развития продуктов, и запущен подкаст о практиках продуктового подхода в вузах России.





В стипендиальной программе конкурса в этом году участвовали более 6000 студентов из 75 вузов. Конкурс проходил в два этапа. Первый этап – заочный, на основании письменной заявки, включающей описание персональных планов, жизненной позиции, эссе на тему предполагаемой магистерской диссертации и ответы на другие вопросы. Во втором этапе конкурса участвуют соискатели, успешно прошедшие первый этап. Этот этап включает деловые игры, интервью, решение кейсов и другие групповые или индивидуальные форматы. Во втором этапе конкурса по результатам заочной экспертизы приняли участие 2000 магистрантов.

Победителями конкурса, направленного на поддержку лучших студентов магистратуры, стали 15 учащихся Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, которые будут получать ежемесячную именную стипендию Владими-

ра Потанина в размере 25 тысяч рублей, начиная с февраля 2023 года и до окончания их обучения в магистратуре.

Стипендиатами от Политеха стали Дмитрий Быков, Всеволод Гайдук, Анастасия Горбачева, Николай Екимов, Анастасия Комиссарова, Мария Лебедева, Виктория Наумова, Лаура Наурзбаева, Дмитрий Новиков, Юлия Попова, Анна Ровбо, Анастасия Савина, Максим Смирнов, Талиб Фарзиев, Дарья Шабунина.

Одна из победителей – **Анна Ровбо**, студентка 1 курса магистратуры Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг», участница инженерных чемпионатов и конференций, призер финала Всероссийского международного металлургического чемпионата Metal Cup, победитель олимпиады «Я – профессионал» и программы «УМНИК».



«Сейчас я развиваю проект „Разработка термодинамического моделирования поведения висмута и сульфида марганца в автоматных сталях“ и планирую подать заявку в Фонд содействия инновациям „Студенческий стартап“, чтобы получить финансирование на развитие научной работы. После защиты магистерской диссертации хочу приступить к написанию кандидатской».

Анна Ровбо, студентка 1 курса магистратуры
ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

Молодые специалисты Инженерного центра (CompMechLab[®]) СПбПУ стали победителями и призерами соревнования «Кубок Ректора 2023»

6 марта 2023 года в СПбПУ прошел финал XVII инженерных соревнований «Кубок Ректора 2023» – ежегодного мероприятия, предоставляющего студентам Петербургского Политеха возможность применить полученные знания на практике в увлекательной форме. Среди победителей конкурса – молодые специалисты Инженерного центра (CompMechLab[®]) СПбПУ.

Соревнования проходили в двух направлениях:

- **Case Study** – теоретическая задача, направленная на решение определенной проблемы;
- **Innovative Design** – креативная составляющая конкурса: участникам необходимо было создать или улучшить уже имеющийся технологический прототип какого-либо объекта.

Благодаря двум направлениям в соревнованиях смогли попробовать свои силы не только студенты технических специальностей, но и все желающие.

Активное участие в конкурсе приняли сотрудники Инженерного центра (CompMechLab[®]) СПбПУ. Капитаном команды-победителя СОПД (состав команды: **Олег Гаврилов**, **Павел Востряков**, **Денис Стрижкин**) выступил лаборант отдела перспективных разработок в двигателестроении рабочей группы прочности в ГТД Инженерного центра (CompMechLab[®]) СПбПУ **Николай Кабин**. На протяжении трех недель команда решала кейс от компании «ARMAN системная интеграция» по разработке конструкции диспетчерского пульта и дополнительных модулей в направлении конкурса Innovative Design.

Второй стала команда DreamDesign, в состав которой также вошли специалисты Инженерного центра (CompMechLab[®]) СПбПУ: **Милитта Колесникова** (капитан команды), **Дарья Асташо-**

ва

и **Артур Асылгужин**, которые являются лаборантами рабочей группы явной динамики и ROM-моделирования отдела перспективных разработок в двигателестроении.

Каждой команде также предлагалось выполнить одно из дополнительных заданий – минилек, где оценивалась креативность, оригинальность, приложенные усилия и эффективность. Участникам необходимо было спроектировать зонт, который не надо держать в руках, и будильник, после звонка которого уже не заснуть. Любая команда могла представить одно решение для каждого задания, но в итоге учитывалось задание с лучшим результатом. В данном состязании безоговорочную победу одержала команда СОПД под руководством Николая Кабина.



Компания «Газпром нефть» наградила руководителя проектов НТК «Новые технологии и материалы» ПИШ СПбПУ Ивана Алфимова за вклад в развитие организации

Сотрудник научно-технологического комплекса (НТК) «Новые технологии и материалы» Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг», руководитель проектов по работе с функцией добычи, бурения и внутристкважинных работ Иван Алфимов получил награду за высокий вклад в развитие ПАО «Газпром нефть».

Торжественная церемония награждения, приуроченная ко Дню науки, состоялась 10 февраля 2023 года на базе ООО «Газпромнефть НТЦ».

На официальном мероприятии присутствовали первые лица компании: директор по технологическому развитию ПАО «Газпром нефть» **Алексей Вашкевич** и заместитель генерального директора Научно-технического центра (НТЦ) «Газпром нефть» **Вероника Филимонова**. Также в церемонии приняли участие специалисты локальных научных и инженерных подразделений компании.

В период с 2021 по 2022 год Иван Алфимов руководил серией проектов, в ходе реализации которых удалось решить сложные научноемкие задачи, полу-

чить применимый результат и разработать технологии, используемые сегодня для разработки Тазовского нефтегазоконденсатного месторождения, Бованенковского месторождения и других. Также впервые был организован выезд сотрудников НТК на морскую ледостойкую стационарную платформу «Приразломная» на шельфе Арктики, где в течение двух месяцев реализовывался проект и проводились опытно-промышленные испытания по оценке защитных свойств ингибиторов коррозии в системе нефтеподготовки сырой нефти.

В 2022 году представители ПАО «Газпром нефть» и СПбПУ утвердили долгосрочную стратегию сотрудничества двух организаций и выстроили функциональное взаимодействие.

Важно отметить, что ПАО «Газпром нефть» второй год подряд награждает сотрудников структурных подразделений, входящих в экосистему технологического развития СПбПУ: в 2022 году награды получили исполнительный директор НТК «Новые технологии и материалы» ПИШ СПбПУ **Никита Шапошников** и инженер-исследователь НТК **Иван Голубев**.



Владимиру Ядыкину вручили памятный знак к 10-летию Стройкомплекса атомной отрасли

Заведующий лабораторией «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» Владимир Ядыкин удостоен памятного знака и диплома в честь десятилетия строительного комплекса атомной отрасли (СКАО) за активную работу в области подготовки высококвалифицированного кадрового состава.

Лаборатория образовалась в 2013 году как межинститутская лаборатория для реализации комплексных проектов. Ее основу составляют специалисты в области физики, математики, химии, материаловедения, энергетики и компьютерных технологий.

Специалисты лаборатории выполняют исследования по трем основным направлениям:

- создание суперконструкционных композитных материалов и технологий их переработки;
- аэродинамика для создания современных газотурбинных установок и компрессорного оборудования;
- информационное моделирование инженерных объектов.

Основные показатели деятельности лаборатории за 2022 год:

- Общее количество сотрудников лаборатории – 78 человек, среди которых 48 научных сотрудников, в том числе 10 докторов наук и 17 кандидатов наук.
- Более 60 публикаций в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science. В 2020–2022 гг. опубликовано более 190 результатов научных исследований.
- Объем привлеченных внебюджетных средств по заказам высокотехнологичной промышленности за год составил более 90 млн рублей, за три года – более 140 млн рублей.
- Количество реализованных проектов за год – 6, за три года – 12.

- В 2020–2022 гг. зарегистрировано более 12 результатов интеллектуальной деятельности.
- Ключевые индустриальные партнеры: АО «РКЦ Прогресс», АО «Композит», АО «Юматекс», АО «Турбохолод», АО «ЦНИИМАШ», АО «Силовые машины», ПАО «НПО Прибор».



Проект научной группы Алексея Боровкова выиграл грант Российского научного фонда

Проект СПбПУ «Исследование физико-механических свойств аддитивно производимых мета-биоматериалов для тканевой инженерии» победил в Конкурсе на получение гранта Российского научного фонда.

Исследование ведет научная группа Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab[®]) СПбПУ, в которую входят ведущий научный сотрудник ИЦ ЦКИ, профессор, д-р физ.-мат. наук **Леонид Маслов**, руководитель направления «Прикладные исследования и разработки» ИЦ ЦКИ **Михаил Жмайло**, инженер-исследователь, аспирант **Федор Тарасенко** и другие сотрудники.

Руководитель научной группы – **Алексей Боровков**, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ, НЦМУ СПбПУ, Центра НТИ СПбПУ и Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ.

Проект научной группы предусматривает изучение механических и биофизических характеристик аддитивно производимых металлических мета-биоматериалов, предназначенных для применения в качестве заменителей костной ткани и элементов ортопедических имплантатов, и их перспективного применения в регенеративной медицине (или тканевой инженерии). Проект включает цифровое проектирование имплантатов с использованием новых пер-

спективных мета-биоматериалов с настраиваемыми физико-механическими свойствами создаваемых каркасных структур, обеспечивающих эффективное врастание ткани в имплантат для замещения значительных дефектов костных элементов скелета человека.

Исследование предполагает разработку новых высокоадекватных математических моделей аддитивно производимых материалов и высокоадекватных компьютерных моделей биомеханической системы, включающей тазовые и бедренные кости и полный эндопротез тазобедренного сустава, выполненный из титана с помощью 3D-печати.

Срок выполнения проекта – три года (2023–2025 гг.). По результатам каждого года будут подготовлены научные публикации.

Всего в рамках конкурса поддержано 585 проектов, которые будут реализованы в 2023–2025 годах с последующим возможным продлением срока выполнения на один или два года. Полный перечень опубликован на официальном сайте РНФ. Размер гранта – до 7 млн рублей ежегодно.



«Достижение целей проекта позволит внести вклад в развитие современной механики материалов и биомеханики, цифровых технологий проектирования сложных механических систем, обеспечивает формирование научного фундамента регенеративной персонализированной медицины и способствует решению ключевых проблем высокотехнологичного кастомизированного эндопротезирования. В конечном итоге это позволит повысить качество создаваемой продукции медицинского назначения, качество оказываемой медицинской помощи и качество жизни пациентов».

Леонид Маслов, ведущий научный сотрудник
Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга»
(CompMechLab[®]) СПбПУ

Команда ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» стала лауреатом премии Правительства Санкт-Петербурга

Авторский коллектив ПИШ СПбПУ стал лауреатом премии «В области интеграции образования, науки и промышленности» за совместную научно-образовательную программу ПИШ СПбПУ и НПО «Центротех» (АО «ТВЭЛ» / ГК «Росатом») «Цифровой инжиниринг в атомной промышленности».



Программа является частью направления подготовки 15.04.03 «Прикладная механика» (15.04.03_07 «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство») с уклоном в специфику атомного машиностроения. Обучение по программе проходят две группы студентов (22 человека).

Рабочая группа, ответственная за разработку и реализацию образовательной программы:

- **Николай Ефимов-Сойни**, начальник отдела энергетического машиностроения Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ;
- **Алексей Глазунов**, заместитель генерального директора – главный конструктор по цифровому моделированию ООО «Центротех-Инжиниринг»;
- **Дарья Ожгибесова**, специалист отдела энергетического машиностроения Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ.

Программа ПИШ СПбПУ и АО «ТВЭЛ» направлена на развитие инженерного образования через решение реальных задач атомной промышленности и энергетического машиностроения. Магистранты ПИШ СПбПУ проходят обучение на передовых проектах, которые выполняют инженеры ПИШ СПбПУ и ООО «Центротех-Инжиниринг». В процессе обучения в магистратуре часть студентов трудоустраиваются в подразделения ГК «Росатом», погружаясь в общую специфику отрасли и конкретного предприятия.

Темы магистерских диссертаций соответствуют основным направлениям деятельности ООО «Центротех-Инжиниринг» и топливной компании «ТВЭЛ» госкорпорации «Ростех».

За каждым студентом закреплены два наставника: со стороны ПИШ СПбПУ и предприятия. Такой подход позволяет молодому специалисту приобрести навыки командной работы над сложными и комплексными задачами, а рабочей группе – полу-

чить свежий взгляд со стороны, что так же важно для достижения новых качественных результатов.

Разработка образовательных программ является одним из результатов системного сотрудничества ПИШ СПбПУ и АО «ТВЭЛ» по целому ряду направ-

лений. Сразу семь дивизионов ГК «Росатом» поддержали программу ПИШ СПбПУ, а цифровые технологии в атомной отрасли выбраны в качестве одного из ключевых направлений научно-технологических исследований и разработок Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг».



«Наставничество инженеров с многолетним опытом помогает студентам чувствовать уверенность в работе над передовыми проектами. Подобная интеграция реальных задач промышленности в программы магистратуры представляет собой новый подход к инженерному образованию, в результате которого у студентов формируется комплексное инженерное мышление в проектной деятельности по фронтальным инженерным задачам. Атомная отрасль получает специалистов с высокой мотивацией, которые владеют не только современными технологиями компьютерного моделирования, но и обладают знаниями в области передовых производственных технологий в целом».

*Алексей Глазунов, заместитель генерального директора – главный конструктор по цифровому моделированию
ООО «Центротех-Инжиниринг»*



«Очень важно делиться практическим опытом с молодыми и будущими специалистами, нельзя оставлять их без опоры и возможности задать вопрос, особенно если речь идет о сложных задачах реального производства. Еще лучше, когда стираются границы «студент – преподаватель» и получается команда, перед которой стоит цель – выполнить работу. Работу, которая принесет пользу и не «ляжет в стол». Студенты не боятся принимать решения, учаться их обосновывать, перенимают необходимые опыт и практику, формируют свой подход к решению новых для них задач. Таким образом будущие специалисты адаптируются к инженерной деятельности, готовятся к самостоятельному росту и развитию, что крайне ценно и востребовано».

Дарья Ожигибесова, специалист отдела энергетического машиностроения Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ



«Сотрудничество подразделений «Росатом» и СПбПУ показало себя очень плодотворным не только с точки зрения образования в рамках магистратуры. Для развития инженерных навыков уже опытных специалистов корпорации был сформирован зеркальный инжиниринговый центр «Центротех-Инжиниринг – СПбПУ», в котором за счет совместной проектной работы происходит трансфер знаний и навыков, что в то же время четко и ясно ложится в принципы организации командной работы в образовательном процессе студентов».

Николай Ефимов-Сойни, начальник отдела энергетического машиностроения Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ

Магистрант ПИШ СПбПУ Александр Коряков вошел в число победителей конкурса грантов для студентов и аспирантов Санкт-Петербурга



Комитет по науке и высшей школе провел в 2023 году конкурс грантов для студентов и аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга. Одним из победителей конкурса стал магистрант ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» Александр Коряков

К участию в конкурсе были приглашены студенты и аспиранты очной формы обучения, граждане Российской Федерации (студенты до 35 лет включительно и аспиранты до 36 лет включительно). Каждый участник конкурса мог подать не более одной заявки. Основной целью конкурса является развитие научной деятельности молодежи.

Конкурс проводился по следующим направлениям:

- гуманитарные науки;
- естественные и точные науки;
- **технические науки;**
- медицинские науки;
- культура и искусство.

Для подачи заявки на конкурс требуется приложить свою работу, список публикаций и рекомен-

дацию научного руководителя. Конкурс проводится раз в год. Сектором молодежных научных конкурсов в СПбПУ организована централизованная подача заявок.

Александр обучается по программе ПИШ СПбПУ «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство» и вошел в число победителей конкурса с проектом «Анализ факторов эффективности применения 3D-печати в различных сферах машиностроительного производства». В работе были рассмотрены примеры применения аддитивных технологий в различных отраслях машиностроительного комплекса в соответствии со спецификой изготавливаемых изделий, разнообразием исходных материалов и задачами их производства. При подготовке статьи был использован опыт работы с 3D-печатью, полученный во время прохождения практики на предприятиях госкорпораций «Ростех» и «Росатом».



04

УНИВЕРСИТЕТ 4.0: ПОДГОТОВКА КАДРОВ

- Новые онлайн-курсы
- Магистерские программы
- Корпоративные образовательные программы
- Тематические интенсивы
- Технологические стартапы
- Производственная практика

Российско-белорусская Школа по искусственному интеллекту и цифровым технологиям



С 17 по 30 апреля 2023 года в Передовой инженерной школе СПбПУ «Цифровой инжиниринг» проходило масштабное мероприятие для студентов российских и белорусских вузов – Школа по искусственному интеллекту и цифровым технологиям.



МИНИСТЕРСТВО
РОССИИ
ПО ОБРАЗОВАНИЮ
и науке

СОЦИО ЦЕНТР

Передовые инженерные школы

ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский государственный университет
Петра Великого

ЦИФРОВОЙ ИНЖЕНЕРИНГ
ПОД СТАМ

Школа по инженерным наукам

Союзного
государства

17-30 апреля 2023 года

#Санкт-Петербург

#ПИШ_СПбПУ_ЦифровойИнженеринг



2 недели образовательных, проектных и культурных мероприятий



4 технических модуля в программе интенсива



16 российских и белорусских вузов



100+
студентов



Образовательная программа была реализована в рамках проекта «Школа по инженерным наукам», направленного на укрепление связей между молодыми инженерами и углубление взаимодействия в рамках Союзного государства России и Беларусь, при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Социоцентра, Международных служб СПбПУ и Центра по работе с абитуриентами СПбПУ.

Школа проводилась для студентов 4 курса бакалавриата, проходящих обучение по направлениям «Прикладная механика», «Механика и математическое моделирование», «Прикладные математика и физика», «Машиностроение», «Технологические машины и оборудование», «Мехатроника и робототехника», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Управление в технических системах» и другим смежным инженерно-техническим специальностям.

Студенты получили уникальную возможность повысить уровень профессиональных знаний, разработать и реализовать совместные проекты, познакомиться с преподавателями ведущего технического

вузу России, получить консультацию по поступлению в магистратуру, а также стать частью молодого инженерно-технического комьюнити.

На протяжении двух недель более 100 студентов обучались по четырем направлениям профессиональной подготовки:

- практикум по автономному и беспилотному транспорту;
- проектная лаборатория по проектированию на основе топологической оптимизации, компьютерного инжиниринга и 3D-печати;
- практикум по VR;
- лаборатория по цифровой трансформации и бережливому производству.

17 апреля состоялось торжественное открытие Школы. Участников поприветствовали заместитель министра науки и высшего образования РФ **Дмитрий Афанасьев**, и.о. директора ФГАНУ «Социоцентр» **Андрей Келлер**, ректор СПбПУ, академик РАН **Андрей Рудской** и проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ **Алексей Боровков**.



«Хочу выразить огромную благодарность от лица министерства науки и высшего образования России организаторам мероприятия. Идея создать образовательный интенсив с участием двух стран была предложена студентами на встрече с Президентом России. Несколько вузов, в том числе и СПбПУ, за короткое время проделали огромную работу по организации Школы. Использование цифровых технологий и искусственного интеллекта – один из важнейших вопросов современной промышленности, поэтому очень важно, что именно данный вопрос лег в основу программы обучения».

*Дмитрий Афанасьев, заместитель министра науки
и высшего образования РФ*



«Сегодня положено начало российско-белорусскому проекту «Школа по инженерным наукам», который будет реализован сразу на трех площадках: в СПбПУ, Новгородском государственном университете им. Ярослава Мудрого и Псковском государственном университете. Всего в инженерных школах участвуют более 300 студентов – представителей ведущих университетов Беларуси и России. Проект направлен на объединение компетенций, которые сформированы в рамках инженерной деятельности. Политех Петра Великого – первый в списке технических вузов России по компетенциям в области цифрового инжиниринга, моделирования и взаимодействия с индустриальными партнерами».

Андрей Келлер, и.о. директора Социоцентра



«Обмен знаниями и компетенциями между нами, двумя братскими народами, очень важен. Как сказал великий питерский поэт Александр Городницкий, 90 лет которого мы праздновали в прошлом месяце, «родство по крови образует стаю, родство по слову – создает народ». Все вы вместе создаете будущее промышленного сектора и технологий союзного государства России и Беларуси».

Андрей Рудской, ректор СПбПУ, академик РАН



Программа первого дня Школы по искусственному интеллекту и цифровым технологиям открылась лекцией президента Российского союза промышленников и предпринимателей (РСПП), Почетного доктора СПбПУ **Александра Шохина**. Лекция была посвящена перспективам экономического сектора России в условиях санкций, процессам его адаптации и возможностям развития.



«Что касается экономической ситуации в стране, наши прогнозы на 2023 год становятся все более и более оптимистичными. Тем не менее, серьезные кадровые вопросы до сих пор остаются нерешенными. Сейчас мы наблюдаем дефицит квалифицированных сотрудников, окончивших как университеты, так и учреждения среднего профессионального образования. Наша страна разрабатывает специальные программы для достижения технологического лидерства, в том числе направленные на возвращение молодых перспективных инженерных кадров».

Александр Шохин, президент РСПП

Первый модуль образовательной программы, посвященный автономному беспилотному транспорту, открыло вступительное занятие, преподавателями которого стали инженер лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ **Эдуард Джужуев** и студент 4 курса Института среднего профессионального образования СПбПУ **Вагиф Эфендиев**. Занятие было посвящено сферам применения автономного транспорта и рассмотрению в качестве примера модели Сверхкомпактного Автономного Робота-Автомобиля (СКАРА), разработанной в лаборатории «Цифровое моделирование индустриальных систем» (ЦМИС) ПИШ СПбПУ. Слушатели изучили входящие в состав автономного автомобиля устройства, их назначение и возможные варианты дополнения и замены, ознакомились с операционной системой робота ROS (Robot Operating System), изучили основы написания кода под ROS на языках программирования Python и C++, проанализировали исходный код СКАРА как одну из возможных реализаций программных компонен-

тов автономного автомобиля, рассмотрели описание устройства с использованием URDF и XML, разобрали список узлов и их назначение в системе.





Темой второго модуля стали технологии виртуальной и дополненной реальности. Занятия провела команда VR-разработчиков лаборатории «Промышленные системы потоковой обработки данных» (ПСПОД) ПИШ СПбПУ - **Александр Купцов, Никита Шерепа, Олеся Прохорова, Полина Рубинова, Алексей Ундовский и Ангелина Сенькина**. Обучение было построено на основе VR-технологий, созданных в лаборатории ПСПОД совместно с другими подразделениями СПбПУ в рамках программы повышения качества образования и подготовки кадров ПАО «Газпром» и СПбПУ.

На занятиях участники изучили виртуальные лаборатории компрессоров и гидропривода, виртуальные стенды для лабораторных работ по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности», инструменты управления предметами в виртуальной среде, технологии создания подобных систем, попробовали самостоятельно смоделировать некоторые компоненты в области 3D-разработки.

В рамках третьего модуля студенты российских и белорусских вузов изучили основы компьютерного инжиниринга, топологической оптимизации и 3D-печати. Преподавателем модуля стал ведущий инженер Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ **Михаил Жмайло**.

Темой занятий стали основные коммерческие технологии 3D-печати и специфика их реализации в оборудовании, примеры применения различных видов 3D-печати в передовых отраслях промышленности. Также слушатели ознакомились с технологиями компьютерного инжиниринга и топологической оптимизации и их применением для решения задач-вызовов в интересах отечественных и зарубежных промышленных компаний. В завершение модуля студентам удалось с нуля спроектировать изделие в соответствии с заданными требованиями и ресурсными ограничениями. Спроектированные детали прошли цифровые испытания, были изготовлены опытные образцы, для которых были проведены сравнительные натурные испытания.



Четвертый модуль был посвящен цифровой трансформации и бережливому производству. На занятиях старшего преподавателя Высшей школы передовых цифровых технологий Института передовых производственных технологий (ВШПЦТ ИППТ) СПбПУ **Владислава Терещенко** студенты узнали о возможностях оптимизации бизнес-процессов современного предприятия, ориентированного на работу на открытом рынке, при помощи специализированной системы-тренажера. Также в ходе бизнес-игры по построению линии производства самолетов разных конструкций точно в срок смоделировали выталкивающее производство и разработали систему производства на базе принципов бережливого производства.



Сюжет о развитии российско-белорусских отношений программы «Пульс города» на телеканале «Санкт-Петербург»



«Интерактивная игра на модуле по цифровой трансформации – это нечто. Такого высокого уровня организации и подачи материала я нигде не видел. Сам факт, что Политех разработал такой интерактивный проект с отличным дизайном, интересными интерактивными персонажами и невероятно сложной концепцией, поражает».

Севастьян Бурый, студент Брестского государственного технического университета (БрГТУ)

«Большое спасибо всем преподавателям модулей, лекции и практические занятия были очень интересными. Невероятный интерактив в образовательную программу внесла игра-симулятор. Нам удалось прочувствовать себя ответственными за цифровую трансформацию ТЭС и на практике понять, что же представляет из себя цифровая трансформация предприятия. Отдельную благодарность хочется выразить инженеру-исследователю Инженирингового центра Федору Тарасенко за очень интересную и полезную презентацию во время питч-сессии!»

Станислав Григорьев, студент Чувашского государственного университета (ЧувГУ)

«Несмотря на то, что на каждый модуль отводилось всего по два дня, мы успевали изучить тему в общих чертах, спроектировать что-то свое, оригинальное, и получить высокий результат».

Алсу Газизова, студентка КФУ

«Моя специальность связана с теплогазоснабжением, и мне было очень интересно углубиться в систему систематизированного проектирования для разработки разнообразных скриптов. Обучение на образовательном интенсиве в одном из лучших технических вузов России – это отличная возможность повысить уровень своих знаний в выбранной профессиональной области, получить опыт и обратную связь от ведущих специалистов отрасли».

Даниил Божко, студент БрГТУ

28 апреля состоялась церемония закрытия Школы. Лучшие студенты программы получили уникальные сертификаты, дающие право на получение 10 дополнительных баллов при поступлении на магистерские программы ПИШ СПбПУ. Всего сертификаты получили 23 слушателя Школы. Руководители направлений университета поздравили участников и вручили им сертификаты о прохождении обучения.



«Пилотный запуск проекта показал высокие результаты. Уверен, что благодаря обучению по четырем направлениям вам удалось качественно повысить уровень своих навыков и компетенций в области искусственного интеллекта и цифровых технологий, которые в дальнейшем вы сможете применить для написания выпускных работ, а также в практической деятельности. Со следующего года мы планируем расширять количество участников и образовательные траектории, что позволит сделать Школу по инженерным наукам, проводимую на базе ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», еще более масштабной и значимой».

Алексей Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ



«Хочу выразить огромную благодарность всем студентам и сопровождающим. Особено ценно, что к нам приехали студенты даже из самых отдаленных от Санкт-Петербурга городов, таких как Владивосток, Норильск, Брест, Ростов-на-Дону, Казань и других. Образовательный проект еще раз показал, насколько важным является объединение и коммуникация представителей России и Беларуси в области инженерной деятельности и совместного формирования новых компетенций в командной работе. Подобные программы позволяют еще больше усиливать международное взаимовыгодное сотрудничество».

Дмитрий Арсеньев, проректор по международной деятельности СПбПУ



«Для нас особая гордость, что одной из площадок для проведения пилотного запуска проекта «Школа по инженерным наукам Союзного государства России и Беларуси» стал наш университет. Мы постарались сделать для студентов двух стран образовательную и культурную программу максимально интересной и познавательной. Формат Школы в виде краткосрочного образовательного интенсива прекрасно подходит для вовлечения студентов в решение инженерных задач и демонстрации возможностей обучения в магистратуре и аспирантуре. Кроме того, это формирует профессиональное сообщество и развивает позиционирование университета в научной среде».

Дмитрий Тихонов, и.о. проректора по дополнительному и довузовскому образованию СПбПУ



Помимо образовательных модулей, программа Школы по искусственному интеллекту и цифровым технологиям была наполнена различными культурно-развлекательными и развивающими мероприятиями. Одним из первых мероприятий стал мастер-класс по публичным выступлениям, который провела преподаватель Президентской программы подготовки управленческих кадров для организаций народного хозяйства РФ **Ольга Сосидко**. Занятие было посвящено приемам успешного публичного выступления.

Познакомиться поближе участники смогли на питч-сессии, где, разделившись на небольшие команды, подготовили презентации о себе и своих профессиональных интересах. Ведущим сессии стал инженер-исследователь Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ **Федор Тарасенко**. На питч-сессии педагог дополнительного об-

разования Академии Штиглица **Иван Попов** провел мастер-класс по промышленному дизайну, на котором рассказал о методах дизайн-проектирования, продемонстрировав кейсы из автомобильной отрасли.

Также организаторы Школы провели Инженерный чемпионат, где участникам предстояло при помощи спагетти, скотча и пластилина соорудить мост, способный выдержать большие веса. Победитель определялся по длине моста. В случае наличия двух мостов одинаковой длины решающим фактором становилась грузоподъемность.

Еще одним интересным испытанием стала съемка видеоклипа «Впиши свое имя в историю!», для которого студенты давали интервью и участвовали в манекен-челлендже, проявляя не только свои инженерные навыки, но и творческие.





В день закрытия Школы для участников был проведен квиз по инженерным наукам, включающий задания на логику, эрудицию и интуицию. По итогам соревнований команда-победитель получила памятные подарки от СПбПУ.

Также для участников был организован поход на футбольный матч Зенит - Динамо, экскурсионные

поездки по Санкт-Петербургу, Царскому селу, Кронштадту, прогулка по рекам и каналам и многое другое.

События Школы по искусству интеллекту и цифровым технологиям активно освещались в телеграм-канале «Ты поступишь! | ПИШ «Цифровой инжиниринг». Больше интересных новостей, фотографий и видео можно найти по ссылке на канал.



Видеоклип
«Впиши свое
имя в историю!»



Подробный отчет
о Школе на сайте
ПИШ СПбПУ



Телеграм-канал
«Ты поступишь! |
ПИШ «Цифровой
инжиниринг»

7 июня 2023 года Алексей Боровков представил итоги двухнедельной российско-белорусской Школы на панельной дискуссии «Опыт укрепления международных связей между студентами инженерных специальностей на примере Школы по инженерным наукам Союзного государства» в рамках мероприятий выставки «Евразия – наш дом», приуроченных к заседаниям Евразийского межправительственного совета и Совета глав правительств СНГ. Участники дискуссии – ректор Псковского государственного университета **Наталья Ильина**, проректор по внешним связям и международной деятельности Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого **Анастасия Новикова** и модератор дискуссии, руководитель «ФГАНУ Социоцентр» **Андрей Келлер** сошлись во мнении, что благодаря школам по инженерным наукам студенты России и Беларусь знакомятся со специалистами ведущих технических вузов двух стран, разрабатывают совместные проекты и обогащают свои профессио-

нальные знания. И конечно, это позитивное начинание нужно масштабировать – в том числе на уровне стран и вузов Евразийского содружества.



В ПИШ СПбПУ состоялись промежуточные защиты работ по цифровому производству

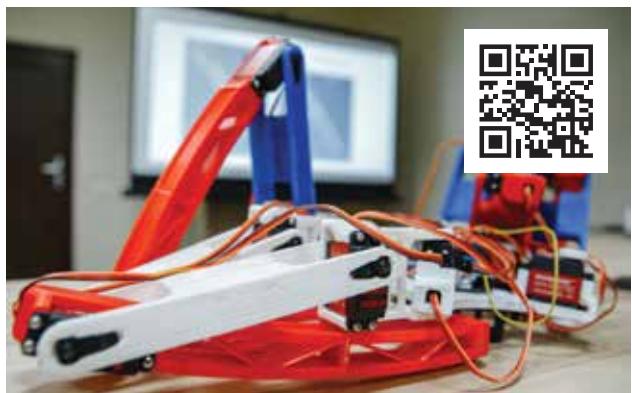
13 января 2023 года в ПИШ СПбПУ и Институте передовых производственных технологий (ИППТ СПбПУ) состоялись промежуточные защиты работ, выполненных магистрантами 1 курса направления «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство» в интересах компаний НПО «Центротех», АНО «Физическая реабилитация», ГК «Геоскан» и ООО «Робовизард».

Разработка и реализация проектов проходила в рамках учебной дисциплины «Лабораторный практикум по цифровому производству». Всего было представлено 7 работ, каждая из которых получила высокие оценки и положительные отзывы экспертов.

- В интересах НПО «Центротех» ГК «Росатом» выполняются два проекта, начатые в 2022 году и наиболее интересные для дальнейшего развития: складской робот и робот-паук. Магистранты дорабатывают изделия под руководством представителей компаний.
- Для АНО «Физическая реабилитация» также реализуются два проекта, один из которых – го-ворящее устройство – дорабатывается с про-шлого года. Второй проект – подвижная плат-форма для игры – выполняется по принципу радиоуправляемой машины с плавным настраиваемым откликом и регулируемой скоростью, чтобы ребенок понимал, какое его движение дает тот или иной отклик.



- Проект для ГК «Геоскан» – модернизация и переработка корпуса для беспилотного летательного аппарата «Пионер Мини». Работа ведется в конструкционной, прочностной и технологической части и предполагает применение передовых подходов к проектированию для внедрения локальных решений, которые облегчат конструкцию, сделают ее более удобной для производства и сборки.
- Для компании «Робовизард» студенты трудятся над двумя проектами: универсальным захватом для коробок, который совместим с роботами Kawasaki, и джойстиком с обратной связью для шестиосевого манипулятора. Особенность и сложность последнего в том, что он будет работать не в трех осях, а в шести, при этом при прохождении криволинейной траектории пользователь должен получать силовую обратную связь по сопротивлению, которое испытывает робот при движении.



Цикл научно-образовательных семинаров в ПИШ СПбПУ

25 января 2023 года в ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» стартовал цикл научно-образовательных семинаров в преддверии празднования 125-летия со дня основания СПбПУ, первым из которых стал открытый семинар «Основы математического моделирования и его связь с инженерным анализом и проектированием».

Семинар провел д-р техн. наук, профессор Высшей школы передовых цифровых технологий ИППТ СПбПУ, профессор Высшей школы прикладной математики и физики Физико-механического института СПбПУ, главный научный сотрудник Инжинирингового центра (CompMechLab[®]) СПбПУ **Юрий Болдырев**.

В выступлении были затронуты как историко-методологические аспекты развития математического моделирования, так и те фундаментальные отрасли науки – механика и математика, – которые составляют ядро современной концепции. Юрий Яковлевич рассказал об истории становления и развития математического моделирования, проиллюстрировав практическими примерами важнейшие положения и проблемы, возникающие при его применении.

Особое внимание было уделено важнейшей отрасли передового инструментария естественно-

научного и инженерного дела – математической физике.

Завершив выступление, Юрий Болдырев дал подробные пояснения по озвученным тезисам и ответил на вопросы аудитории.



Юрий Яковлевич Болдырев – основоположник одного из направлений решения пространственных вариационных задач в прикладной аэрогидродинамике, которое применимо к широкому спектру задач в машиностроении и приборостроении. Он разработал и читает в СПбПУ курсы «Вариационное исчисление», «Методы оптимизации», «Вычислительные методы линейной алгебры», «История и методология науки» и ряд других.

Одним из ключевых результатов деятельности профессора Болдырева является реализация проекта по созданию Суперкомпьютерного центра (СКЦ) «Политехнический», где он выступил ответственным исполнителем.

Сегодня СКЦ «Политехнический» располагает высокопроизводительными вычислительными системами разной архитектуры с общей пиковой производительностью более 1.8 ПФлопс, что выводит его на вторую позицию среди аналогичных центров университетов и исследовательских организаций России. Эти ресурсы доступны отечественным и зарубежным ученым, инженерам в рамках совместных исследовательских проектов и разработок.

Следующее мероприятие цикла состоялось 17 мая 2023 года: научно-образовательный семинар на тему «Суперкомпьютерные технологии, параллельные вычисления и структура алгоритмов» провел д-р физ.-мат. наук, директор Научно-исследовательского вычислительного центра (НИВЦ) Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МГУ) и Филиа-

ла Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова в г. Сарове, заведующий кафедрой суперкомпьютеров и квантовой информатики факультета вычислительной математики и кибернетики (ВМК) МГУ, профессор факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ, член-корреспондент РАН **Владимир Воеводин**.

Областью научных интересов Владимира Валентиновича Воеводина являются параллельные вычисления, математические методы исследования тонкой структуры программ, методы описания и анализа архитектуры компьютеров, технологии параллельного программирования, методы оптимизации программ для суперкомпьютеров и параллельных вычислительных систем, интернет-технологии и организация распределенных вычислений, метакомпьютинг.

В ходе выступления Владимир Валентинович рассказал о современном состоянии и видении перспектив развития всех трех обозначенных в наименовании темы фундаментальных направлений исследований в области суперкомпьютинга – суперкомпьютерные технологии, параллельные вычисления и структура алгоритмов.

В части развития суперкомпьютерных технологий были рассмотрены как прикладные аспекты, то есть естественно-научные приложения, так и приложения в промышленности и в других областях человеческой деятельности. Также значительное

внимание Владимир Воеводин уделил развитию суперкомпьютерной техники.

Поскольку параллельные вычисления являются важнейшим направлением эффективного развития суперкомпьютерных систем, которые с момента своего появления многопроцессорны, то этому направлению также уделяется значительное внимание.

Выступление Владимира Воеводина прошло с большим успехом, вызвав неподдельный интерес аудитории, и завершилось серией вопросов от аудитории, на которые были даны исчерпывающие ответы.





6 июня 2023 года цикл научно-образовательных мероприятий продолжила открытая лекция доктора технических наук, профессора, директора по науке ПАО «Газпром нефть», почетного доктора СПбПУ **Марса Хасанова** для студентов и сотрудников ПИШ СПбПУ. Тема лекции была посвящена реализации технологических и инженерных идей в экосистеме ПАО «Газпром нефть».

Марс Магнавиевич имеет колossalный опыт в сфере внедрения системного инжиниринга, новых технологий и научно-инженерной поддержки крупных нефтегазовых проектов. В ходе лекции отдельно было уделено внимание цифровому инжинирингу как инструменту оптимизации технологических процессов. Задачи системного инжиниринга по оптимальному типу бурения спикер проиллюстрировал на примере скважин и локального обустройства, подготовки и транспортировки нефти.

Марс Хасанов выделил три составляющие системного инжиниринга:

- креативные инженеры (ТРИЗ, лидерство, пассивность);

- процедуры (стандарты, workflow, SEBok);
- цифровые инструменты (модели, алгоритмы, цифровой инжиниринг).

Цифровой инжиниринг является важным инструментом оптимизации технологических процессов и оборудования, особенно для нефтяной промышленности, где зачастую натурные испытания просто невозможны. Докладчик выделил следующие составляющие процесса оптимизации:

- сбережение материалов, энергии и времени;
- топологическая оптимизация и 3D-принтеринг;
- реверс-инжиниринг.

Вторая часть лекции была посвящена теме цифрового инжиниринга для мультидисциплинарных команд, агрегированию разнородной информации и способам повышения устойчивости оценок.



Юниорский чемпионат «Фабрика навыков» по направлению «Цифровое производство»

С 7 по 9 февраля 2023 года в ПИШ СПбПУ состоялся тестовый юниорский чемпионат «Фабрика навыков» по направлению «Цифровое производство», который прошел в преддверии нового Национального Чемпионата профессионального мастерства.

Организатором мероприятия выступили Академия цифровых технологий и Комитет по образованию Санкт-Петербурга. Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг» является участником проекта и осуществляет методологическую поддержку нового Национального Чемпионата профессионального мастерства.

На площадке Центра проектной деятельности молодежи «Фаблаб Политех» на протяжении трех дней 20 школьников из ведущих учебных заведений Санкт-Петербурга - партнеров Политеха выполняли конкурсное задание по «зонычной» компетенции «Цифровое производство» для возрастной категории «Юниоры», разработанное представителями Академии цифровых технологий и ПИШ СПбПУ.

Цель выполнения конкурсного задания – создание прототипа реального промышленного изделия.

Задание включало следующие виды работ:

- проектирование оптической схемы,



- разработка конструкции изделия и его экстерьера,
- анализ пользовательских сценариев и проектирование крепления устройства,
- анализ рынка, экономический расчет и защиту проекта.

Команды соревновались между собой в общекомандном рейтинге, который формируется на основе оценки качества разработки изделия и изготовления прототипа, а также защиты проекта. Защита итоговых проектов прошла в формате презентации продукта.

Победителем соревнований стала команда Академии цифровых технологий, второе место заняли школьники Центра детского технического творчества «Старт+», третье место получили учащиеся гимназии №330.



Чемпионатное движение WorldSkills и EuroSkills, где российские участники стабильно показывали блестящие результаты, завершило свою деятельность в России. Отечественный аналог Чемпионата также позволит ребятам, педагогам и работодателям оценивать и настраивать профессиональные навыки и умения, требуемые реальному сектору экономики.

XXIII Зимняя школа по механике сплошных сред

С 13 по 17 февраля 2023 года в Перми состоялась XXIII Зимняя школа по механике сплошных сред, участие в которой приняли магистранты ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг».

Школа проводится при поддержке Российского национального комитета по теоретической и прикладной механике, Секции механики Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН, Уральского отделения РАН, Технического комитета 17 (Неразрушающая оценка) Европейского общества структурной целостности (ESIS), Российского комитета ESIS, Научного центра мирового уровня «Сверхзвук», Института механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук – филиала Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения (ИМСС УрО) РАН.

13 февраля в секции «Механика функциональных материалов» выступила заместитель директора Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) (ИЦ ЦКИ) СПбПУ **Ольга Антонова**, которая представила результаты совместной работы коллектива аспирантов и научных сотрудников Высшей школы механики и процессов управления (ВШ МПУ) и ИЦ ЦКИ СПбПУ «Особенности вычисления J-интеграла для тел с трещиной при неоднородном температурном поле»

(Гордеев А.Н., Савиковский А.В., Антонова О.В., Михайлов А.А., Семенов А.С.).

14 февраля в секции «Биомеханика и биофизика» результаты исследования «Математическое моделирование коронарных и эндобилиарных стентов» (Охотников А.О., Рововой Э., Антонова О.В., Охотников О.И.) представили магистранты 2 года обучения ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» **Эдуард Рововой и Андрей Охотников**.

17 февраля в секции «Вычислительная механика сплошных сред» состоялся доклад магистранта ПИШ СПбПУ 2 года обучения **Максима Иванова** «Математическое моделирование поведения слоистых панелей с тетраэдральным заполнителем с применением принципов разномодульной теории упругости» (Иванов М.В., Михайлов А.А., Антонова О.В., Кузьмин В.А.).

В мероприятиях деловой программы приняли участие свыше 350 человек, из них 200 – доктора и кандидаты наук, представлявшие 18 институтов РАН и 37 университетов со всей России.



**Третий поток
представителей ОАК
прошел обучение
в ПИШ СПбПУ**





С февраля по июнь 2023 года в ПИШ СПбПУ проходила образовательная программа «Развитие производства для достижения технологического лидерства», разработанная для сотрудников Объединенной авиастроительной корпорации (ПАО «ОАК», ГК «Ростех»).

ИСПОЛНИТЕЛИ ПРОГРАММЫ:



ОРГАНИЗАТОРЫ ПРОГРАММЫ ОТ ЗАКАЗЧИКА



“

«Очень хотел бы, чтобы все изменения сработали, чтобы с применением знаний, полученных в Санкт-Петербургском политехническом университете, Объединенная авиастроительная корпорация в ближайшем будущем достигла обозначенного программой лидерства. Я воспринимаю всех прошедших обучение сотрудников как базу, на которой будут развиваться не только отдельные предприятия ОАК, но вся Корпорация и отрасль в целом».

Блошинский Д.В., заместитель генерального директора ПАО «ОАК» по производству и техническому развитию



**Шепелева
Любава Юрьевна**
директор по персоналу
ПАО «ОАК»



**Таскаев
Петр Вячеславович**
директор Департамента развития индустриальной модели
ПАО «ОАК»



**Митина
Елена Викторовна**
директор Департамента развития персонала
ПАО «ОАК»



**Тимофеев
Виктор Владимирович**
руководитель направления КОП Департамента
развития персонала
ПАО «ОАК»

ОРГАНИЗАТОРЫ ПРОГРАММЫ ОТ ИСПОЛНИТЕЛЯ



”

«Наше обучение посвящено современным цифровым производствам. И команды, которые представляли различные предприятия ОАК, в результате обучения сформировали свои проекты – чрезвычайно актуальные, особенно в сегодняшнее время – по цифровой трансформации производства, получению новой глобально конкурентоспособной, импортозамещающей продукции».

Боровков А.И., проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», НЦМУ СПбПУ «Передовые цифровые технологии» и Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии»



**Салкуцан
Сергей Владимирович**
директор Центра дополнительного профессионального образования
Передовой инженерной школы
СПбПУ «Цифровой инжиниринг»



**Козловский
Павел Сергеевич**
заместитель директора Центра дополнительного профессионального образования Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»



**Кобышева
Юлия Александровна**
руководитель проектных образовательных программ Центра НТИ СПбПУ, заместитель директора Центра ДПО Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Основная цель программы – подготовка кадрового резерва для реализации передовых инженерно-производственных проектов компаний конвейера Объединенной авиастроительной корпорации.

Задачи программы:

- обеспечить развитие компетенций, критически необходимых для решения перспективных отраслевых задач, направленных на достижение стратегических целей ПАО «ОАК»;
- организовать обмен опытом участников в части способов организации деятельности подразделений и подходов к управлению персоналом, доказавших свою эффективность на практике;

- познакомить участников с актуальными отечественными и зарубежными лучшими практиками в сфере выстраивания систем управления, организации деятельности и управления людьми в условиях реализации задач по достижению технологического лидерства;
- обеспечить развитие управленческих компетенций (в соответствии с моделью компетенций), а также приобретение участниками современных управленческих знаний в привязке к реализации передовых инженерно-производственных проектов.

ХРОНОЛОГИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

1 ПОТОК

Модуль 1: 20-23.10.2021

Модуль 2: 01-04.12.2021

Модуль 3: 12-15.01.2022

Модуль 4: 16-19.02.2022



На базе ПИШ СПбПУ
(Санкт-Петербург)

2 ПОТОК

Модуль 1: 08-11.06.2022

Модуль 2: 13-16.07.2022

Модуль 3: 24-27.08.2022

Модуль 4: 03-08.10.2022



На базе ПИШ СПбПУ
(Санкт-Петербург)

3 ПОТОК

Модуль 1: 08-11.02.2023

Модуль 2: 13-18.03.2023

Модуль 3: 18-22.04.2023

Модуль 4: 29.05-03.06.2023



Модули 1, 2, 4 - на базе
ПИШ СПбПУ (Санкт-
Петербург), 3 - на базе
филиала ПАО «Ил» -
Авиастар (Ульяновск)

СРЕДНЯЯ ОЦЕНКА ПРОГРАММЫ УЧАСТНИКАМИ

1 ПОТОК

Полезность модулей

9,3 / 10

Организация программы

9,3 / 10

2 ПОТОК

Полезность модулей

9,4 / 10

Организация программы

9,4 / 10

3 ПОТОК

Полезность модулей

8,8 / 10

Организация программы

9,1 / 10

РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

- Все участники прошли обучение по всем трекам программы.
- Успешно завершен онлайн-курс «Технологии цифровой промышленности», средние баллы:
 - 1 поток: **85/100**, 2 поток: **86,6/100**
 - 3 поток: **92,5/100**
- Успешно завершен онлайн-курс «Цифровые двойники изделий», средние баллы:
 - 2 поток: **76,2/100**, 3 поток: **82,4/100**
- Успешно пройден онлайн-тренажер Digital Lean, средние баллы:
 - 1 поток: **82/100**, 2 поток: **86,9/100**,
 - 3 поток: **87,5/100**
- По итогам обучения 1 и 2 потока уточнен состав кадрового резерва ПАО «ОАК», некоторые

сотрудники получили новые назначения и направления работы.

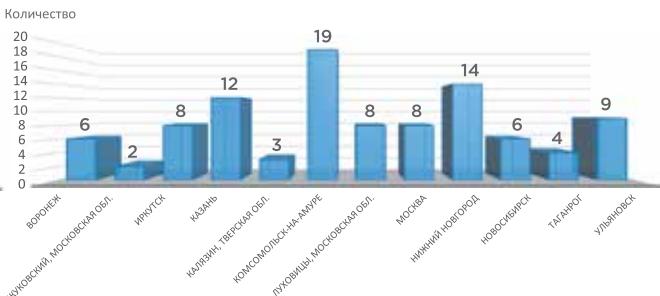
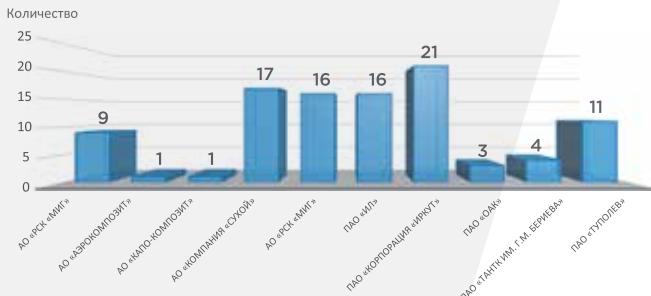
ПРОЕКТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

- 1 поток: 3 цифровых проекта к реализации;
- 2-3 потоки: проработан и подготовлен к реализации сквозной проект по Межзаводской кооперации в рамках ПАО «ОАК».

КОММУНИКАЦИОННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ:

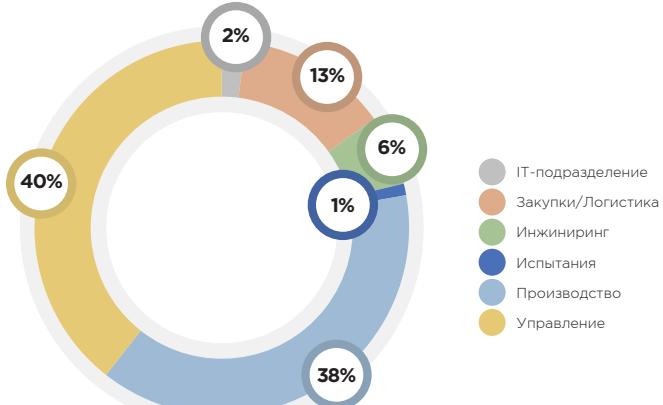
- Установлены прямые коммуникации между участниками программы с разных предприятий, проведена серия совместных мероприятий, включая проектную работу и активные групповые занятия.
- Отработаны навыки взаимодействия в горизонтальных командах.

СТАТИСТИКА



Общее число участников программы по трем потокам – **100** человек, представители **11** предприятий из **12** городов России.

Основную группу слушателей составили представители департаментов управления и производства.



ИНИЦИАТИВЫ ИНДУСТРИАЛЬНО-ЦИФРОВОГО ЛИДЕРСТВА (ИТОГОВЫЕ ПРОЕКТЫ КОМАНД)

ИТОГОВЫЕ ПРОЕКТЫ 1 ПОТОКА

(защиты: СПбПУ, 11.03.2022)

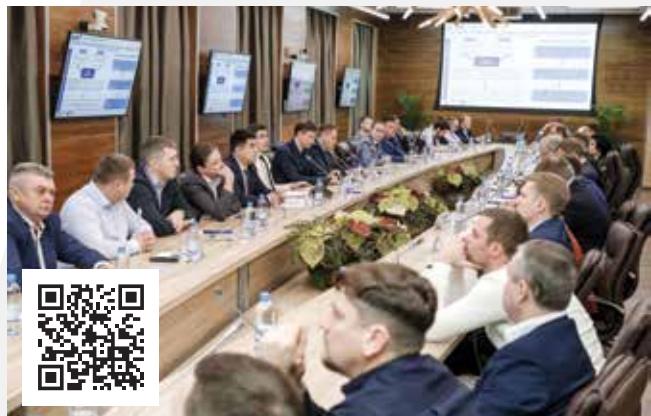
- **Проект 1:** «Цифровизация производства (цифровые двойники производственных предприятий)».
- **Проект 2:** «Создание территориально-распределенного центра. Этап 1. Проект «Создание системы управления внутренней кооперацией» (запуск пилотного проекта Ил-114, масштабирование)».
- **Проект 3:** «Создание Центра отработки новых производственных технологий (НПТ)».



ИТОГОВЫЕ ПРОЕКТЫ 2 ПОТОКА

(защиты: СПбПУ, 11.11.2022)

- **Проект 1:** «Создание единой системы МЗК и подготовка решений о передаче объемов МЗК».
- **Проект 2:** «Разработка единого регламента организационной подготовки межзаводской кооперации (МЗК)».
- **Проект 3:** «Организация диспетчеризации меж заводской кооперации».



ИТОГОВЫЙ ПРОЕКТ 3 ПОТОКА

(защита: СПбПУ, 30.06.2023)

- **Единый проект команд «Разработка и внедрение процесса диспетчеризации межзаводской кооперации (МЗК)».**





«Очень качественно выстроен процесс обучения – начиная с модульных дней: работа с утра до вечера, до обеда – лекции, после обеда – деловые игры, модуляторы, экскурсии».

Прищепа В.Ю., начальник технологического управления – главный технолог ТАНТК им. Г.М. Бериева (Таганрог)

«Нам пришлось столкнуться с тем, что необходимо было пройти определенную трансформацию своего сознания».

Гришин И.Н., заместитель директора по закупкам и логистике Филиала «Ил» – Авиастар (Ульяновск)



«Информационное поле, расширявшееся в голове, наверное, каждого слушателя, позволит и дальше набирать кейсы для самообразования, которые помогут развивать нашу компанию».

Рыкин А.Н., директор КМЗ – филиала АО «РСК «МиГ» (Калазин, Тверская область)

«Огромный пласт новой информации, которая накладывается на проектную деятельность, и мы тут же вовлекаемся в реализацию практических задач, зачастую на тех площадках, на которых сами не работаем, что позволяет расширить горизонты своего видения, вынырнуть из собственных бизнес-процессов, посмотреть на то, как работают коллеги, поделиться возможными решениями».

Овчинников А.А., заместитель директора по персоналу производственного центра Филиала корпорации «Иркут» «Региональные самолеты» (Комсомольск-на-Амуре)

СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Архитектура программы имеет матричный вид. Матрица состоит из «модулей» и «треков».

Треки включают в себя набор дисциплин, формирующих у слушателей представления по теме трека в 2-х аспектах:

- актуальный теоретический базис;
- конкретный набор инструкций/инструментов для практического применения слушателями на их объектах управления.

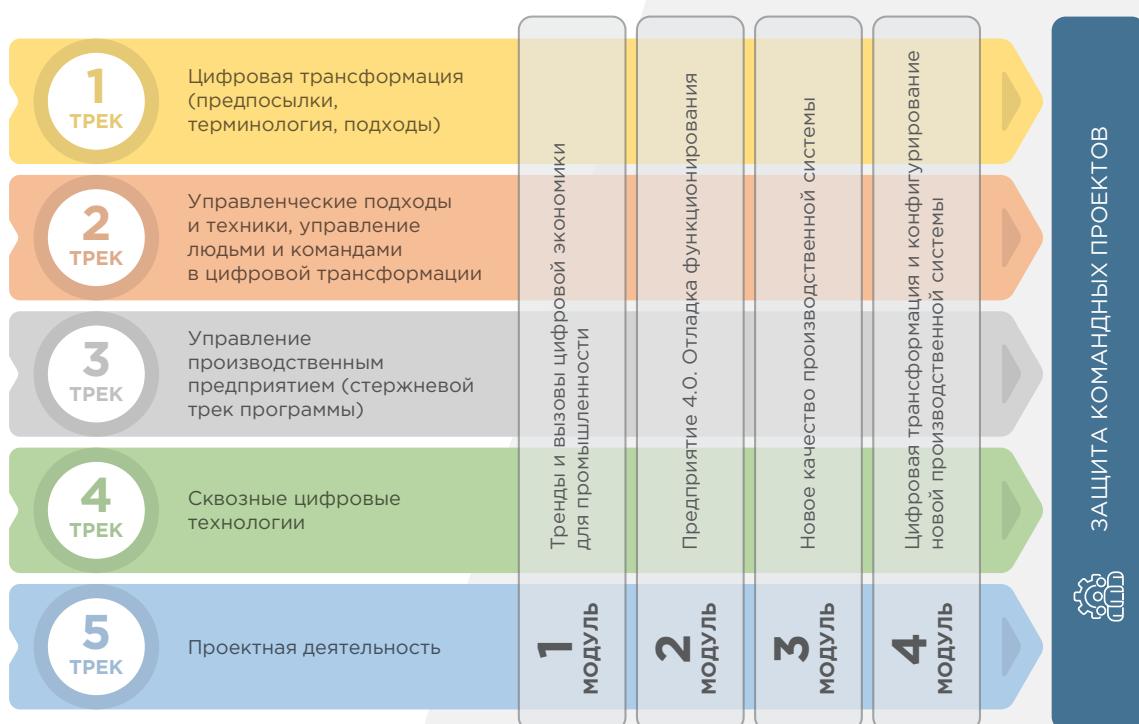
В зависимости от целевой аудитории, целей, задач и продолжительности программы количество треков варьируется от 4 до 6.

Модули состоят из различных дисциплин всех заявляемых треков, однако дисциплины подобраны таким образом, чтобы поэтапно и последовательно менять уровень понимания и осознания слушателями реальной ситуации и будущих возмож-

ностей на своих объектах управления. Тем самым формируется задел для перехода участников программы в деятельность по управлению изменениями на своих предприятиях.

Сопровождающая все программы обязательная проектная деятельность на базе реальных задач предприятий позволяет достигать результатов не только в поле «знания - умения», но и переходить на уровень «знания - умения - навыки», а для случаев проектной работы по проблемам-вызовам – повышать компетенции проектных команд, закрывая все составляющие модели ЗУНК («знания - умения - навыки - компетенции»).

Количество модулей в долгосрочных программах варьируется от 3 до 5 в зависимости от целей и задач программы, а также начального уровня готовности слушателей. Один очный модуль предполагает 3-4 дня обучения подряд.



ОНЛАЙН-ФОРМАТЫ ОБУЧЕНИЯ

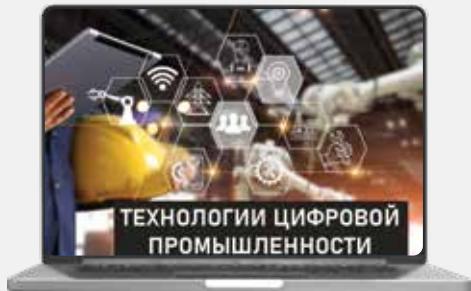
В процессе обучения по программе активно используются дистанционные способы самостоятельного обучения участников программы: онлайн-курсы и онлайн-тренажеры.

Результаты прохождения онлайн-курсов учитываются при итоговой аттестации слушателей, а результаты работы на онлайн-тренажерах разбираются на отдельных занятиях кураторами данных дисциплин.



Куратор блока дистанционных образовательных технологий программы:

Терещенко Владислав Владимирович, старший преподаватель Высшей школы передовых цифровых технологий Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»



Онлайн-курс «**Технологии цифровой промышленности**» разработан с целью формирования у слушателей системы знаний в области современных цифровых технологий, применяемых в различных отраслях промышленности с целью улучшения системы управления предприятиями и повышения их эффективности. Курс включает в себя видеолекции, практические задания, самостоятельную работу и тесты по 16 темам.



Онлайн-курс «**Цифровые двойники изделий**» подготовлен на основе национального стандарта РФ ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения», разработанного в 2020–2021 гг. специалистами СПбПУ и ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ». Каждая из лекций курса раскрывает элементы цифровых двойников изделий, ключевые термины и положения национального стандарта.



Онлайн-тренажер «**Цифровое бережливое производство**» включает в себя методики, служащие цели устранения потерь. Курс направлен на формирование системы знаний в области достижения превосходного качества, обнаружения дефектов в продукции непосредственно в процессе производства и максимально близко к потенциальному источнику их возникновения, формирования системы предотвращения ошибок, в том числе с учетом трендов развития цифровизации в области управления качеством.



ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ

1. Модули реализуются в гибридном формате: обязательная очная часть (4 дня на базе ПИШ СПбПУ) и онлайн-часть (набор форматов для самостоятельной и групповой онлайн-работы). Всего - 4 модуля.
2. В каждый модуль заложена базовая тема (отражена в названии модуля) с точки зрения этапов жизненного цикла предприятия.
3. Для каждого модуля собирается программа из дисциплин и практик всех треков. При формировании программы каждого модуля учитываются:
 - акцент на стержневой трек программы (трек 3 – «Управление производственным предприятием»);
 - связь выбранных дисциплин и практик трека с базовой темой модуля;
4. Онлайн-курсы «Технологии цифровой промышленности» и «Цифровые двойники изделий» осваиваются всеми слушателями индивидуально в течение программы в межмодульные периоды.
5. Для повышения эффективности обучения применяются игровые офлайн- и онлайн-форматы работы.
6. По завершении программы проводится защита командных проектов.

ФОРМАТЫ РАБОТЫ



установочные,
тематические,
визионерские
лекции



практические
задания
(индивидуальные/
групповые)



групповая
и командная
работа



игровые
и фасилитационные
форматы
взаимодействия



плenары



проектная
деятельность



онлайн-курсы



самостоятельная
работа

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ (предпосылки, терминология, подходы)

Программа трека формирует системные представления о базисе цифровой экономики с акцентом на цели и задачи промышленности. На некоторых модулях предусмотрены визионерские лекции от собственников и руководителей компаний, имеющих личный опыт цифровой трансформации предприятия. Помимо обзорных представлений предлагается изучение вопросов и практика преодоления технологических барьеров в РФ.

Перечень ключевых дисциплин трека



Новая парадигма проектирования и моделирования. Концепция Фабрик Будущего

Спикер:
Боровков А.И.



Оценка цифровой зрелости и анализ готовности к цифровой трансформации

Спикер:
Козловский П.С.



Цифровая экономика. Индустрия 4.0. Основания, принципы, подходы, мировой опыт

Спикер: Иванов Д.С., директор по инновационному развитию ПАО «ОДК-Сатурн»



Вызовы цифровизации и цифровой трансформации: опыт изменений бизнес-системы на примере международной компании

Спикер:
Белослудцев Е.В., ведущий специалист ПИШ СПбПУ



Цифровая трансформация и бизнес-модель компании

Спикер:
Салкузан С.В.

УПРАВЛЕНЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ТЕХНИКИ, УПРАВЛЕНИЕ ЛЮДЬМИ И КОМАНДАМИ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ



Общая направленность трека – изучение различных практик, которые помогают управленцу принимать решения в условиях высокой неопределенности и эффективно управлять людьми и командами при цифровой трансформации.

Перечень ключевых дисциплин трека



Основы управленческой методологии

Спикер:
Козловский П.С.

Бизнес-игры и тренинги



Территория Agile;

Формирование проектных команд и управление ими.
Модель DISC

Спикер:
Кобышева Ю.А.



Бизнес-системы и бизнес-модели цифровой трансформации. Модель CML

Спикеры:
Салкуцан С.В.,
Козловский П.С.



Лидерство через типы мышления и поведения личности

Спикер:
Мельникова Н.В.,
сооснователь
и руководитель клубного направления
проекта «ФОРМАТ 5»,
эксперт по социокультурным практикам
в управлении, разработчик морфологических игр



Цифровая трансформация в управлении финансами

Спикер: Евсеева О.А.,
директор Департамента управления
проектами трансформации в трансляционных исследованиях Сеченовского
университета

УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ (стержневой трек программы)

Предлагается большой объем материалов и практик по построению/наладке эффективной производственной бизнес-системы, ее росту и масштабированию, развитию возможностей для цифровой трансформации. Трек содержит деловую игру Fresh Connection и практикум по теме «Бережливое производство».

Перечень ключевых дисциплин трека



Опыт организации цифрового производства в производственном холдинге. Барьеры и возможности. Создание системы управления современным производством

Спикер: Иванов Д.С.



Инновационное управление цепями поставок. Цифровизация и операционная стратегия. Среднесрочное планирование продаж и операций. Управление запасами. Оперативно-календарное планирование производства и закупок

Спикер: Гаврилов Д.А., автор и ведущий программ SCM, сертифицированный специалист APICS CPIM, CSCP, CLTD, SCOR-P



Бережливое производство на современном промышленном предприятии

Спикер: Терещенко В.В.



Оптимизация бизнес-процессов при применении цифровых технологий

Спикер: Амбражей А.Н., старший научный сотрудник МАЦК «Технологии интеллектуального предприятия» ПИШ СПбПУ

Трек является ознакомительным. В дополнение к очным занятиям слушатели проходят онлайн-курсы «Технологии цифровой промышленности» (объем – 150 часов) и «Цифровые двойники изделий» (трудоемкость обучения – 72 акад. часа, примерная продолжительность обучения – 5–8 недель при режиме занятий 2–3 акад. часа в день). Слушатели осваивают курсы в межмодульные периоды и проходят аттестацию до окончания обучения по программе.

Перечень ключевых дисциплин трека



Цифровые двойники изделий

Спикер: Боровков А.И.



Технологии цифровой промышленности

Спикер: Салкуцан С.В.



Инструменты технологии цифровых двойников: Цифровая платформа CML-Bench®

Спикеры:

Ефимов-Сойни Н.К., начальник сектора общего машиностроения Инженерного центра (CompMechLab®) СПбПУ



Лобачев Д.А., инженер 2 категории Отдела кросс-отраслевых технологий Инженерного центра (CompMechLab®) СПбПУ



СКВОЗНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



**Большие данные в промышленности /
Промышленный интернет и сенсорика /
Имитационное моделирование / Системы
искусственного интеллекта**

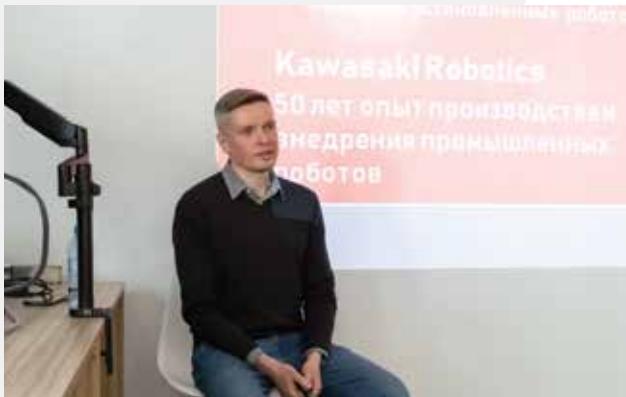
Спикер: Болсуновская М.В., заведующая
лабораторией «Промышленные системы
потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ



Аддитивные технологии

Спикеры:
Жмайло М.А., руководитель направления
«Прикладные исследования и разработки» ПИШ
СПбПУ

Тарасенко Ф.Д.,
инженер-исследователь
Инжинирингового
центра (CompMechLab®)
СПбПУ



Робототехнические системы

Спикер: Тимофеев Р.С.,
заместитель директора ООО «Робовизард»



Новые материалы

Спикер: Алексеева Е.Л.,
руководитель испытательной лаборатории НТК
«Новые материалы и технологии» ПИШ СПбПУ

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ. ИНИЦИАТИВЫ ИНДУСТРИАЛЬНО-ЦИФРОВОГО ЛИДЕРСТВА



В рамках трека слушателям необходимо выбрать проектную тему для работы, объединившись в команды. При желании один слушатель может быть участником нескольких проектных команд, но лидером проекта он может быть только в одном проекте.

Перечень ключевых дисциплин трека



Акселерация
проектов. Практика
командной работы
в группах в рамках
модулей



Пленары с участием
экспертов на каждом
модуле

Специальные тренинги



Навыки публичных
выступлений;
Подготовка
презентаций

Спикер:
Кобышева Ю.А.

Межмодульная работа команд в онлайн-формате



ИНФРАСТРУКТУРНАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОГРАММЫ

В рамках прохождения программы участники имеют возможность ознакомиться с лабораториями, научными и образовательными центрами СПбПУ, в их числе: Суперкомпьютерный центр «Политехнический», Научно-образовательный центр «Газпромнефть-Политех», Научно-исследовательская лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных», Научно-образовательный центр Kawasaki, Фаблаб Политех, Музей истории СПбПУ и другие.



Суперкомпьютерный центр «Политехнический»



Лаборатория Lean



НОЦ «Газпромнефть-Политех»



НОЦ Kawasaki

ИНДУСТРИАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРЫ ПРОГРАММЫ

Реализация программы предусматривает несколько выездных ознакомительных экскурсий на высокотехнологичные предприятия, являющиеся индустриальными партнерами СПбПУ и имеющие интересный и результативный опыт по тем или иным проблематикам программы.

В числе таких предприятий: АО «НПО «Альянс Электро», АО «Диаконт», Ленинградская АЭС, Кластер «Креономика», ГК «Геоскан», АО «Средне-Невский судостроительный завод» и другие. Один из модулей З потока программы прошел на площадке Филиала ПАО «Ил» - Авиастар (Ульяновск).



Филиал ПАО «Ил» - Авиастар (Ульяновск)



АО «Диаконт»



Ленинградская АЭС



Кластер «Креономика»



30 июня 2023 года в Москве прошла итоговая защита командных проектов, подготовка которых длилась на протяжении всего обучения, и вручение дипломов.

В состав комиссии вошли первые лица корпорации: генеральный директор ПАО «ОАК» **Юрий Слюсарь**, заместитель генерального директора ПАО «ОАК» по производству и технологическому развитию **Дмитрий Блощинский** и другие руководители. От лица ПИШ СПбПУ в официальном мероприятии приняли участие проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ **Алексей Боровков**, дирек-

тор Центра дополнительного профессионального образования ПИШ СПбПУ **Сергей Салкуцан** и руководитель научной группы направления «Корпоративные программы» Высшей школы технологического предпринимательства Института передовых производственных технологий СПбПУ **Павел Козловский**.



«Очень хорошая работа! Я хотел бы поздравить всех участников с такими впечатляющими результатами и с окончанием программы профессиональной переподготовки в целом. Я считаю, что КПД очень высокий, и мы не должны останавливаться на достигнутом, а только продолжать системно вести данную работу. Так же хочу отметить прекрасные детальные презентации. Очень здорово, что представители разных предприятий смогли выстроить тесное сотрудничество и работать в одной среде, делиться опытом, налаживать связи. Очень рад, что мы идем по этому пути, достигая все более высоких результатов».

Юрий Слюсарь, генеральный директор ПАО «ОАК»





Финал студенческого и школьного треков Национальной технологической олимпиады по направлению «Передовые производственные технологии»



13-18 марта 2023 года в Научно-исследовательском корпусе «Технополис Политех» СПбПУ состоялся финал Национальной технологической олимпиады (НТО) по направлению «Передовые производственные технологии» (ППТ). Заключительные соревнования прошли сразу по двум трекам – школьному и студенческому.

В этом году НТО проводится уже в восьмой раз. Организаторами олимпиады совместно с СПбПУ выступают Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, НИУ «Высшая школа экономики», Кружковое движение НТИ, президентская платформа «Россия – страна возможностей», Агентство стратегических инициатив и АНО «Платформа НТИ». Профиль «Передовые производственные технологии», как и еще 27 направлений НТО, включен в перечень РСОШ – это означает, что призеры и победители школьного трека получат 100 баллов ЕГЭ и другие льготы при поступлении в ведущие инженерные вузы России.

Студенческий трек по направлению «ППТ» уже третий год подряд успешно проводят представители подразделений, входящих в экосистему технологического развития СПбПУ, совместно с АО «ТВЭЛ» (топливный дивизион ГК «Росатом»). Школьный трек курируют сотрудники двух лабораторий ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»: «Цифровое моделирование индустриальных систем» и «Промышленные системы потоковой обработки данных» при поддержке Инфраструктурного центра НТИ «Технет» СПбПУ.

Открыло финал олимпиады видеопоздравление космонавтов Роскосмоса **Сергея Прокопьева** и **Дмитрия Петелина**, записанное на Международной космической станции (МКС).



Участие в студенческом треке НТО по направлению «ППТ» приняли 737 человек. В финал вышли 26 участников из Москвы, Санкт-Петербурга, Свердловской области, Татарстана и Башкортостана.

Соревнования заключительного этапа шли на протяжении шести дней. По легенде задания каждая из групп участников была командой инженерной компании, занимающейся разработками в интересах современной высокотехнологичной промышленности. В распоряжение команды попадал необычный проект, цель которого – профессиональная экспертиза и модернизация беспилотного пожарного летательного аппарата, разработка которого была свернута по загадочным причинам.

При работе над задачей команды для подготовки к решению основной задачи проходят проверку теоретических знаний в области механики и численных методов. Далее участники на основе доступного им комплекта чертежей восстанавливают CAD-геометрию двух деталей самолета. После команды проводят для спроектированных деталей виртуальные испытания на основе имеющихся документальных процедур, чтобы узнать, были ли за-

планированные ранее натурные испытания успешными или окончились провалом. В завершающей и самой крупной части задания группы исследователей переходят к анализу, дополнению и совершенствованию конструкции фюзеляжа БПЛА, в документации к которому отсутствуют сведения об элементе силовой структуры, обеспечивающем функциональность самолета в ряде режимов полета и сценариев нагружения.

Работа финалистов над заданием была организована с применением программных систем T-Flex CAD и CAE Fidesys.

17 марта состоялись защиты проектов. Максимальные баллы набрали следующие команды:

1 место – команда «ХВОЩ» (Москва, Санкт-Петербург, Иннополис): Георгий Будник, Илья Давновский, Арсений Ярмолинский;

2 место – команда «EK_Family» (Санкт-Петербург): Дарья Асташова, Артур Асылгужин, Илья Веселов;

3 место – команда «ТИП-1» (Санкт-Петербург): Владислав Иванов, Алексей Прохорчук, Максим Титов.





Финальный этап у школьников начался с индивидуального испытания – они решали задачи по физике и информатике. Предметный тур по одному предмету длился 2 часа без перерыва. Затем ребята объединились в команды и приступили к решению задачи.

Командам необходимо было доработать платформу колесного робота для поиска утечки опасных газов в лабиринте. Участникам была предоставлена платформа колесного робота с предварительно установленными на нее (но не соединенными) элементами системы управления нижнего уровня (микроконтроллер, двигатели, колеса, драйверы двигателей), набором датчиков и устройств для организации верхнего уровня, а также системами датчиков окружающего пространства. Также на нижнем (Arduino) и верхнем (Orange PI) программном уровне была дана заготовка ПО, в которой отсутствовал модуль автоматической навигации в лабиринте.

От участников требовалось разработать систему управления роботом для прохода лабиринта, компоновку верхней части платформы для установки предложенных датчиков и устройств, а также схему соединения и элементы соединения датчиков и устройств. Лабиринт был доступен участникам для осмотра и тестирования на протяжении всего периода разработки, но с ограниченным количеством попыток запуска в первые 2 дня.

Победу в командном зачете школьного трека НТО одержала команда Interface Technology из Республики Башкортостан в следующем составе: **Никита Кудрявцев, Даниил Ахметшин и Александр Луговой**. Никита Кудрявцев и Даниил Ахметшин также стали победителями в индивидуальном зачете профлия. Призерами в индивидуальном зачете объявлены Иван Горобец (Севастополь), Никита Малышев (Республика Татарстан), Александр Кузенков (Московская область), Александр Луговой и Динислам Сайфуллин (оба — Республика Башкортостан).



Магистранты ПИШ «Цифровой инжиниринг» и ИППТ СПбПУ посетили завод TPV CIS

8 марта 2023 года студенты ПИШ СПбПУ, обучающиеся по магистерской программе «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство», и студенты Высшей школы технологического предпринимательства (ВШТП) в рамках курсов «Технологические комплексы и управление производственными процессами» и «Организация управления наукоемким производством» посетили компанию TPV CIS.

Организовал экскурсию старший преподаватель ВШТП ИППТ **Дмитрий Гаврилов**.

Во время экскурсии студентов познакомили с конвейерной сборкой телевизоров и организацией масштабного технологического производства на заводе TPV CIS в Санкт-Петербурге.



«Посещение завода компании TPV, которая является мировым лидером производства мониторов и телевизоров, позволило студентам познакомиться с организацией поточного производственного процесса и управления складским хозяйством, а также изучить, как эта организация поддерживает операционную и бизнес-стратегию компании.

Такие экскурсии весьма полезны студентам для понимания практического применения методов и подходов, которые преподаются в рамках курсов «Организация наукоемкого производства» и «Технологические комплексы и управление производственными системами».

Дмитрий Гаврилов, старший преподаватель
ВШТП ИППТ



ООО «Ти-Пи-Ви Си-Ай-Эс» (TPV CIS) основано в 2010 году и занимается сборкой и оптовой торговлей, продвижением на рынке СНГ и ближнего зарубежья телевизоров и аудио устройств, оказывает услуги по гарантийному сервисному обслуживанию этих товаров, а также услуги по контрактной сборке бытовой электроники различных марок.

Компания имеет филиалы и представительства в разных странах мира и является одним из лидеров в своей отрасли. Это первый российский завод ведущего китайского контрактного производителя электроники TPV (Top Victorri Investmentc Limited), специализирующегося на разработке, производстве и пост-продажном обслуживании дисплеев, мониторов, ЖК телевизоров и ЖК панелей широкого спектра применения.

Магистранты ПИШ СПбПУ прошли стажировку на предприятиях ГК «Росатом»



С 14 по 17 марта 2023 года 13 студентов ПИШ СПбПУ, обучающиеся по магистерской программе «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство», победители конкурса «ПИШу историю своего успеха» на соискание грантов для прохождения практик, прошли стажировку на ведущих предприятиях атомной промышленности в Новоуральске.

Стажировка магистрантов и инженеров является одним из мероприятий, организованных в рамках системного взаимодействия ПИШ СПбПУ и Топливной компании Росатома «ТВЭЛ».

За время стажировки магистранты посетили два крупных предприятия: АО «Уральский электрохимический комбинат» и ООО «Научно-производственное объединение «Центротех». Оба предприятия входят в Топливную компанию Росатома «ТВЭЛ» ГК «Росатом».

Знакомство с Уральским электрохимическим комбинатом – крупнейшим в мире обогатительным предприятием – началось с экскурсии в Информационно-выставочный центр, где студентов встретил **Александр Дудин**, генеральный директор УЭХК.

Далее магистранты ознакомились с основными промышленными площадками комбината:

- площадка хранения сырьевого гексафторида урана и обедненного гексафторида урана;
- площадки с диффузионными установками;

- участок «Челнок», где применяется особая технология перелива из отечественных вертикальных емкостей (контейнеров) в зарубежные;
- центр комплексного обслуживания контейнеров;
- цех с установками фильтрования пульп и переработки твердых отходов;
- разделительное производство УЭХК, где расположены тысячи ГЦ шестого поколения;
- центральная заводская лаборатория.





В НПО «Центротех» студентов встречал генеральный директор предприятия **Сергей Агапов** и разработчики газовых центрифуг. Сергей Агапов лично провел магистрантов по всем разрешенным цехам.

На участках производства газовых центрифуг и систем очистки бурового раствора (СОБР) студенты увидели в работе вибросито – ключевой элемент СОБР при нефтедобыче, которое было разработано инженерами ПИШ СПбПУ совместно с ведущими специалистами ООО «Центротехинжиниринг».

В части производства ГЦ студенты оценили чистоту производства, тщательность норма-контроля всех тонкостенных деталей. Очень низкий процент брака свидетельствует о высоком качестве производимых изделий.

Программа стажировки была очень насыщенной, представители ПИШ СПбПУ увидели практически полную картину производственных и технологических процессов предприятия. После глубокого погружения в задачи и культуру предприятия студенты почувствовали себя частью коллектива и высоко оценили значимость данного опыта.

Илья Керестень, доцент Высшей школы передовых цифровых технологий ИППТ СПбПУ:

«В рамках этой практики студенты увидели вживую оборудование, конструкции и физико-механические процессы, которые они исследуют и стараются улучшить, подробнее ознакомились с продукцией предприятия. Безусловно, это позволило магистрантам лучше понять объект и предмет их исследований для разработки глобально конкурентоспособной продукции нового поколения. Считаю целесообразным и чрезвычайно полезным проведение подобных мероприятий в дальнейшем».



Магистранты ПИШ СПбПУ прошли стажировку на предприятии «ОДК-Сатурн»



С 20 по 21 апреля 2023 года в Рыбинске Ярославской области в рамках IX Международного технологического форума «Иновации. Технологии. Производство» на площадке ПАО «ОДК-Сатурн» была организована стажировка магистрантов Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг», обучающихся по программе «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство».

Предприятие посетили 9 человек, шестеро из которых проходили практику вне рамок образовательного процесса, и трое студентов, прошедших конкурсный отбор «ПИШу историю своего успеха» на соискание грантов для прохождения практик среди студентов, обучающихся по программам магистратуры технологического профиля.

Магистранты ознакомились с историей и выпускаемой продукцией «ОДК-Сатурн» в выставочном зале предприятия, посетили производственные цеха: цех современного литейного производства, цех по производству лопаток турбины, сборочное производство, испытательный комплекс морских ГТД и лабораторно-производственный цех опытного завода.

Кроме того, магистранты приняли участие в работе Рыбинского форума.



Презентация образовательных программ ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

25 марта 2023 года в амфитеатре ОАО «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ» состоялся День магистратуры Политеха / Master ID - презентация ключевых магистерских программ университета.

Будущим магистрантам рассказали о преимуществах корпоративных образовательных программ, участии в передовых инженерных исследованиях, стартапах, конкурсах и построении будущей карьеры.

Магистерские программы Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» (ПИШ СПбПУ) и Института передовых цифровых технологий (ИППТ СПбПУ) представлял инженер-исследователь Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» ПИШ СПбПУ, ассистент Высшей школы передовых цифровых технологий ИППТ СПбПУ Федор Тарасенко.

Программой ПИШ СПбПУ запланирован запуск 11 уникальных магистерских программ, сфокусированных на решении фронтовых инженерных задач, сформулированных лидерами российской промышленности. Каждая программа разрабатывается совместно с индустриальным партнером. Объем НИОКР – не менее 100 млн рублей в год.

- Компьютерный инжиниринг и цифровое производство
- Организация и управление цифровыми научноемкими производствами
- Цифровой инжиниринг и управление проектами
- Механика полимерных и композиционных материалов
- Передовые цифровые технологии в двигателестроении
- Материалы и технологии для нефтегазовой отрасли
- Системный цифровой инжиниринг в высокотехнологичных отраслях промышленности
- Системный цифровой инжиниринг в атомном машиностроении
- Цифровой инжиниринг в атомной и термоядерной энергетике

- Цифровой инжиниринг водородных технологий
- Цифровые модели промышленных объектов

В 2023 году пройдет набор на следующие образовательные программы:

- 15.04.03 «Прикладная механика», магистерская программа «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство» (партнеры программы: ООО «Центротех-Инжиниринг» / НПО «Центротех» / АО «ТВЭЛ» / ГК «Росатом»).
- 27.04.06 «Организация и управление научноемкими производствами», магистерская программа «Организация и управление цифровыми научноемкими производствами» (партнер программы – ПАО «Северсталь»).
- 15.04.03_09 «Цифровой инжиниринг и управление проектами» совместно с высокотехнологичной компанией «ОКАН»;
- 15.04.03_10 «Механика полимерных и композиционных материалов» в сетевом партнерстве с Кабардино-Балкарским государственным университетом им. Х.М. Бербекова.



Обучение студентов Белорусско-Российского университета



2–5 мая 2023 года в соответствии с планом взаимодействия по вопросам развития образовательных программ представители СПбПУ посетили Белорусско-Российский университет (БРУ).

Преподаватель ПИШ СПбПУ, доцент Высшей школы механики и процессов управления (ВШ МПУ) и Высшей школы передовых цифровых технологий **Ольга Антонова** и старший научный сотрудник лаборатории «Моделирование технологических процессов и проектирование энергетического оборудования» ПИШ СПбПУ, доцент ВШ МПУ **Алексей Новокшенов** провели серию занятий в Белорусско-Российском университете (БРУ) на тему «Топологическая и параметрическая оптимизация конструкций» для студентов 3 курса кафедры «Технологии металлов». Организацию проведения занятий осуществлял заведующий кафедрой «Технологии металлов» **Дмитрий Якубович**.

Преподаватели СПбПУ познакомили студентов с основными методами параметрической и топологической оптимизации и базовыми навыками работы в программных системах конечно-элементного анализа на примере ANSYS APDL. В ходе обуче-

ния студенты смогли самостоятельно реализовать генетический алгоритм параметрической оптимизации и подключить программную реализацию алгоритма к системе конечно-элементного анализа ANSYS для решения типовой модельной задачи – задачи параметрической оптимизации пластины, содержащей эллиптическое отверстие.

В заключение представители СПбПУ познакомили студентов с современной концепцией проектирования (Simulation and Optimization)-Driven Design на примере выполненных в ПИШ СПбПУ проектов для высокотехнологичных отраслей промышленности.

В ходе визита сотрудники СПбПУ посетили научные и учебные лаборатории БРУ, пообщались с сотрудниками кафедры «Технологии металлов» и обсудили возможные направления по расширению и развитию дорожной карты сотрудничества двух университетов.

В ПИШ СПбПУ прошло обучение представителей АО «ЦКБМ»



С 17 по 21 апреля 2023 года в ПИШ СПбПУ прошло обучение представителей АО «ЦКБМ» машиностроительного дивизиона «Атомэнергомаш» госкорпорации «Росатом» по индивидуальной образовательной программе повышения квалификации.

Цель образовательной программы «Импортозамещение в технологических процессах водородной энергетики» – сформировать у руководителей и специалистов разных уровней предприятия компетенций в области химико-технологических систем получения водорода, основных аспектов водородной энергетики, лучших производственных практик и опыта.

В ходе обучения специалисты АО «ЦКБМ» прослушали лекции по следующим темам:

- **Водород как энергоноситель будущего** – концепция водородной энергетики, причины развития водородной энергетики, физико-химические особенности водорода и возможности его использования в качестве энергоносителя и накопителя энергии, конкуренция с природным газом;
- **Типы водорода и методы его получения** – основные технологии производства водорода и структура его потребления, зеленый, голубой, серый и желтый водород, глобальный рынок технологий и оборудования, лицензиары, вендоры, поставщики, производители;
- **Технологические особенности получения водорода** – процессы и аппараты для производства

водорода из углеводородного сырья, ключевые аспекты эффективности, технические и технологические преимущества;

- **Отечественные технологии получения водорода** – отечественные аппараты процессов получения водорода, существующие и потенциальные производители/поставщики основного технологического оборудования;
- **Нормативные требования к процессам получения водорода** – требования к технологиям получения водорода, нормативная документация;
- **Материалы для производства водорода** – отечественные материалы, катализаторы, используемые для получения водорода, особенности выбора и параметров применения;
- **Применение водорода** – актуальные и перспективные сегменты использования водорода (энергетика, транспорт, накопители, технологические процессы), перспективы развития внутреннего российского рынка;
- **Расчетный кейс** – расчетный кейс планирования инвестиционного проекта в водородной энергетике.

ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» с экскурсией посетили школьники



20 июня 2023 года в ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» (ПИШ СПбПУ) и Инженерном центре «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) (ИЦ «ЦКИ») СПбПУ состоялась экскурсия для школьников.

Экскурсия была проведена для группы школьников, проявивших интерес к деятельности Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» и ИЦ «Центр компьютерного инжиниринга» СПбПУ, а также детям сотрудников ПИШ и ИЦ «ЦКИ» СПбПУ. Ребятам рассказали о направлении подготовки «Прикладная механика», о математическом моделировании и о том, как стать универсальным инженером, исследователем или ученым.

Открыл мероприятие инженер-исследователь ИЦ «ЦКИ» ПИШ СПбПУ, ассистент Высшей школы передовых цифровых технологий ИППТ СПбПУ **Федор Тарасенко**.

Школьники познакомились с Политехом, с его кампусом у макета в здании Научно-исследовательского корпуса, в миниатюре увидели, насколько велика территория университета.

Затем ребятам показали лаборатории ПИШ СПбПУ, где занимаются передовыми разработками и на-

учными исследованиями в различных областях. Школьников познакомили с работой инженеров над передовыми проектами в атомной отрасли, двигателестроении, автомобилестроении, показали лабораторию «Промышленные системы потоковой обработки данных» ПИШ СПбПУ.





Далее экскурсия продолжилась в Суперкомпьютерном центре «Политехнический». Здесь проводились цифровые испытания системы аварийного спасения космонавтов, горения в невесомости, президентского лимузина, первой плазмы ИТЭР.

Впечатлил школьников гараж инженерно-гоночной команды «Polytech NCM». Polytech North Capital Motorsport – первая команда класса Formula SAE (Сообщество автомобильных инженеров) в Северо-Западном Федеральном округе. Этот класс соревнований начался в США в конце семидесятых. На данный момент этапы проводятся по всему миру (Европа, Америка, Австралия, Азия, Япония, Индия). В России первая команда появилась в Москве в 2005 году, а на данный момент существует около 15 команд. Команда Политеха образовалась в 2014 году. Проектировка и изготовление автомобиля осуществляется полностью студентами, за исключением таких узлов, как колеса, двигатель, амортизаторы.

Особенно на ребят произвела впечатление лаборатория Бережливого производства, где они приняли участие в имитационной игре, став на время сотрудниками Фабрики процессов. Ребята должны были за отведенное время собрать качественную продукцию и сдать ее требовательному заказчику. Школьники оказались очень любознательными и эрудированными. В процессе работы на Фабрике процессов ребята изучили основные виды потерь, которые окружают нас повсюду, и пообещали попробовать найти и устраниить их в своей повседневной жизни.

Мероприятие стало примером активностей по ранней профориентации школьников, которые регулярно проводит ПИШ СПбПУ.



Хроника короткой строкой



В ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» при поддержке индустриальных партнеров стартует инновационная акселерационная программа TechnoProject



12 апреля 2023 года в Петербурге состоялась церемония открытия регионального этапа Чемпионата высоких технологий и Чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы», созданного при участии ПИШ СПбПУ



С 11 по 13 апреля 2023 года в СПбПУ проходили Всероссийская научно-практическая конференция «Профессиональная подготовка кадров для высокотехнологичной промышленности» и заключительный этап VIII Всероссийской олимпиады по 3D-технологиям



С 22 по 23 мая 2023 года в преддверии III Международной конференции «Коррозия и новые материалы в нефтегазовой промышленности» прошел образовательный курс «Новые материалы. Тенденции развития и применение», реализуемый ПИШ СПбПУ совместно с Научно-техническим центром «Газпром нефть»





ПИШ СПбПУ с экскурсией посетили школьники – победители регионального этапа чемпионата по профессиональному мастерству «Профессионалы», а также ученики ГБНОУ «Академия цифровых технологий»



28-29 июня 2023 года в ПИШ СПбПУ прошел совместный семинар «ТВЭЛ – СПбПУ», посвященный математическому и компьютерному моделированию процессов, протекающих в тепловыделяющих сборках. Соорганизатором выступил Центр трансфера технологий СПбПУ



29 июня 2023 года в ПИШ СПбПУ и Институте передовых производственных технологий СПбПУ состоялась защита работ, выполненных магистрами 1 курса, обучающимися по программе «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство» в интересах компаний ООО «Центротех-инжиниринг», АНО «Физическая реабилитация» и ООО «Робовизард»

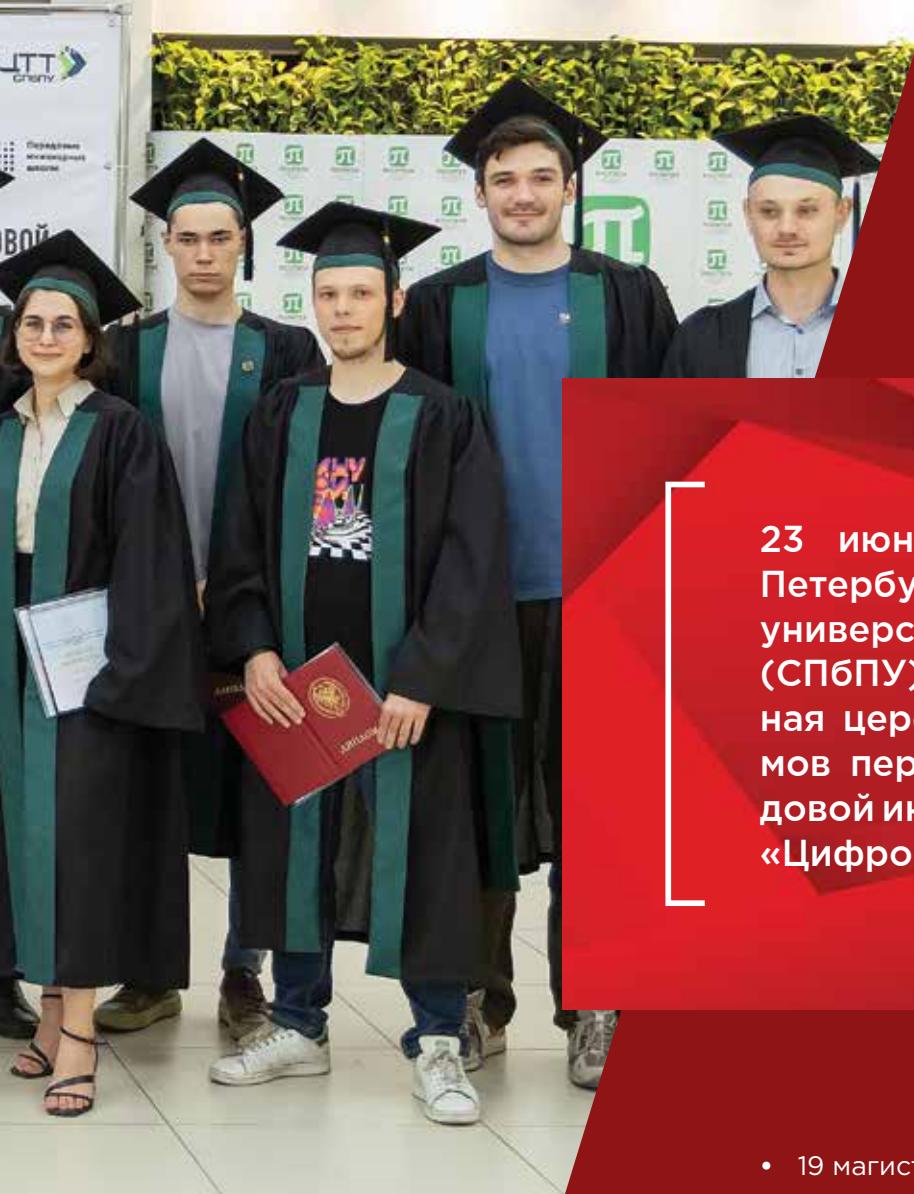


Инженерный центр «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®), ключевое подразделение ПИШ СПбПУ, провел летнюю практику для 15 студентов бакалавриата





Первый выпуск магистров Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»



23 июня 2023 года в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого (СПбПУ) состоялась торжественная церемония вручения дипломов первым выпускникам Первой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг».

- 19 магистров
- Направление подготовки – «Прикладная механика»
- Программа – «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство»
- Индустриальные партнеры – НПО «Центротех» / АО «ТВЭЛ» / ГК «Росатом»

7 июня 2023 года в ПИШ СПбПУ состоялись защиты магистерских диссертаций. Всего на защите было представлено 19 работ, за которые выпускники получили высокие оценки и положительные отзывы экзаменационной комиссии. 15 студентов защитили свои работы на «отлично».

СОСТАВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ КОМИССИИ

Председатель ГЭК

- **Глазунов Алексей Игоревич**, канд. техн. наук, заместитель генерального директора – главный конструктор по цифровому моделированию ООО «Центротех-Инжиниринг»

Члены ГЭК

- **Боровков Алексей Иванович**, канд. техн. наук, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»;
- **Болдырев Юрий Яковлевич**, д-р техн. наук, профессор Высшей школы передовых цифровых технологий СПбПУ;
- **Керестень Илья Алексеевич**, канд. техн. наук, доцент Высшей школы передовых цифровых технологий СПбПУ;
- **Леонтьев Виктор Леонтьевич**, д-р физ.-мат. наук, профессор Высшей школы передовых цифровых технологий СПбПУ;
- **Маслов Леонид Борисович**, д-р физ.-мат. наук, доцент, заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики ИГЭУ;
- **Гаев Александр Валерьевич**, канд. техн. наук, начальник Отдела прочностных расчетов теплообменного оборудования ООО «Турбинные технологии ААЭМ»;
- **Шевченко Денис Владимирович**, канд. техн. наук, генеральный директор ООО «Тихвинский испытательный центр железнодорожной техники»;
- **Фалалеев Андрей Павлович**, д-р техн. наук, профессор, ректор КФУ имени В.И. Вернадского;
- **Яценко Дмитрий Витальевич**, канд. техн. наук, главный конструктор газовых центрифуг ООО «Центротех-инжиниринг».

“

«Первый выпуск магистрантов Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» – это значительное событие. Впервые мы выпускаем специалистов с уникальным набором компетенций под актуальные потребности индустриальных партнеров – в первую очередь госкорпорации «Росатом», а также госкорпорации «Ростех», других высокотехнологичных компаний, поддержавших ПИШ СПбПУ. Пройден большой путь, за время которого наши выпускники в полной мере интегрировались в рабочие процессы на предприятиях, показали себя как мотивированные и хорошо подготовленные молодые специалисты, готовые работать в высоко-производительном секторе промышленности. <...> Мы с вами как никто знает, что быть первыми всегда непросто, но очень интересно, мы вместе с вами создаем новую модель подготовки инженеров, обладающих компетенциями мирового уровня. Мы всегда будем рады вам и вашим достижениям в деле обеспечения технологического суверенитета России!»

Алексей Боровков, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

Защиты магистрантов ПИШ СПбПУ посетила делегация Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова. Целью визита стало детальное изучение Федерального проекта «Передовые инженерные школы» в Российской Федерации в преддверии старта аналогичного проекта в Республике Узбекистан.

Выпускные квалификационные работы, представленные на защите, выполнялись на основе задач реальных проектов, подготовленных в интересах АО «ТВЭЛ» (входит в ГК «Росатом»), и на основе актуальных НИОКР, выполняемых в Инжиниринговом центре «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab®) СПбПУ по заказам высокотехнологичных компаний. Выпускники магистратуры «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство», кроме традиционных работ в области прикладной и вычислительной механики, представили работы по биомеханике, применению нейросетей и аддитивных технологий.



Члены государственной экзаменационной комиссии отметили высокий уровень студентов, особую актуальность, уникальность и высокий уровень подготовки диссертаций.



«На мой взгляд, реальные проекты, над которыми работали студенты все эти два года, – самый важный компонент образовательного процесса. <...> Работа над проектами помогает студентам развить навыки решения задач, аналитического мышления и креативности. <...> Мы ждем, что выпускники ПИШ «Цифровой инжиниринг» придут работать к нам в ООО «Центротех-инжиниринг», в другие высокотехнологичные компании и дадут новый импульс созданию новой научноемкой высокотехнологичной продукции на предприятиях России».

Алексей Глазунов, председатель ГЭК, заместитель генерального директора – главный конструктор по цифровому моделированию
ООО «Центротех-Инжиниринг»





Церемония вручения дипломов первым выпускникам Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» прошла 23 июня 2023 года в торжественной обстановке – в зале заседаний Ученого совета СПбПУ, при участии заместителя

генерального директора – управляющего директора ПАО «ОДК-Сатурн», Героя Труда РФ, Почетного доктора СПбПУ Виктора Полякова, который выступил с коротким поздравлением и напутствием молодым инженерам.



«Образование в вузе очень важно, и очень много зависит от специалистов, которые приходят после вуза и начинают работать на предприятии. Я сам начал работать с третьего курса, мы постоянно имели связь с базовым предприятием, проходили по две-три практики за время обучения. Нет никаких сомнений, что необходимо как можно раньше начинать адаптироваться к будущей профессии, поэтому мы активно сотрудничаем и с Рыбинским университетом, и с ПИШ СПбПУ».

Виктор Поляков, заместитель генерального директора – управляющий директор ПАО «ОДК-Сатурн»





05

ОТ ПЕРВОГО ЛИЦА

- Советско-болонский союз.
Интервью А.И. Боровкова журналу инноваций СТИМУЛ
- Инженер в цифровую эпоху.
Интервью с сотрудниками ПИШ СПбПУ
- Устами студента.
Интервью с магистрантами и выпускниками ПИШ СПбПУ
- Артем Осипов: «Нужно оставаться любознательными, как дети»

Советско-болонский союз. Интервью А.И. Боровкова журналу инноваций СТИМУЛ



4 апреля 2023 года в журнале об инновациях в России «Стимул» было опубликовано интервью с проректором по цифровой трансформации СПбПУ, руководителем ПИШ СПбПУ А.И. Боровковым. Представляем выдержки из данной публикации.

Присоединение России в 2003 году к Болонской системе с самого начала вызвало активное общественное обсуждение, но решение было принято, и все российские вузы достаточно быстро, хотя и не без проблем перешли на нее. Однако в апреле 2022 года на волне введения против России всяческих санкций Болонская группа – одна из руководящих структур Болонской системы – признала решение прекратить представительство России и Белоруссии во всех структурах Болонского процесса. А 21 февраля 2023 года в послании Федеральному собранию президент **Владимир Путин** объявил о запуске реформы высшего образования и отмене Болонской системы, отметив, что

необходим синтез «всего лучшего, что было в советской системе образования, и опыта последних десятилетий».

Глава Минобрнауки России **Валерий Фальков** заявил, что его ведомство проводит последовательную и планомерную работу по созданию новой системы высшего образования. «Мы будем искать возможности для того, чтобы новая система высшего образования была лучше адаптирована к потребностям рынка труда и запросам экономики», – сказал он. По мнению Фалькова, сегодня в российской экономике наиболее востребованы квалифицированные инженерно-технические кадры.

Но с организационной точки зрения именно инженерно-техническое образование, возможно, является наиболее сложным, потому что требует сочетания серьезной фундаментальной подготовки с обучением разнообразным прикладным наукам и практическим навыкам. А значит, его реформа требует особой тщательности.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого – один из ведущих вузов России, готовящих инженерные кадры для самых передовых отраслей промышленности. Мы встретились с проректором университета по цифровой трансформации, руководителем Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» **Алексеем Боровковым**, чтобы обсудить, какой видится в университете реформа высшего образования, в первую очередь, инженерного.

Нашу беседу Алексей Иванович начал с характеристики Болонской системы и изменений, которые произошли в экономике и промышленности с момента ее создания.

– Как известно, Болонский процесс был назван в честь Болонского университета, в котором в 1999 году министры образования 29 европейских стран подписали Болонскую декларацию. Этот процесс создал Европейское пространство высшего образования. Одной из основных целей Болонской системы было повышение мобильности студентов, когда бакалавр, получив образование в одном университете, может переехать в другой город или даже в другую страну в рамках Евросоюза и продолжить обучение в другом университете.

С тех пор прошла почти четверть века, случилось много значительных событий: Четвертая промышленная революция и формирование цифровой экономики, тотальная цифровизация, пандемия коронавирусной инфекции, наконец, развитие российской экономики, науки и образования в новых условиях.

Я бы сразу уточнил, что стремительное развитие передовых цифровых и производственных технологий, которые с каждым годом становятся все более наукоемкими и мультидисциплинарными, а также динамика развития всех процессов такова, что система высшего образования должна обеспечить «синтез всего лучшего, что было в советской системе образования, и опыта последних десятилетий», как сказал президент Российской Федерации Владимир Путин в послании Федеральному собранию 21 февраля 2023 года.

Я убежден, что синтез всего лучшего предполагает возможность реализации нескольких моделей высшего образования, которые будут отличаться структурой и длительностью подготовки, но все модели можно выразить простейшими формулами: $(2 + 3) = 5$ лет; $(2 + 3,5) = 5,5$ года; $(2 + 4) = (2 + 3) + 1 = (2 + 2 + 2) = 6$ лет. Понятно, что выбор и реализация той или иной модели образования зависит от направления подготовки, специальности, инфраструктуры, научно-педагогического, научно-образовательного и научно-технологического потенциала, традиций и практического опыта того или иного университета. Эти модели позволяют обеспечить как интересы работодателей, так и студентов при возможности реализации индивидуальных образовательных траекторий как важнейшего элемента повышения эффективности высшего образования. Все эти модели в первые два года формируют базовые знания и универсальные компетенции, а в последующие годы – специальные знания и профессиональные компетенции.

На мой взгляд, наиболее перспективна в этом смысле модель $(2 + 2 + 2) = 6$ лет, когда студент, отучившись два курса, на которых изучаются базовые фундаментальные дисциплины, имеет возможность, подумав о своем будущем, уточнить траекторию обучения и на следующие два курса изменить ее в рамках укрупненных групп специальностей и направлений (УГСН). То есть, например, есть УГСН «Машиностроение», в которую входит восемь направлений подготовки, и студенту предоставляется возможность поменять направление. И дальше тоже очень неплохо: бакалавр, поступая в магистратуру после четырех лет подготовки, имеет возможность выбрать смежное, родственное, но другое направление. Потому что если он уже для себя решил, что он по тем или иным причинам не будет работать по тому базовому направлению, по которому он учился в бакалавриате, то лучше, чтобы государство не тратило финансы на его обучение по этому направлению. В этом случае студент будет иметь возможность выбрать образовательную траекторию, которая больше отвечает его способностям и интересам, где он видит перспективы для своей карьеры. В этом безусловное преимущество модели $(2 + 2 + 2) = 6$ лет.

Поэтому, если говорить о подготовке инженеров, то мой тезис такой: хорошего инженера, в первую очередь разработчика высокотехнологичной продукции, обладающего компетенциями мирового уровня, целесообразно готовить по моделям $(2 + 2 + 2) = (2 + 3) + 1 = 6$ лет. За пять лет можно подгото-

вить узкого специалиста: инженера-эксплуатанта, инженера-конструктора, инженера-технолога. Понятно, что в бакалавриате за четыре года современного и востребованного промышленностью инженера подготовить невозможно, скорее всего, это будет имитация инженерного образования.

Итак, я убежден, что в области наукоемких профессий, а технологии, как мы уже отмечали, в большинстве инженерных профессий с каждым годом становятся все более наукоемкими, более мультидисциплинарными, современное инженерно-техническое образование может быть только шестилетним. Именно поэтому во всем мире растет спрос, в первую очередь в наукоемких высокотехнологичных отраслях промышленности, на системных инженеров, которые имеют мультидисциплинарное образование и обладают компетенциями мирового уровня в цифровых технологиях. Именно эти инженеры занимаются разработкой высокотехнологичной продукции – сложных технических или киберфизических систем, причем на всех стадиях жизненного цикла продукции с применением передовых цифровых и производственных технологий.

Что касается форматов обучения, то важно отметить, что пандемия подтолкнула высшее образование к дистанционному формату. Появилось много открытых образовательных платформ, на которых студент в удобное для себя время, включая вечера, субботы и воскресенья, может получить дополнительное профессиональное образование в любом университете, в любой стране мира, и это, конечно, существенно повлияло на структуру образования. <...>

Наши студенты шесть семестров изучали высшую математику, и у них возник вопрос: а зачем мне столько, когда мои друзья учатся в другом университете и не изучают математику и физику в таком объеме? Очень важно и полезно, я так и делал, когда они изучили, например, высшую алгебру, аналитическую геометрию, дифференциальные уравнения или математическую физику, объяснять на примерах, как используются эти дисциплины в технических науках и современном инжиниринге. Именно в дисциплине «Введение в специальность» необходимо регулярно, на системной основе объяснять это и поддерживать мотивацию. И модель образования (2 + 2 + 2) позволяет уже ко второму курсу понять, твое ли это, готов ли ты этим заниматься всю жизнь или не готов. И если не готов, тогда ты можешь изменить образова-

тельную траекторию и сместиться в смежное направление подготовки, где, например, поменьше фундаментальных дисциплин и наукоемких мультидисциплинарных технологий, а побольше того, что тебя заинтересовало.

- Многие сейчас вспоминают советскую систему образования и считают неоправданным переход к Болонской системе. А как бы вы оценили советскую систему? Имело ли смысл ломать ее?

– Этот вопрос возник еще где-то в середине 1990-х годов: вводить или не вводить Болонскую систему, точнее, двухуровневую систему подготовки «бакалавр плюс магистр»? Моя позиция как активного участника тех обсуждений заключалась в том, что по направлению «прикладная механика» в Петербургском политехе мы будем вводить систему «бакалавр плюс магистр» при условии сохранения всего самого лучшего, наработанного десятилетиями с момента начала подготовки в СССР инженеров по базовой для всего машиностроения специальности «Динамика и прочность машин», впервые открытой в СССР в Ленинградском политехническом институте в 1935 году.

Но модель «бакалавриат плюс магистратура» позволяла и позволяет на пятом-шестом курсе обучения, взяв для выпускной работы задачу от индустриального партнера, качественно подготовить специалиста – магистра техники и технологии, фактически инженера-исследователя. То есть у нас в Петерском политехе в результате вдумчивой трансформации образовательного процесса никакого слома качественной инженерной подготовки не произошло, более того, мы получили дополнительный семестр для подготовки и написания магистерской диссертации, который был использован чрезвычайно эффективно. <...>

Что касается достоинств советского инженерного образования, то одним из важных его отличий была серьезная фундаментальная физико-математическая подготовка, в то время как для многих других стран было характерно практико-ориентированное узкоспециализированное образование. Не случайно советское инженерное образование было признано лучшим, после того как в октябре 1957 года мы запустили первый искусственный спутник Земли. Соединенные Штаты Америки отправили в СССР для изучения нашей системы инженерного образования выдающегося механика двадцатого века Степана Прокофьевича Тимошенко. На основе впечатлений, полученных во время

поездки в Россию в 1958 году, и глубоких знаний системы инженерного образования в России он написал книгу «Инженерное образование в России», изданную в 1959 году. Именно Степан Тимошенко объяснил западной аудитории, что успех СССР, в том числе в Атомном проекте и в Космической программе, заложивших основы современной промышленности, был предопределен качественным фундаментальным физико-математическим и инженерным образованием. <...>

Я уже сказал, что хорошего инженера можно подготовить и в системе специалитета, и в системе «бакалавр плюс магистр», и даже у последней есть определенное преимущество, потому что она рассчитана на шесть лет. Для многих современных высокотехнологичных, наукоемких профессий, безусловно, шесть лет подготовки лучше. Но последний, шестой год обучения студент должен работать над магистерской диссертацией или дипломным проектом в тесном сотрудничестве с промышленной компанией или научным институтом, обязательно принимая участие в выполнении актуальных НИОКР. Все-таки не преподаватели должны придумывать тему для выпускной работы магистранта, зачастую сами не работая в той области, к деятельности в которой готовят студента. Так, в Передовых инженерных школах это зафиксировано в качестве обязательного условия – подготовка инженеров в процессе реше-

ния фронтирных инженерных задач. В итоге в ПИШ СПбПУ мы пришли к модели двух наставников у студентов-магистрантов: наставник со стороны университета, отвечающий за научно-образовательную и научно-технологическую часть подготовки, и наставник со стороны будущего работодателя – высокотехнологичной компании, который знакомит его с предприятием, с задачами, с регламентами, нормами, которые действуют на предприятии.

А лучше всего, если индустриальный партнер участвует и в разработке учебного плана, руководит и принимает выпускные работы. Именно в этом случае происходит конвергенция, взаимное проникновение подготовки инженеров новой формации и научно-технологической и производственной деятельности наших индустриальных партнеров. Я бы сказал, что это самая передовая схема организации нового инженерного образования. В этом случае мы уходим от ситуации, с которой сталкиваются многие выпускники, когда им говорят там, куда они пришли работать: «Забудьте все то, чему вас учили в университете».



Полный текст статьи читайте
в журнале «Стимул»
по ссылке в QR-коде.



Инженер в цифровую эпоху

Что за профессия – «цифровой инженер»? Что должен знать и уметь? Чем отличается от «обычного» инженера? Где и как осваивать и применять новые технологии? Простые ответы на сложные вопросы в серии статей и интервью сотрудников экосистемы технологического развития СПбПУ.

ПРОФЕССИЯ ИНЖЕНЕРА: КАК ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕНЯЮТ ЕЁ



Олег Рождественский, заместитель руководителя
ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

По данным сервиса «Авито Работа», спрос на инженеров в 2023 году вырос в два раза, а их зарплата, по данным Superjob, – на 7–20%. Тенденция сохранится: на рынке не хватает квалифицированных кадров – только 28% всех российских выпускников получили инженерные специальности за последние пять лет.

Изменения российской экономики приводят к перестройке производственных процессов на технологических предприятиях. В результате растет потребность в новых специалистах, а значит, и в развитии инженерных направлений в образовании. Это подтверждает рост числа бюджетных мест в университетах и запуск кампаний по популяризации инженерных специальностей в школах, техникумах и вузах.

Так, в 2022 году стартовал федеральный проект передовых инженерных школ (ПИШ). Он объ-

единил 30 ведущих российских университетов с крупными компаниями из индустрии для подготовки инженерных кадров. В основе обучения – фокус на решении реальных производственных задач, взятых не из старых учебников или опыта преподавателей, а из реальных запросов бизнеса. Для инженеров это важно, так как используемые в производстве технологии меняются каждые несколько лет и выходящий из вуза специалист должен быть знаком с ними. Пока инициатива инженерных школ затрагивает только уровень магистратуры.

Выпускников инженерных университетов можно разделить на три категории:

- инженеры по эксплуатации высокотехнологичного оборудования – около 25%;
- «традиционные» инженеры: конструкторы, расчетчики, технологи, программисты и экономисты – около 70%;
- цифровые инженеры – инженеры нового поколения, обладающие компетенциями мирового уровня, – приблизительно 5%.

С развитием цифровых технологий заметную роль в современных компаниях начинают играть последние 5%, которых мы в Политехе называем «инженерным спецназом». Они строят модели реальных физических объектов в цифровом пространстве, используя мультидисциплинарные знания из физики, химии, сопромата и других разделов точных наук.

Например, такие инженеры могут создать «цифровой двойник» (Digital Twin) морского газотурбинного двигателя. Задача кажется простой, но это не так. Необходимо построить более 400 математических моделей, описывающих поведение



Создание саней для двукратного чемпиона мира по санному спорту Романа Репилова

турбины, компрессоров, вентиляторов, камеры сгражания, роторов, лопаток и других частей двигателя во всех состояниях, включая различные тепловые режимы, вибрации и аварийные ситуации. С таким объемом работы не справиться классическими инструментами – с помощью чертежной программы и ручных математических расчетов. <...>

Перестройка технологических процессов идет во всех отраслях: нефтедобывающей, тяжелой промышленности, топливно-энергетическом секторе, машиностроении и так далее. Эта трансформация требует подготовки специалистов инженерных специальностей, которые владеют цифровыми технологиями. Мы видим это по своим магистрантам – многие из них уже работают в «Росатоме», «Газпром нефти», «Северстали» и инжиниринговых центрах.

Существует стереотип, что производство – это скучная рутина. Но это не так. Современные индустриальные компании занимаются научными разработками, тестируя и внедряя их в свой бизнес. Именно здесь нужны цифровые инженеры. Они моделируют новые детали и устройства, повышая эффективность разработки и снижая затраты, предупреждая поломки в будущем.

Например, система цифровых двойников, которую разрабатывают современные инженеры, позволяет нефтяным компаниям в режиме реального времени следить за удаленными месторождениями. Предсказание сбоя на одном нефтеперерабатывающем

предприятии с помощью такой системы позволило сэкономить сотни миллионов рублей.



Использование технологии цифровых двойников не ограничивается только промышленностью. Она незаменима и в других отраслях. Например, медицинские клиники используют ее для обслуживания дорогостоящего оборудования – моделируют его работу при различной нагрузке и прогнозируют появление неисправностей. Широкое направление работы цифровых инженеров – персонализированная медицина, позволяющая подобрать индивидуальные методы лечения для пациентов. <...>



Цифровые инженеры участвуют в разработке нового спортивного оборудования и материалов, <...> проектируют и тестируют тренажеры для физиотерапии, облегчающие восстановление спортсменов после травм, или разрабатывают новые виды газона для футбольных полей.



Полный текст статьи читайте на платформе Skillbox по ссылке в QR-коде.

ЦИФРОВОЙ ИНЖЕНЕР: КТО ЭТО И ЧЕМ ЗАНИМАЕТСЯ



Сергей Салкуцан, директор
Центра дополнительного профессионального
образования ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

Цифровой инженер – это новый класс инженеров, которые в цифровом пространстве проектируют и моделируют реальные физические объекты – от отдельных деталей до сложных изделий, комплексов и работы целых фабрик. В России таких специалистов пока немного, но во всем мире их востребованность растет. Расходы на цифровой инжиниринг, по прогнозам консалтинговой компании Zinnov, уже к 2025 году вырастут до \$2 трлн и составят половину всех расходов на инженерные исследования и разработки.

Переход в индустрию 4.0 (развитие технологий ИИ и машинного обучения, внедрение промышленного интернета вещей, развитие системного цифрового инжиниринга) открыл перед бизнесом новые горизонты. С одной стороны, появилось понимание поведения систем в течение всего жизненного цикла. <...> С другой – произошло сокращение времени разработки. Экономия происходит за счет моделирования жизненного цикла до того, как продукт произведен. Вместо проверки результатов на дорогостоящих образцах все идеи и расчеты можно проверить на цифровых моделях. Например, в автомобилестроении вместо десятка дорогостоящих краш-тестов можно провести тысячи виртуальных и один натурный для подтверждения цифровых результатов. Среди других возможностей эксперты отмечают увеличение прозрачности бизнес-процессов, быструю переналадку производства, кастомизацию про-

дукции и достижение ею принципиально новых потребительских характеристик. <...>

Задача цифрового инженера – проектировать объекты, процессы и системы на всех этапах жизненного цикла. Еще в начале разработки должно быть четкое понимание, как должно работать готовое изделие, какие процессы проходят внутри и как они друг на друга влияют. В расчетах важно учитывать множество требований и ограничений – технологических, экономических, функциональных. К примеру, решая спроектировать кузов необычной формы, важно сохранить практичность и безопасность. И при этом нужно иметь возможность изготовить его на имеющемся производстве, выбрать новый материал для детали, повысив ее качество и сократив расходы на производство, заложить возможность использования оборудования в экстремальных климатических условиях. Отдельная задача – создать «мост» между физическим и цифровым мирами, чтобы происходящие с реальным объектом процессы сразу отражались в цифровой модели, что позволит избегать отказов оборудования, аварий и экстренных ремонтов.

В текущих экономических реалиях – санкционного давления и ограниченного доступа к технологиям – такие специалисты нужны любому бизнесу, который планирует занять лидирующие позиции на рынке. <...>

Чтобы строить цифровые модели, нужны глубокие фундаментальные знания в области физики, математики, механики и инженерии. Основную часть работы в инжиниринге выполняют компьютерные программы, чьи возможности превышают традиционное создание чертежей, ручные расчеты предполагаемых нагрузок и прогнозирование поведения материалов. Поэтому важно владение разными инженерными программными системами:

- технологии компьютерного проектирования: CAD (система автоматизированного проектирования);
- технологическая подготовка производства: CAM (компьютерная поддержка производства);
- компьютерный и суперкомпьютерный инжиниринг: CAE (системы инженерного анализа) и HPC (высокопроизводительные вычисления);

- технологии управления данными о продукте: PDM (управление данными об изделии);
- технологии управления жизненным циклом: PLM (управление жизненным циклом продукта).

А также: CAE (системы инженерного анализа), CFD (система вычислительной гидродинамики), CAO (компьютерная оптимизация), CAAM (компьютерное архитектурное моделирование), FSI (решение задач взаимодействия жидкости и конструкций), MBD (модельно-ориентированное проектирование) и т.д.

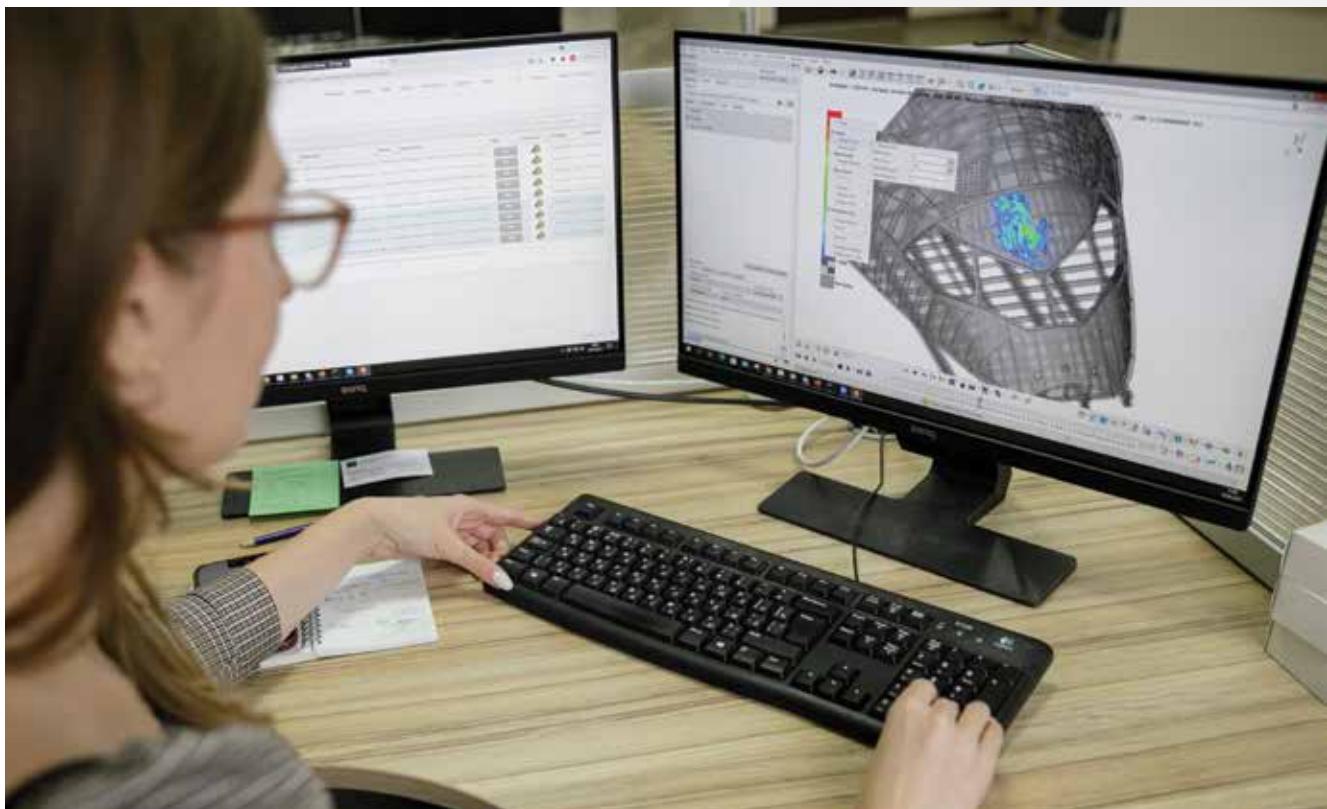
Кроме того, важно умение работать в кроссфункциональных командах. Фактически цифровой инженер выполняет роль технического лидера проекта, которому нужны знания принципов проектного управления, продуктового подхода и дизайнмышления. <...>

Промышленность – один из драйверов цифровой трансформации. Крупные промышленные компании готовы инвестировать в наукоемкие разработки, поскольку любая оптимизация, предотвращенная авария окупаются и сохраняют компании сотни миллионов, а иногда и миллиардов.

Еще в 2019 году специалисты консалтинговой Gartner отмечали, что 62% компаний по всему миру планируют или уже начинают внедрять технологию цифровых двойников. <...> В России, по оценке ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, в 2020 году доля организаций обрабатывающей промышленности, использующих цифровые двойники, составляла 3,3% (в целом по экономике этот показатель составлял 1,1%). По оценкам 2021 года, 18% предприятий машиностроения и приборостроения используют технологии имитационного моделирования и виртуальных испытаний промышленной продукции (цифровой двойник изделия). К 2030 году этот показатель может вырасти до 80%. В России уже сейчас в некоторых центрах НТИ, к примеру, в ЦНТИ «Новые производственные технологии», 50% проектов связаны с цифровым проектированием и моделированием, включая цифровые двойники.



Полный текст статьи читайте
на РБК по ссылке в QR-коде.



10 ГЛУПЫХ ВОПРОСОВ ЦИФРОВОМУ ИНЖЕНЕРУ



**Федор Тарасенко, инженер-исследователь
Инжинирингового центра (CompMechLab®)
ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг»**

- До цифрового инжиниринга был аналоговый?

– В каком-то смысле можно так и ответить, потому что все зависит от того, как мы трактуем термин «аналоговый» инженер. Если откатываться назад, все те задачи, которые решает сейчас цифровой инженер, – может быть, в меньшем масштабе, с меньшей глубиной проработки – решали и без применения цифровых технологий. Или пытались решать с помощью математического аппарата, тех методов, которые существовали на тот момент развития науки и техники. Сейчас неизбежным требованием к цифровому инженеру является то, что он должен быть и хорошим «аналоговым» инженером, чтобы на хорошем уровне понимать все то, что происходит в его области деятельности, и грамотно использовать те цифровые инструменты, которые у него есть. <...>

- Компьютерное моделирование – это собирать модельки компьютера?

– Иногда приходится заниматься и таким. Вообще цифровой инженер решает целый спектр различных задач, но все они нацелены на решение одной большой задачи: разработка какой-то продукции. <...> Мы разрабатываем, придумываем, конструируем любую техническую систему: автомобиль, самолет, ракету, атомную станцию, инсулиновый шприц, персональный эндопротез для человека... <...> Компьютерное моделирование – это один

из базовых инструментов цифрового инженера, который позволяет нам спрогнозировать поведение той или иной конструкции в компьютерной симуляции. То есть, если это автомобиль, то, допустим, это тест на пассивную безопасность, когда автомобиль врезается в препятствие, и мы смотрим, как он разрушается и насколько безопасно в нем находится пассажиру. С применением этого инструмента мы можем сделать сто или тысячу различных версий автомобиля, все их в виртуальной среде прогнать, врезать в препятствия, посмотреть, какая версия лучше, и сэкономить себе время, силы и деньги на разработку большого числа прототипов и их испытаний. И выйти на рынок уже с готовым решением, которое однозначно подходит и удовлетворяет всем требованиям.

- Если бы в XII веке был цифровой инженер, мы могли бы спасти Пизанскую башню?

– Думаю, что спасение Пизанской башни могло бы быть осуществлено и силами «аналогового» инженера, но, конечно, с инструментарием, который у нас есть сейчас, с математическим аппаратом, с подходами механики, с этими самыми волшебными вычислительными мощностями <...> можно было бы спрогнозировать и то, что произойдет с Пизанской башней, и подобрать либо новую площадку для строения, либо новую конструкцию фундамента, которая не только исключила бы возможность ее наклона, но и учитывала бы оптимальное соотношение использованного материала, его стоимости, доставки и т.д.

- То есть и погоду на 27 ноября можно спрогнозировать?

– Тут уже мы погружаемся в более узкие аспекты применения этих инструментов. И за счет этого подходим к вопросу качественной подготовки цифрового инженера. Потому что когда мы говорим о прогнозировании, да, мы можем сказать, что вот сейчас такая-то погода, на Земле действуют такие-то законы физики, есть влияние Луны, какие-нибудь солнечные вихри, электромагнитные бури, которые все сказываются на погоде. Всё это заложить и сказать: давай, суперкомпьютер, пожалуйста, моделируй, выдай нам результат. Но когда мы увидим этот результат, наша задача как цифровых инженеров будет заключаться именно в том, чтобы оценить корректность сделанных предположений

и построенной модели, адекватность результатов и вообще их достоверность, насколько им можно верить. Классический пример из чуть ли не школьного курса физики – это двойной маятник: у вас есть ниточка, на ней грузик, потом еще одна ниточка, еще один грузик; идея в том, что есть уравнение, и можно совершенно спокойно предсказать поведение системы, но такая система настолько чувствительна к начальным параметрам, что мы чуть-чуть неточно зададим его начальное положение, а у нас через какое-то время всё будет совсем не так. То есть она, по сути, становится хаотичной с точки зрения предсказания.

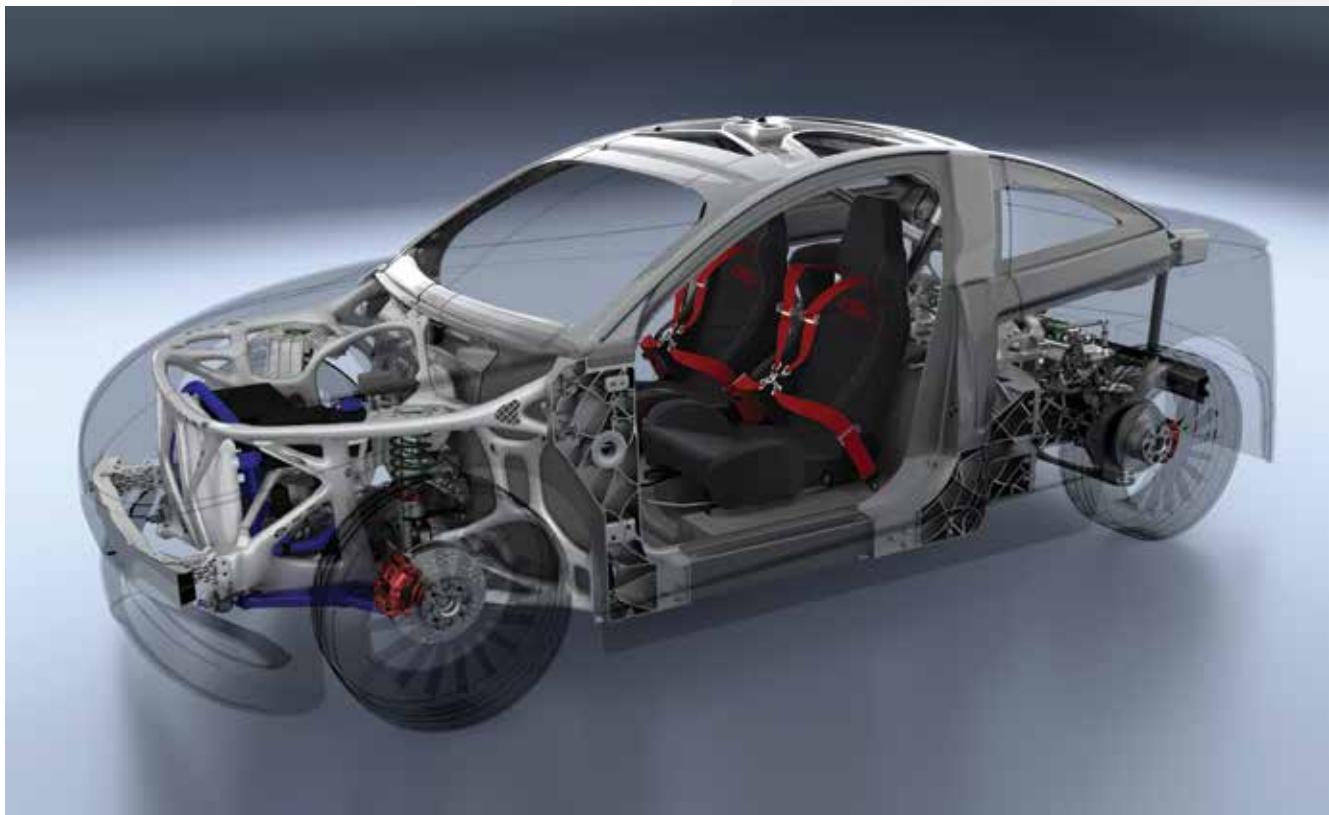
На каком-то горизонте предсказания погоды, естественно, это работает так же. Что-то в обозримом будущем мы можем очень легко и точно прогнозировать. Чем дальше, тем больше становится влияние начальных ошибок, тех упрощений, которые мы вводим, потому что мы не смотрим на систему с точки зрения движения каждой молекулы газа, мы все равно опускаемся на какой-то уровень упрощения. И это упрощение в конце концов тоже играет свою роль при поиске результата. <...> Если же говорить,

например, о краш-тестах автомобиля, то там очень строгие требования. Сейчас это уже, можно сказать, стандарт в индустрии моделирования: отклонения должны быть не более 5%.

Но тут есть множество различных нюансов, даже на уровне того, на что мы хотим посмотреть. То есть, если нам нужно сейчас предварительно оценить, допустим, конструкционную толщину опорной балки, которую мы используем, то нам неинтересно смотреть, как разбиваются стекла или как распространяется трещина в кости человека в случае аварии. Мы сильно упрощаем модель и смотрим именно на то, что нам интересно. В области нашего интереса у нас высокая точность, в других областях, естественно, ниже. И это тоже один из важных навыков цифроинженера – понимание того, на что нужно смотреть, что есть фокус интереса в конкретной задаче.



Полное видеоинтервью смотрите
по ссылке в QR-коде



Устами студента

Студенты Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» рассказывают о своих исследованиях, впечатлениях от обучения, профессиональных и жизненных планах. Приводим выдержки из серии интервью с магистрантами ПИШ СПбПУ.



Анна Ровбо – студентка 1 курса магистратуры ПИШ СПбПУ, обучающаяся по программе «Организация и управление цифровыми научноемкими производствами». Участница инженерных чемпионатов и конференций, призер финала Всероссийского международного металлургического чемпионата Metal Cup, победитель олимпиады «Я – профессионал» и программы «УМНИК», один из победителей стипендиального конкурса, направленного на поддержку лучших студентов магистратуры благотворительного фонда Владимира Потанина.

– Большинство людей считает, что металлург – это мужская профессия. Чем заинтересовала металлургия? Что стало решающим фактором в выборе профессии?

– После окончания школы я хотела поступить на техническое направление и выбор пал на Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. В 2018 году я поступила в Политех на бюджетное направление «металлургия» (бакалавриат). В приемной комиссии познакомилась с преподавателями – металлургами. Они рассказали, что металлургия – это уже давно не мужская профессия. А те самые «кузнецы» теперь – это инженеры и учёные, работающие в лабораториях. После рассказов о деятельности металлургов,

в частности, в СПбПУ, я решила поступить на данное направление. Все 4 года обучения были насыщены учебной и научной деятельностью.

– Какие возможности открыла для вас Передовая инженерная школа «Цифровой инжиниринг»?

– Я студент магистратуры Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» по программе «Организация и управление цифровыми научноемкими производствами». Это дает мне возможности для реализации своего потенциала, так как ПИШ представляет все ресурсы, в том числе и материальные, для осуществления учебной и научной деятельности.

– Вы почти с первого дня магистратуры начали работать, удобно ли совмещать с учебой?

– Я начала работать в НТК «Новые технологии и материалы» в начале третьего курса, когда еще учились на бакалавриате. Здесь я писала диплом и сейчас занимаюсь магистерской диссертацией. Совмещать учебу с работой несложно, так как руководитель с пониманием относится к тому, что я еще студентка, и всегда идет навстречу, предоставляет гибкий график. Пользуюсь случаем, хочу сказать спасибо Сергею Ермакову, руководителю программы «Организация и управление цифровыми научноемкими производствами», который поддерживает все мои начинания и всегда готов помочь с любым вопросом.





Александр Момотов окончил бакалавриат в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Выпускник магистратуры ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», направление обучения – «Прикладная механика», программа магистратуры – «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство». Инженер-конструктор ООО «Центротех-Инжиниринг» Топливного дивизиона «ТВЭЛ» ГК «Росатом».

– Во время учебы я успел поработать на машиностроительном предприятии. Мои обязанности в основном были связаны с конструкторской документацией. По окончании обучения в бакалавриате решил немного сменить сферу на более современную и интересную лично для меня.

Однажды товарищи с направления «Прикладная механика» показали мне, чем занимаются в процессе обучения и в своей работе. Это было математи-

ческое и компьютерное моделирование различных процессов в сложных деталях и конструкциях. Еще в бакалавриате я познакомился с магистерскими программами Института передовых производственных технологий (сейчас это часть Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»). Одна из программ предлагала на момент моего выпуска из бакалавриата именно те перспективы обучения, которые я хотел видеть в магистратуре. Особенно подкупило то, что среди предметов было много практических занятий. Так я решил попробовать свои силы на направлении обучения «Прикладная механика», программа магистратуры – «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство». <...>

Второй год обучения был больше направлен на написание выпускной квалификационной работы. Каждый семестр регулярно проводились выступления студентов перед сотрудниками Инжинирингового центра, промышленными партнерами ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» с целью оценки выполненной студентом работы и корректировки его дальнейших действий. Классно, когда твои работы оценивают представляют реальных компаний. Ты сразу же получаешь живую обратную связь.

Сейчас я работаю инженером-конструктором в ООО «Центротех-Инжиниринг» топливного дивизиона ТВЭЛ. Это одно из подразделений госкорпорации «Росатом», тоже партнера университета и ПИШ СПбПУ, где я учился. <...>

И о главном. Как я нашел работу? В первом семестре для студентов проводятся презентации промышленных партнеров. Представители компаний рассказывают о своей специфике и предлагают пройти собеседование на актуальные вакансии. Так я записался на собеседование в одно из подразделений ГК «Росатом», где сейчас и работаю.





Иван Карпов родился и вырос в городе Тюмень, где окончил гимназию №21 с углубленным изучением иностранных языков. Окончил бакалавриат в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого. Магистрант ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», программа магистратуры – «Организация и управление цифровыми научноемкими производствами». Инженер Научно-образовательного центра «Северсталь-Политех».

– Окончив бакалавриат в Политехе, я точно знал, что следует поступать в магистратуру. По окончании третьего курса проходил стажировку в ПАО «Северсталь», и мой руководитель ясно дал понять, что, имея только степень бакалавра, очень сложно будет продвигаться по карьерной лестнице.

Обучаясь в СПбПУ, я понимал, что сделал верный выбор, потому что возможностей для развития было очень много. Международные программы по обмену, конструирование болидов для участия в международных соревнованиях, летние лагеря на берегу Черного моря, международные кейс-чемпионаты и еще множество крутых мероприятий. И, конечно, стоит сказать про серьезное фундаментальное инженерное образование, которое дает тебе конкурентное преимущество.

Дополнительно скажу, что в Политехе ежегодно проходит Молодежный карьерный форум, где собираются одни из лучших компаний России и студенты Политеха. На этом мероприятии выступали представители компании ПАО «Северсталь» и рассказали про новую программу передовой инженерной школы «Организация и управление цифровыми научноемкими производствами». Упор

был сделан на то, что обучать будут не только металлургии, а также менеджменту и IT-технологиям. И работать будем почти сразу с 1 курса магистратуры. Тогда я принял окончательное решение, где я буду учиться дальше. <...>

Обучение в ПИШ «Цифровой инжиниринг» отличается от традиционного подхода к высшему образованию. Когда я получал базовое металлургическое образование в Политехе, упор делался больше на *hard skills*. И это понятно, ведь технический бэкграунд – это важно для инженера на производстве, потому что он несет огромную ответственность, и цена ошибки очень высока. В свою очередь, Передовая инженерная школа дает не только *hard skills*, но и *soft skills*, которые в наше время считаются достаточно важным аспектом при взаимодействии с людьми. <...>

Советы будущим магистрантам ПИШ СПбПУ:

- Ставить цели. Чтобы обучение было эффективным, нужно четко знать, зачем я иду в Передовую инженерную школу СПбПУ «Цифровой инжиниринг».
- Готовиться к тому, что нужно уметь совмещать учебу и работу, так как программы магистратуры разработаны вместе с бизнесом, и индустриальный партнер программы заинтересован получить новые и подготовленные кадры для себя сразу.
- Не пытаться сдать полугодовой проект в последнюю ночь. Следует разбить большую работу на маленькие шаги и поставить дедлайны. Так работа над проектом будет эффективнее.





Станислав Степанов родился и вырос в Петрозаводске. Окончил бакалавриат в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого по направлению «Энергетическое машиностроение». Магистрант ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг», магистерская программа – «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство». Инженер отдела разработки автомобилей и техники Инжинирингового центра «Центр компьютерного инжиниринга» (CompMechLab[®]) СПбПУ.

– После бакалавриата по профилю мне предстояло работать с газовыми, паровыми турбинами, компрессорами, двигателями внутреннего сгорания и так далее. Но я понял, что хочу углубиться в инжиниринг более широкого профиля, так что начал искать подходящие магистратуры.

Честно говоря, переход в другой вуз даже не рассматривал. Мне нравится учиться в Петербургском Политехе, да и тут одно из сильнейших инженерных образований в России. Еще в бакалавриате понял, что мне интересно автомобилестроение, поэтому искал такую программу, в которой мог бы попробовать себя в этом направлении, но при этом не ограничиваться только им и иметь более широкий инженерный профиль. Так я узнал про Передовую инженерную школу СПбПУ «Цифровой инжиниринг», которая запустила магистерскую программу «Компьютерный инжиниринг и цифровое производство» с двумя индустриальными партнерами – компанией ТВЭЛ госкорпорации «Росатом» и Инжиниринговым центром CompMechLab[®], где как раз есть и направление «автомобилестроение», и многие другие.

Выбрал именно Передовую инженерную школу, понимая, что это федеральный статус и во многом

ориентируясь на примеры магистерских работ, выполняемых в ПИШ. Темы были очень интересные, незаезженные, и магистранты ПИШ решали нетривиальные задачи на острие науки и технологий. <...>

В целом, все предметы практико-ориентированные, ничего лишнего нет. Есть как теория, так и практика. Много индивидуальных заданий, но есть и большие, причем – командные. Некоторые занятия построены на решении реальных промышленных задач для бизнеса.

Из того, что запомнилось больше всего – на предмете X-Lab наша команда весь учебный год делала проект для компании, занимающейся детской физической реабилитацией. Мы сделали им интерактивную машину-робота, у которой на пульте один джойстик, всегда отражающий положение машинки ровно как показывает джойстик и всегда едущий вперед относительно ребенка.

Сейчас я работаю в CompMechLab[®] в отделе автомобилестроения. Так что из бакалавриата в реальной работе мне пригодились математика, механика, физика, материаловедение, сопротивление материалов и теория упругости, динамика и прочность машин. Из магистратуры – практически все предметы: и вычислительная механика, и нелинейная механика сплошной среды, и теория пластичности и ползучести, и колебания упругих тел.

Совет будущим магистрантам: используйте по максимуму возможности магистерской программы в ПИШ – участуйте в поездках, общайтесь, посещайте лекции известных спикеров и профессионалов своего дела.



Артем Осипов: «Нужно оставаться любознательными, как дети»

Кандидат технических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией «Технологии материалов и изделий электронной техники» НЦМУ СПбПУ Артем Осипов рассказал о своем пути в мире науки, о возможностях, которые дал Политех, и о любимом деле.



- Расскажите, пожалуйста, простым языком, чем вы занимаетесь?

- Конструирование и создание технологических установок для микроэлектронной промышленности, разработка воспроизводимых технологических процессов на созданном оборудовании. Сегодня невозможно представить мир без микроэлектроники. Различные устройства окружают нас в повседневной жизни, начиная от бытовой техники и заканчивая ракетостроением. <...>

- Оправдались ли ваши ожидания, когда вы стали заниматься настоящей наукой? Востребованы ли результаты ваших исследований сейчас?

- Моя научная деятельность является работой, которая приносит удовольствие. Выходит, что это хобби, которое финансово обеспечивает мою семью. Таким образом, мои ожидания полностью оправдались. Исследования, которые мы проводим в нашей лаборатории, являются особенно актуальными для России. Ведь фундаментальным аспектом при достижении технологического су-

веренитета является конструирование и создание собственного технологического оборудования и разработка технологических процессов на этом оборудовании для различных устройств микроэлектронной промышленности. <...>

- Как Политех поспособствовал вашему научному развитию?

- Политех дал мне возможность реализовать свои амбиции. Была организована Научно-исследовательская лаборатория «Технологии материалов и изделий электронной техники» ЦНТИ, НЦМУ. За это хочется поблагодарить проректора по цифровой трансформации СПбПУ, руководителя Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» Алексея Ивановича Боровкова и руководителя дирекции ПИШ СПбПУ, руководителя дирекции Центра НТИ СПбПУ «Новые производственные технологии» Олега Игоревича Рождественского. Более того, Политех дал мне образование и возможность работать с ведущими учеными. <...>

- Какой совет дадите начинающему ученому?

- Ваш главный ресурс – это время, старайтесь использовать его с умом. Будьте дисциплинированы и идите до конца при достижении своих целей, иначе время будет потрачено впустую. И, как говорит мой научный руководитель Сергей Евгеньевич Александров, «всегда оставайтесь любознательными, как дети».



Полный текст интервью
читайте по ссылке в QR-коде.

06

ФОРУМЫ И ЭКСПЕРТНЫЕ СООБЩЕСТВА

- Международные и общероссийские отраслевые форумы
- Прикладные семинары и конференции
- Конгрессно-выставочные мероприятия СПбПУ
- Лекции А.И. Боровкова



17 февраля 2023 года в «МИРЭА – Российский технологический университет» (МИРЭА – РТУ) при поддержке АНО «Платформа НТИ» и ООО «Фарма» состоялся круглый стол «Цифровые двойники научного оборудования: методология, технология, безопасность, экономика», участие в котором принял Алексей Боровков



28 февраля 2023 года в Москве состоялась **конференция по применению технологии цифрового инжиниринга для импортозамещения в машиностроении**. Одним из ключевых спикеров конференции выступил Алексей Боровков



С 1 по 3 марта 2023 года в Красноярске проходил **экономический форум «Время Сибири»**. Одним из спикеров панельной дискуссии «Технологическое будущее России: как добиться суверенитета и глобального лидерства» стал Алексей Боровков



С 28 по 29 марта 2023 года в рамках деловой программы Петербургского международного образовательного форума в СПбПУ прошла **XI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Формирование престижа инженерно-технических профессий у молодежи» по теме «Жизненный путь инженера: Школа-СПО-Вуз-Работодатель»**



28-30 марта 2023 года в Москве представители Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» выступили на **X форуме Росатома «Композиты без границ»**



30 марта 2023 года в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого состоялось самое масштабное ежегодное карьерное событие - **Молодежный карьерный форум**. Свои возможности для развития карьеры в крупнейших высокотехнологичных компаниях России впервые представила Передовая инженерная школа СПбПУ «Цифровой инжиниринг»



20-21 апреля 2023 года в Рыбинске Ярославской области прошел **IX Международный технологический форум «Инновации. Технологии. Производство»**. Команда ПИШ СПбПУ «Цифровой инжиниринг» представила передовые инженерные разработки и образовательные программы



25-26 апреля 2023 года в городе Апатиты Мурманской области состоялся **Всероссийский форум «Развитие промышленности и образования: научно-технологический и кадровый суперенитет России»** в рамках федерального проекта «Учебные технологии – промышленные технологии для образования». В открытии форума принял участие А.И. Боровков



С 26 по 29 апреля 2023 года в Сочи прошел 18-й Международный фестиваль молодежного научно-технического творчества «От винта!», который входит в список официальных мероприятий Десятилетия науки и технологий в России. ПИШ СПбПУ приняла участие в техноФоруме



С 10 по 12 мая 2023 года в Салехарде, административном центре Ямало-Ненецкого автономного округа, состоялась молодежная конференция «Арктика. Границы будущего». С докладами на конференции выступили представители ПИШ СПбПУ



11 мая 2023 года в Передовой инженерной школе «Цифровой инжиниринг» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (ПИШ СПбПУ) прошел рабочий научно-технический семинар на тему «Роторная динамика» с участием представителей АО «ТВЭЛ», НПО «Центротех», ООО «Центротех-Инжиниринг»



С 24 по 26 мая 2023 года в Передовой инженерной школе «Цифровой инжиниринг» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (ПИШ СПбПУ) проходила III Международная конференция «Коррозия и новые материалы в нефтегазовой промышленности»



СПбПУ совместно с Машрекским университетом (Ирак) и Иракским обществом механики грунтов и проектирования фундаментов выступили соорганизаторами **Международной научной конференции по геотехнике и энергетике**, которая состоялась в мае 2023 года в Багдаде



31 мая – 2 июня в Нижнем Новгороде проходила ежегодная конференция **«Цифровая индустрия промышленной России» (ЦИПР)**. Традиционно в деловой программе мероприятия принимали участие представители СПбПУ



14-17 июня 2023 года в Санкт-Петербурге прошел **XXVI Петербургский международный экономический форум**. В деловой программе мероприятия приняли участие представители Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»



21 июня на базе Передовой инженерной школы «Цифровой инжиниринг» (ПИШ) СПбПУ прошел ежегодный форум **«Инженерное Собрание России»**



26 июня 2023 года в Научно-исследовательском корпусе «Технополис Политех» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого (СПбПУ) состоялся круглый стол «**Цифровая сертификация – готовность и сложности реализации**»



С 30 июня по 4 июля 2023 года проректор по цифровой трансформации СПбПУ Алексей Боровков посетил **Кабардино-Балкарскую Республику**

Лекции А.И. Боровкова



Цифровой двойник в дискретном машиностроении на практике
Лекция в рамках образовательной программы Digital Shift МШУ СКОЛКОВО



Цифровая промышленность. Цифровой двойник – технология-интегратор, технология – драйвер развития
Лекция в МГУ в рамках образовательной программы Executive Master of Business Administration



Применение цифровых двойников в промышленности
Лекции для участников программы профессиональной переподготовки «Организация цифровой трансформации компании» ПАО «Газпром»



От физики и математики к цифровым двойникам
Открытая лекция для учащихся среднего и старшего звена школ

07

АНАЛИТИКА

- Дорожная карта «Новое индустриальное программное обеспечение»
- Экспертно-аналитический доклад «Функциональные характеристики отечественных систем инженерного анализа»
- Цифровые двойники – виртуальные модели людей и объектов

Дорожная карта «Новое индустриальное программное обеспечение»

Комиссия Правительства РФ по цифровому развитию утвердила дорожную карту (ДК) по направлению «Новое индустриальное программное обеспечение» (НИПО). Участие в разработке приняли специалисты Передовой инженерной школы и Центра НТИ СПбПУ

Новое индустриальное программное обеспечение – это совокупность информационных систем, обеспечивающих ключевые производственные процессы современных предприятий из всех секторов экономики, которые обеспечивает прорывные инновации в производстве и сфере услуг и радикальные изменения в процессах промышленного производства. Эти информационные системы характеризуются умным сетевым соединением между собой физических промышленных активов, машин и процессов за счет использования информационных и коммуникационных технологий, в частности, таких, которые сегодня определяют вектор их развития: облачные технологии, технологии больших данных и их анализа, искусственный интеллект и машинное обучение, интернет вещей, цифровые двойники, мобильные и граничные вычисления.

Ответственными за исполнение мероприятий ДК НИПО назначены госкорпорации «Росатом» и «Ростех», соглашение с которыми подписано Правительством РФ в конце декабря 2022 года.



Изображение сгенерировано с помощью нейросети (Kandinsky 2.2: <https://www.sberbank.com/promo/kandinsky/>)



”

«Оперативный диалог предприятий с разработчиками призван резко повысить темпы импортозамещения индустриальных цифровых решений. Активный участник этой большой работы, «Росатом» выступает одновременно как потребитель, разработчик и полигон для апробации востребованных программных продуктов промышленного назначения. Мы хорошо понимаем ожидания всех сторон и уже более года объединяем усилия единомышленников, в частности, в рамках консорциума отечественных разработчиков и потребителей ПО классов CAD и CAE».

*Алексей Лихачев, генеральный директор
госкорпорации «Росатом»*

Мероприятия ДК НИПО предусматривают создание российских цифровых решений, формирование мер стимулирования процессов импортозамещения, подготовки кадров, развитие экспортного потенциала. Утвержденная ДК НИПО систематизирует ВТН НПТ в разрезе трех технологических направлений:

- Поднаправление 1 – Системы автоматизированного проектирования и управления жизненным циклом изделий среднего и тяжелого класса на базе интегрированной инженерной платформы: включает цифровые продукты – PLM, CAD, ECAD/EDA, CAE, CAM, CAPP, PDM, SPDM, MM.

- Поднаправление 2 – Платформы управления технологическими и производственными процессами предприятия (учреждения) на базе технологии IIoT: включает цифровые продукты – IIoT платформы для производства, APC, RTO, MES, ACU ТП/SCADA.
- Поднаправление 3 – Платформы для управления ресурсами (процессами) предприятия (учреждения), в том числе на базе технологии распределенных реестров: включает цифровые продукты – IIoT платформы управления ресурсами и бизнес-процессами, BPM, LIMS, CPM/EPM, EAM, ERP, WMS/SCM, ECM, MDM, DSS, CRM.



Летом 2022 года были созданы индустриальные центры компетенций (ИЦК) по замещению зарубежных отраслевых продуктов и решений. Всего было создано 32 ИЦК и 12 центров компетенций по развитию (ЦКР) российского общесистемного и прикладного программного обеспечения.

Экспертной организацией, осуществляющей независимую научно-технологическую экспертизу реализации ДК НИПО, выступает Центр НТИ «Новые производственные технологии» СПбПУ и Инфраструктурный центр «Технет» СПбПУ.

Перед специалистами Центра НТИ СПбПУ в конце 2022 года стояли задачи, связанные с актуализацией ДК НИПО с учетом новых технологических вызовов. В интересах организации-координатора реализации ДК НИПО – АНО «Центр компетенций по импортозамещению в сфере информационно-коммуникационных технологий» – были оказаны экспертно-аналитические услуги, в результате которых:

- Определены международные технологические тенденции развития основных классов ППО, состав-

ляющих структуру ДК НИПО. Среди релевантных глобальных технологических трендов в 2022 году выделены: технологии разработки и применения цифровых двойников, применение машинного обучения в производстве; прикладной искусственный интеллект; технологии иммерсивной реальности; распределенные вычисления; продвинутые технологии связи; и др.

- Актуализирован реестр российского ППО в разрезе классов ПО, составляющих структуру ДК НИПО. Результатом исследования отечественного ИТ-ландшафта и проведения инвентаризации стало определение отраслевой принадлежности, описание функций конкретных предложений лидеров рынка более чем по 1900 позициям.



«Выполненная экспертами СПбПУ работа позволяет выделить готовые к внедрению конкурентоспособные отечественные индустриальные разработки. Результаты экспертно-аналитического исследования будут использованы для стратегического планирования по направлению обеспечения технологической независимости РФ в области промышленного ПО».

Олег Рождественский, ответственный исполнитель работ, руководитель дирекции Центра НТИ «Новые производственные технологии» ПИШ СПбПУ

3. Проведен анализ рынка ППО в следующем составе:

- анализ и прогноз объемов российского и мирового рынков ППО по классам ПО. В среднем российский рынок по технологиям поднаправлений ВТО ДК НИПО варьируется в пределах 0,4-2,2% от мирового. Большой вклад в общее становление проанализированных рынков в мире вносит развитие технологий DT/SPDM (с прогнозируемым темпом роста в 25-40% до 2029 г.), AR/VR технологий (с прогнозируемым темпом роста в 25,3-37% до 2029 г.) и машинного обучения (с прогнозируемым темпом роста в 20-38% до 2029 г.);
- анализ и прогноз объемов российского и мирового рынков ППО в разрезе отраслей промышленности и отрасли строительства. Порядка 30% мирового рынка систем автоматизированного проектирования и управления жизненным циклом изделий среднего и тяжелого класса работает на предприятиях автомобильной промышленности, авиастроения и машиностроения. Большая часть рынка управления ресурсами предприятия в мире приходится на производство, торговлю и здравоохранение. На российском рынке большая часть предприятий (порядка 30%), потребляющих технологии управления современным производством, осуществляют деятельность в непрерывном производстве (доля предприятий в мире - порядка 12%);
- выявлены перспективные экспортные рыночные ниши и проведена оценка целевых объемов экспорта российских решений ППО. Так как экспорт российских ИТ-компаний был и до 2022 г. сфокусирован в значительной степени в странах Латинской Америки, Африки и Азии, в географическом разрезе ситуация в ближайшие годы сильно не изменится;
- проанализированы закупки российскими организациями продуктов ППО и их классов. Общее число закупок за 2020-2021 г. по направлениям ВТО НИПО составило 1730 ед. на сумму 24 186,06 млн руб. По сравнению с 2020 г.

в 2021 г. закупки увеличились на 17,34% в количественном выражении и на 10% – в стоимостном.

4. Разработаны предложения по актуализации системы целевых показателей ДК НИПО, выполнена их декомпозиция и внесены предложения по включению дополнительных показателей; разработана методика и проведен расчет базового уровня целевых показателей ДК НИПО; проведена фиксация «критических» точек по целевым значениям доли российского ППО на внутреннем рынке. Ключевым результатом работы является методика определения интегрального показателя, отражающего уровень развития технологий индустриального (промышленного) ПО – индекс технологической независимости в области ППО для ДК НИПО.

5. Проведен статистический (количественный) патентный и библиометрический анализ за 2020-2022 гг. в разрезе классов ПО, составляющих структуру ДК НИПО. Объем исследованной количественной информации позволил выделить области, в которых у российских исследователей проявляется наибольший потенциал. Среди таких направлений определены средства управления процессами проектирования, моделирования и управления данными; математическое моделирование в контексте разработки программного обеспечения; средства автоматизированного проектирования и средства поддержки принятия решений.

6. Приведен перечень ключевых задач (с определением приоритетности) и подходов к сравнению ППО с импортными аналогами путем тестирования, верификации и валидации (на примере решений класса PLM, CAE, BIM/AEC). Для разработки материалов были привлечены эксперты Центра тестирования, верификации и валидации СПбПУ (Центр TVV), созданного в 2019 г. в целях формирования базы данных и проведения верификации и валидации современного инженерного ПО для решения прикладных задач по областям применения.

Объем разработанного экспертно-аналитического отчета превышает 2,8 тыс. листов на базе порядка 200 источников.



«Очевидны уникальность и масштаб проделанной работы, в которую были вовлечены около 200 компаний – заказчиков и разработчиков ИТ-решений. Именно они предложили более 300 проектов, которые в итоге включены в дорожные карты. Большая часть из них будет профинансирована за счет средств компаний. Если говорить в целом, то результатом реализации ДК должен стать качественно иной, импортоопережающий, цифровой ландшафт российской экономики».

Дмитрий Чернышenko, заместитель Председателя Правительства РФ

В 2023 году в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 мая 2023 г. №1242-р был сформирован Президиум экспертного совета для проведения научно-технической экспертизы результатов реализации соглашений о намерениях между Правительством Российской Федерации и заинтересованными организациями в целях развития отдельных высокотехнологичных направлений, включая реализацию ДК НИПО.

В состав Президиума вошли руководители комитетов по развитию отдельных направлений:

- **Боровков А.И.** – проректор по цифровой трансформации СПбГУ, руководитель комитета по высокотехнологичным направлениям «Новое индустриальное программное обеспечение» и «Новое общесистемное программное обеспечение»;
- **Гарбук С.В.** – директор по научным проектам НИУ «Высшая школа экономики», руководитель комитета по высокотехнологичному направлению «Искусственный интеллект»;
- **Гаричев С.Н.** – директор по исследованиям, разработкам и коммерциализации Московского физико-технического института (национальный исследовательский университет), руководитель комитета по

высокотехнологичному направлению «Системы накопления энергии»;

- **Дуб А.В.** – первый заместитель генерального директора АО «Наука и инновации», руководитель комитета по высокотехнологичному направлению «Технологии новых материалов и веществ»;
- **Красников Г.Я.** – президент РАН, руководитель комитетов по высокотехнологичным направлениям «Квантовые вычисления» и «Квантовые коммуникации»;
- **Литвиненко В.С.** – ректор Санкт-Петербургского горного университета, руководитель комитета по высокотехнологичному направлению «Развитие водородной энергетики»;
- **Новиков Е.А.** – заместитель генерального директора Московского городского агентства по телекоммуникациям, руководитель комитета по высокотехнологичному направлению «Современные и перспективные сети мобильной связи» (по согласованию);
- **Погосян М.А.** – ректор Московского авиационного института (национальный исследовательский университет), руководитель комитета по высокотехнологичному направлению «Перспективные космические системы и сервисы».

На протяжении долгого времени, с 2014 года, СПбПУ системно участвует в формировании федеральной повестки по направлению сквозной цифровой технологии «Новые производственные технологии».

Примеры выполненных проектов:

- разработанная рабочей группой ДК «Технет» НТИ, одобренная на заседании президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России 14.02.2017 г., а также обновленная дорожная карта «Технет 4.0» НТИ, подготовленная совместно с центрами компетенций НТИ, а также группой Форсайта 2.0 по направлению «Технет» НТИ;
- разработка в 2017–2018 гг. «Прогноза реализации приоритета научно-технологического развития, определенного пунктом 20а Стратегии научно-технологического развития РФ (переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, к новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта);
- разработка ДК по направлению развития «сквозной» цифровой технологии «Новые производственные технологии» (ДК СЦТ НПТ), утвержденной Президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности 27.09.2019 г.;
- разработка специалистами Центра НТИ СПбПУ совместно с ФГУП «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ») национального стандарта ГОСТ Р 57700.37-2021 «Компьютерные модели и моделирование. ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ ИЗДЕЛИЙ. Общие положения», действующего на территории России с 1 января 2022 года.



«ГОСТ Р 57700.37-2021 является полностью отечественной разработкой. Это первый в мире нормативный документ, сфокусированный на разработке высокотехнологичных промышленных изделий на основе передовой технологии цифровых двойников. Для разработки стандарта в рамках ТК 700 была создана рабочая группа, в которую вошли представители 25 высокотехнологичных предприятий и отраслевых институтов России. В 2021 году разработка стандарта была отмечена премией «Технологический прорыв 2021» как лучшее технологическое решение по моделированию и управлению данными в цифровизации промышленности».

Алексей Боровков, руководитель экспертно-аналитических работ, проректор по цифровой трансформации СПбПУ, руководитель ЛИШ СПбПУ, НЦМУ СПбПУ, ЦНТИ СПбПУ, Инжинирингового центра (ComprMechLab®) СПбПУ

Дорожная карта НИПО предусматривает три направления развития индустриального софта:

- системы автоматизации проектирования и управления жизненным циклом изделий;
- системы «интернета вещей»;
- платформы для управления ресурсами и процессами предприятий.

Доля российского ПО для автоматизации к 2030 году должна вырасти до 90% с 41% в 2021-м, производственных платформ на базе интернета вещей - с 41,5% до 76,8%, управлеченческих платформ - с 78,5% до 92,3%.

По крайней мере до середины этого десятилетия ежегодный прирост доли российского ПО в промышленности в зависимости от сегмента составит от 2% до 9%. На достижение заявленных показателей направлены такие мероприятия дорожной карты, как развитие базового ПО и ПО для конкретных отраслей, пилотное внедрение с последующим масштабированием на другие предприятия отрасли,

привлечение частных инвестиций, продвижение российского ПО на рынках России, ЕАЭС и БРИКС.

Согласно ДК НИПО, в 2023 году будут реализованы 26 проектов по таким актуальным направлениям, как CAD, CAE, PLM, SPDM, DSS. К 2024 году запланировано существенное наращивание функционала «тяжелого» промышленного ПО и его внедрения на ведущих российских предприятиях.

До 2024 года объем финансирования проектов, предусмотренных дорожной картой, составит около 30 млрд рублей.

Вместе с ДК НИПО Правительственная комиссия по цифровому развитию утвердила и другую софтверную дорожную карту - «Новое общесистемное программное обеспечение» (ДК НОПО).



Согласно дорожной карте «Новое индустриальное программное обеспечение», к 2030 году индекс технологической независимости в области промышленного ПО в России должен превысить 82%, в 2021 он составлял лишь 48%, по предварительной оценке за 2022 - чуть более 50%.

В 2023 году значение индекса должно составить 53,5%, в 2024-м - 56,7%, в 2025-м - превысить 60%.

В 2021 году выручка от реализации лицензий на индустриальное ПО, его аренды и подписок на него составила 121,6 млрд рублей. К 2030 году она должна вырасти до 329,7 млрд рублей, то есть вырасти в 2,7 раза.

Экспертно-аналитический доклад «Функциональные характеристики отечественных систем инженерного анализа»

Экспертно-аналитический доклад был представлен на федеральном уровне 2 июня 2023 года на сессии «Комплексный подход в разработке систем анализа и инженерных расчетов (САЕ)» конференции «Цифровая индустрия промышленной России» (Нижний Новгород).

С 12 по 18 мая 2023 года в рамках подготовки к конференции «Цифровая индустрия промышленной России» (31 мая – 2 июня 2023 года) Центром НТИ «Новые производственные технологии» ПИШ СПбПУ и Инфраструктурным центром НТИ по направлению «Технет» СПбПУ – экспертными организациями, привлекаемыми для проведения научно-технической экспертизы результатов реализации соглашений о намерениях между Правительством РФ и заинтересованными организациями в целях развития отдельного высокотехнологичного направления «Новое индустриальное программное обеспечение», совместно с АНО «ЦКИТ» проведен опрос отечественных разработчиков САЕ-систем.

Анализ результатов опроса лег в основу экспертно-аналитического доклада о функциональных характеристиках отечественных систем инженерного анализа, издание которого запланировано на конец 2023 года.



ШАГИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ САЕ-СИСТЕМ

Опросные листы
для определения
декларируемым
функционально-
технических
возможностей
направлены
21 вендору*
(12.05.2023)

Из общего числа
ответы получены
от 13 российских
вендоров
(12.05 -19.05.2023)

Включение
в сравнительный анализ
зарубежных вендоров**
(Ansys (CFX, Fluent, LS-DYNA,
Motion, Mechanical, Autodyn...),
Altair (HyperMesh / OptiStruct,
Radioss...), MSC (Adams),
SIMULIA / Abaqus (Standard,
Explicit) / FlowWorks,
Simcenter (NASTRAN,
StarCCM+))

Обработка
результатов
функционально-
технических
возможностей
отечественных
систем и экспертно-
аналитическая
оценка возможностей
зарубежных систем

* Совместно с АНО «ЦКИТ»
** Экспертиза СПбПУ

Итоговая выборка:

19 вендоров; **23** типа расчетов; **10** классов задач; **41** раздел; **404** характеристики функциональных возможностей (отобраны наиболее релевантные для решения большинства задач предприятий из максимальной выборки: 76 разделов и 692 характеристики (на основании декларируемых возможностей зарубежных вендоров)).

FlowVision	разработчик – ТЕСИС, классы задач – CFD, электродинамика
CAE Fidesys	разработчик – Фидесис, классы задач – прочность, динамика, акустика, разрушение, теплоперенос, композиты, возможность НРС-расчетов
Платформа АРМ	разработчик – НТЦ АРМ, классы задач – прочность, динамика, разрушение, теплоперенос, композиты
ЛОГОС	разработчик – ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, классы задач – прочность, динамика, разрушение, теплоперенос, композиты, CFD, возможность НРС-расчетов
Универсальный механизм	разработчик – Вычислительная механика, классы задач – MBS, усталостная прочность, рендеринг
EULER	разработчик – Автомеханика, классы задач – MBS
CADFlo	разработчик – КАДФЛО, классы задач – CFD, теплоперенос, возможность НРС-расчетов
ELCUT	разработчик – Тор, задачи – электродинамика, прочность
Зенит-95	разработчик – НТП ДИП, задачи – прочность, динамика
PRADIS	разработчик – Ладуга, задачи – прочность
АСОНИКА	разработчик – НИИ АСОНИКА, задачи – электроника
САПР Гамма	разработчик – Севастопольский гос. университет, задачи – радиоэлектроника
SimInTech	разработчик – 3В Сервис, задачи – теплогидравлика, электрика, автоматика и регулирование
IOSO	разработчик – СИГМА Технология, классы задач – параметрическая оптимизация
T-Flex Анализ / Динамика	разработчик – Топ Системы, классы задач – прочность, динамика, MBS
REPEAT	разработчик – ИТЦ ДЖЭТ, задачи – 1D теплогидравлика, электрика, автоматика и регулирование
QForm	разработчик – КвантоФорм, задачи – технологические процессы обработки металлов давлением
СТАДИО	разработчик – НИЦ СТАДИО, задачи – прочность
pSeven	разработчик – Датадванс, задачи – параметрическая оптимизация
LVMFlow	разработчик – НПО МКМ, задачи – технологические процессы литья
DeltaDesign	разработчик – ЭРЕМЕКС, задачи – системы аналогового и цифрового моделирования электронных устройств

Получены заполненные опросные листы.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА АГРЕГИРОВАННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ САЕ-СИСТЕМ

Перечень классов задач функциональных возможностей

№	Категория	Число характеристик
	Типы расчетов	23
1	Класс задач: Механика деформируемого твердого тела	132
(1)	Типы КЭ (Geometric Idealization)	20
(2)	Возможности моделирования (Modeling Capabilities)	6
(3)	Модели материалов (Materials)	6
(4)	Композиционные материалы (Composite Materials)	13
(5)	Прочностные расчеты (Structural Solver Capabilities)	9
(6)	Топологическая оптимизация (Topology Optimization)	10
(7)	Дополнительные возможности (Multi Analysis)	5
(8)	Динамические расчеты (Vibrations)	10
(9)	Роторная динамика (Rotordynamics)	6
(10)	Нелинейные нестационарные расчеты (Nonlinear Transient Dynamics)	3
(11)	Динамика с явным методом интегрирования (Explicit Dynamics)	13
(12)	Волновая гидродинамика (Wave Hydrodynamics)	4
(13)	Тепловые расчеты (Thermal)	8
(14)	Дополнительные расчетные возможности (Additional Physics)	15
(15)	Технологии аппроксимации (Approximation)	4
2	Класс задач: Вычислительная гидрогазодинамика	75
(16)	Общие возможности моделирования (General Solver Capabilities)	18
(17)	Однофазные течения жидкостей и газов (Single Phase, Non-Reacting Flows)	11
(18)	Многофазные течения с частицами – дискретная фаза в представлении Лагранжа (Particles Flows (Multiphase))	9
(19)	Течения со свободной поверхностью (Free Surface Flows (Multiphase))	9
(20)	Многофазные течения – дискретная фаза в представлении Эйлера (Dispersed Multiphase Flows (Multiphase))	12
(21)	Турбомашиностроение (Turbomachinery)	12
(22)	Расчеты обледенения (In-Flight Icing)	4

№	Категория	Число характеристик
3	Класс задач: Теплопроводность (Thermal Conductivity)	10
(23)	Теплообмен (Heat Transfer)	10
4	Класс задач: Оптимизация (Optimization)	13
(24)	Технологии оптимизации (Optimization)	13
5	Класс задач: Моделирование поведения материалов со сложной реологией в производственных процессах (High Rheology Material)	5
(25)	Моделирование поведения материалов со сложной реологией (High Rheology Material)	5
6	Дополнительные возможности	14
(26)	Высокопроизводительные вычисления (HPC)	3
(27)	Возможности пре- и постпроцессинга (Pre and Post Processing)	2
(28)	Многодисциплинарные расчеты (Multiphysics)	5
(29)	Другие сопряженные расчеты (Other Coupled Interactions)	4
7	Класс задач: Геометрический препроцессинг (Pre Processing)	21
(30)	Подготовка геометрии для расчетов (Geometry)	21
8	Класс задач: Электромагнетизм (Electromagnetic)	109
(31)	Низкочастотный анализ (Low Frequency Electromagnetics)	7
(32)	Нестационарные магнитные расчеты (Magnetic Transient)	7
(33)	Расширенные возможности магнитных расчетов (Advanced Magnetic Modeling)	15
(34)	Высокочастотный анализ (High Frequency Electromagnetics)	44
(35)	Охлаждение электроники (Electronics Cooling)	13
(36)	Высокопроизводительные расчеты для задач электроники (HPC for Electronics)	8
(37)	Системное моделирование ВЧ/СВЧ (System Modeling for RF/Microwave)	9
(38)	Термоэлектрические расчеты (Electro-Thermal Interaction)	4
(39)	Прочие возможности (Miscellaneous)	2
9	Иные классы решаемых задач	19
(40)	Иные классы решаемых задач	19
10	Перспективные методы моделирования	6
(41)	Перспективные методы моделирования	6
Итого по решаемым задачам		404

*Кроссплатформенные функциональные возможности отечественных CAE-систем
(по лидерам в разрезе класса задач)*



* Оценка СПбПУ.

** Декларируемые возможности вендоров. Методика расчетов: по каждому классу задач отобраны лидеры.

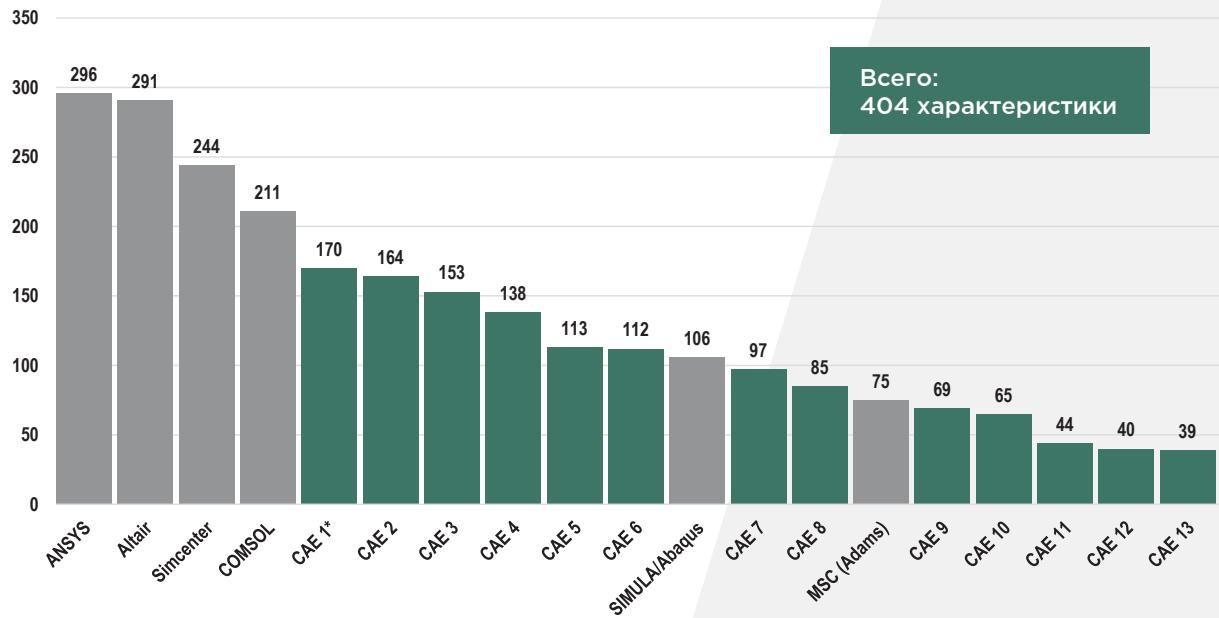
*Кроссплатформенные функциональные возможности отечественных CAE-систем
(совокупные возможности продуктов)*



* Оценка СПбПУ.

** Декларируемые возможности вендоров. Методика расчетов: совокупные функциональные возможности систем (суммирование возможностей с учетом пересечения выполняемых задач).

Сравнительный анализ функциональных характеристик отечественных и зарубежных CAE-систем



Комментарии:

- Зарубежные вендоры – оценка СПбПУ.
- Отечественные вендоры – на основе их декларации.
- CAE 1-13 – отечественные CAE-системы.
- CAE 1-200 с учетом функций в разработке (30).



«Хочу выразить благодарность команде Алексея Боровкова и всем экспертам, которые трудились над отчетом по анализу рынка инженерных систем. Безусловно, эту экспертно-аналитическую деятельность нужно продолжать, развивать и углублять. Разработчики себя оценили, теперь нам важно понять оценку пользователей и потребителей CAE-систем. Этот путь мы пройдем совместно, и со стороны Минпромторга будем оказывать всяческое содействие. В ближайшее время планируется обсуждение формата модерации этого процесса, будет ли это рабочая группа или что-то другое. Нам необходимо встроить трек аналитики по CAE-системам в контур дорожной карты на официальной основе, чтобы эта работа вышла в приоритет в том числе и с точки зрения документов».

Владимир Дождев, директор департамента цифровых технологий Минпромторга РФ

Цифровые двойники – виртуальные модели людей и объектов

В феврале 2023 года Счетная палата США (U.S. Government Accountability Office, GAO) в рамках своей тематики «Освещение науки и технологий» (Science & Tech Spotlight) представила отчет «Цифровые двойники – виртуальные модели людей и объектов» (Digital Twins – Virtual Models of People and Objects). Приводим выдержки из данного документа.

Источник: Digital Twins – Virtual Models of People and Objects / U.S. Government Accountability Office. – February 2023 [<https://www.gao.gov/assets/gao-23-106453.pdf>].

Перевод с английского: Н.И. Прытков, Е.Р. Мартынец, Ю.А. Рябов, Центр НТИ «Новые производственные технологии» Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг»

ТЕХНОЛОГИЯ

Цифровые двойники – это виртуальные отображения людей или физических объектов, процессов или систем, начиная от транспортных средств и заканчивая промышленными объектами и пациентами, участвующими в клинических исследованиях. Эти «живые» вычислительные модели (“living” computational models) интегрируются с данными, получаемыми от физического двойника. Так, например, любые изменения, произошедшие с физическим двойником, могут автоматически привести к изменениям цифрового двойника (рис. 1). А цифровые двойники могут быть использованы для удаленного управления физическим двойником, наблюдения за ним или прогнозирования его работы.



Рис. 1. Пример интеграции физического и цифрового двойников

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИИ

Цифровые двойники опираются на множество существующих технологий, включая интернет вещей (Internet of Things, IoT) – сеть взаимосвязанных «умных» устройств, которые обмениваются информацией и собирают большие объемы данных. Датчики, встроенные в физический двойник, размещенные на нем или входящие

в его окружение, способны непрерывно собирать данные. Эти датчики передают данные, которые обновляют цифровой двойник с применением таких технологий, как сетевые интерфейсы и облачные платформы, в зависимости от особенностей физического двойника и его местоположения. <...>

Цифровые двойники используют эти данные для динамического обновления параметров в режиме реального времени. Это позволяет операторам цифровых двойников взаимодействовать с 3D-визуализацией, отслеживать изменения и прогнозировать возможные последствия будущих событий. <...> Данные цифровых двойников также могут быть проанализированы при помощи искусственного интеллекта и машинного обучения для моделирования различных сценариев или составления прогнозов поведения физического двойника. Например, машинное обучение позволяет автоматически распознать аномальную активность в цифровом двойнике пациента, что может ускорить постановку диагноза и улучшить лечение (рис. 2).

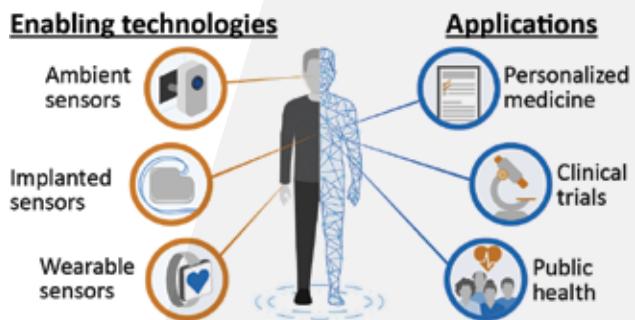


Рис. 2. Пример использования цифрового двойника в здравоохранении

ЗРЕЛОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ

На сегодняшний день использование цифровых двойников растет благодаря достижениям в области высокопроизводительных вычислений, быстрого анализа данных и «умных» датчиков.

<...>

Например, создаются цифровые двойники ветряных турбин, чтобы производители могли выявить возможные проблемы еще до начала серийного производства. Военно-морские силы США используют цифровые двойники верфей для обоснования планируемой стоимости проектов. <...> В США цифровой двойник агломерации Орландо позволяет местным органам власти, компаниям и некоммерческим организациям моделировать и визуализировать последствия изменения климата или открытия новых транспортных маршрутов.

Технология цифровых двойников менее развита в биологических науках, сфере здравоохранения, сельском хозяйстве и окружающей среде, что в первую очередь связано со сложным строением живых систем. Исследователи изучают, могут ли цифровые двойники людей улучшить качество медицинского обслуживания, предсказывая реакцию пациентов на различные методы лечения в ходе клинических испытаний или диагностируя состояние здоровья при помощи распознавания меди-

цинских изображений и выявления зависимостей в данных (то есть посредством машинного обучения). Кроме того, в стратегическом плане Управления по контролю за продуктами питания и лекарствами США (U.S. Food and Drug Administration) отмечается потенциал технологии для возможного снижения затрат при проведении экспертизы качества, эффективности и безопасности медицинских изделий перед их использованием. Кроме того, в проекте, финансируемом Европейским союзом, планируется применять цифровые двойники для персонализированной медицины. В частности, моделирование электромагнитной активности и физиологических особенностей мозга пациентов может помочь в лечении таких заболеваний, как болезнь Альцгеймера и эпилепсия.

Также рассматриваются возможности применения технологии в управлении сельским хозяйством, где цифровые двойники позволят проводить изучение пчелиных семей в целях контроля производства меда и исследование биологии плодов в целях улучшения процессов их транспортировки и хранения. Европейский союз и Национальное управление океанических и атмосферных исследований США (National Oceanic and Atmospheric Administration) инициировали проекты по созданию цифровых двойников для отслеживания состояния глобальной окружающей среды.

ТРУДНОСТИ, СВЯЗАННЫЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

Технологии облачных вычислений и другие технологии для внедрения цифровых двойников со-пражены с потенциальными юридическими, этическими и техническими трудностями. По мнению экспертов, несоблюдение этических норм при хранении конфиденциальной информации и решении вопросов, связанных с владением данными, могут привести к снижению общественного доверия (например, в случае продажи фармацевтической компанией данных о здоровье, содержащихся в цифровом двойнике пациента, без соответствующего согласия со стороны пациента). Технические проблемы, такие как низкое качество или недостаточная точность данных, также могут снизить доверие общественности в случае, если цифровые двойники используются для принятия решений. Например, если данные, используемые для машинного обучения, недостаточно точно отражают характеристики исследуемой категории пациентов, то результаты предиктивного анализа, сформированного цифровым двойником, могут вводить в заблуждение или вести к дискриминации отдельных категорий пациентов.

Применение цифровых двойников требует множества взаимосвязанных систем и сетей для сбора большого объема данных и их передачи, что, по мнению исследователей, создает определенные трудности совместимости и кибербезопасности. Риски, связанные с кибербезопасностью, могут включать несанкционированный доступ к вещественным данным или их изменение, что ставит под угрозу конфиденциальность и подрывает общественное доверие. <...>

Исследователи также подчеркивают, что существующих стандартов и нормативных актов недостаточно для решения задач, связанных с внедрением цифровых двойников, особенно в наиболее сложных научноемких отраслях. В настоящее время пользователи руководствуются не всегда связанным набором стандартов по управлению данными, безопасности и сетевому взаимодействию, разработанным такими организациями, как Национальный институт стандартов и технологий (National Institute of Standards and Technology, NIST) и Международная организация по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO).

ВОЗМОЖНОСТИ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

- Повышение эффективности процесса разработки и производства.** Цифровые двойники позволяют проводить мониторинг в режиме реального времени, что помогает избежать потенциальных проблем, оптимизировать процессы разработки и производства, снизить затраты.
- Повышение качества медицинского обслуживания.** Цифровые двойники могут способствовать развитию прогностической и персонализированной медицины для улучшения результатов лечения пациентов и снижения некоторых затрат на систему здравоохранения.

БАРЬЕРЫ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ

- Конфиденциальность и этические вопросы.** Проблемы, связанные с безопасностью, иска-жением и использованием данных, могут снизить доверие общественности к технологии, особенно при применении цифровых двойников в сфере здравоохранения.
- Технические и инфраструктурные барьеры.** Цифровые двойники сложно масштабировать и применять для более сложных систем и отраслей, в частности, при недостаточном уровне развития инфраструктуры.
- Экономические издержки.** Разработка цифро-вых двойников может быть дорогостоящей, что приводит к потенциальному неравенству в их использовании.
- Стандарты и нормативное регулирование.** Су-ществующие стандарты и нормативное регули-рование внедрения цифровых двойников могут оказаться недостаточными для внедрения тех-нологии в сложных системах, особенно биоло-гических.

08

СМИ О НАС

- ТАСС
- РИА Новости
- МИА «Россия сегодня»
- Российская газета
- Интерфакс
- Коммерсантъ
- Известия
- Телеканал «Санкт-Петербург»
- Телеканал «78»
- Город Плюс
- РБК
- CNews
- Официальные сайты ФОИВ и организаций



Что предложат абитуриенту
в 2023 году передовые инженерные
школы? (Видео)

Международный мультимедийный пресс-
центр МИА «Россия сегодня»



Ученые в Санкт-Петербурге
разрабатывают двигатель мирового
уровня для легких самолетов

ТИнтерфакс



Питерская цифра: быстро, точно,
технологично

Коммерсантъ



Управляющий директор «ОДК-
Сатурн» Виктор Поляков вручил
дипломы первым выпускникам
Передовой инженерной школы СПбПУ

Правительство Санкт-Петербурга
Комитет по науке и высшей школе





В Петербурге обсудили разработки концепции перехода к Индустрии 5.0

Город+



Иркутский университет путей сообщения вместе с СПбПУ займется внедрением технологии цифровых двойников на ж/д транспорте

Интерфакс-Россия



СПбПУ и «1С» будут готовить кадры для цифровой трансформации предприятий

CNews



Петербург – город решений. Технологический суверенитет ([Вideo](#))

Телеканал «Санкт-Петербург»





Магистранты Передовой инженерной школы СПбПУ «Цифровой инжиниринг» прошли стажировку на предприятии «ОДК-Сатурн»

Передовые инженерные школы



Ученые России и Казахстана обмениваются научным опытом

Передовые инженерные школы



Проректор по цифровой трансформации Санкт-Петербургского политехнического университета Боровков А.И. провел гостевую лекцию в университете Азэзова

Министерство науки и высшего образования Республики Казахстан



Тайны ангела. Как ученые спасали хранителя Санкт-Петербурга

РИА Новости





Конюхов стал почетным доктором СПбПУ

ТАСС



Петербургский Политех принял участие в научных экспериментах на адронном коллайдере NICA

Телеканал «78»



Выставка «Евразия — наш дом»: в Сириусе подвели итоги Школы по инженерным наукам Союзного государства

Минобрнауки России



300 студентов из России и Беларуси прошли обучение в Школе по инженерным наукам Союзного государства

Минобрнауки России





«ОДК-Сатурн» и Петербургский Политех будут вместе готовить кадры

ГК «Ростех»



Зеркальный центр передовых цифровых технологий откроется в Санкт-Петербурге и Алма-Ате

Российская газета



Занять свою нишу

Коммерсантъ



Шаг в будущее. Как инженерная школа меняет высшее образование

РИА Новости



**Передовая инженерная школа
«Цифровой инжиниринг»**



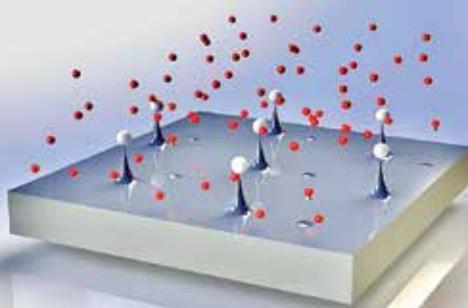
Топливная компания Росатома
«ТВЭЛ» открыла научно-
технологическое образовательное
пространство в СПбПУ

ГК «Росатом»



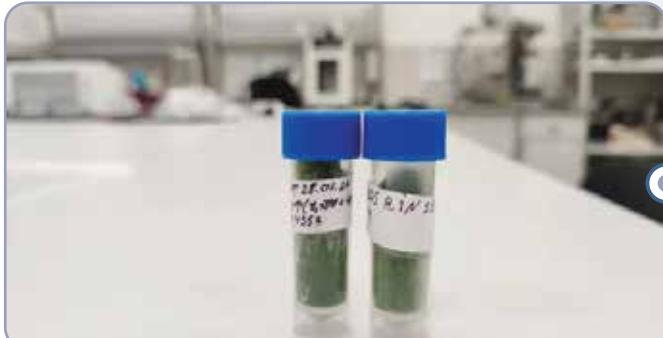
Росавиация выдала сертификат
типа на российский турбовинтовой
двигатель

Известия



Российские наноиглы продлят срок
работы рентген-аппаратов
в десятки раз

РИА Новости



Из микроводорослей научились
выделять полезные вещества. Почему
это важно. Из них можно получать
гораздо больше антиоксидантов
и добавлять в пищу

РБК





1

195251, Россия, Санкт-Петербург,
ул. Политехническая, д. 29, АФ
(Научно-исследовательский корпус
«Технополис Политех»), 3 этаж, оф. В.3.33.

Тел.: +7 (812) 775-05-20 (доб. 1545),
+7 (812) 775-05-30 (доб. 1545)



2

195251, Россия, г. Санкт-Петербург,
ул. Гжатская, д. 21, корп. 2
(Бизнес-центр «Политехнический»), 2 этаж, оф. 206



Научный центр
мирового уровня
«Передовые цифровые
технологии»



Центр НТИ
СПбПУ «Новые
производственные
технологии»



Ассоциация
«Технет»



Передовые цифровые и производственные технологии. Журнал издается с 2021 года, периодичность – 2 раза в год.
ISSN: 2949-2823.

Издатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» (СПбПУ).

Адрес издателя: 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29, АФ (Научно-исследовательский корпус «Технополис Политех»). Дирекция: оф. А.3.08.

Для корреспонденции: shamansky@compmechlab.ru (Дмитрий Шаманский).

Редакционная коллегия: А.И. Боровков, главный редактор; О.И. Рождественский, заместитель главного редактора;
Д.С. Сачава, заместитель главного редактора; Д.В. Шаманский, выпускающий редактор.

Макет: С.В. Соколов, дизайнер, верстальщик.

Корректор: И.В. Евстратова

Архив номеров: <https://nticenter.spbstu.ru/article/dajdzhest>



Федеральный проект
«Передовые инженерные
школы»



Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



Передовая инженерная
школа СПбПУ
«Цифровой инжиниринг»



Научный центр мирового
уровня «Передовые цифровые
технологии»



Центр НТИ СПбПУ
«Новые производственные
технологии»



Центр трансфера и импортозамещения
передовых цифровых
и производственных технологий



Институт передовых
производственных
технологий СПбПУ



Инженерный центр
«Центр компьютерного инжиниринга»
(CompMechLab®) СПбПУ