

УДК 378.14

## НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ РАСШИРЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КООПЕРАЦИИ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И ПАО «КАМАЗ»

**Валеев Данис Хадиевич,**

канд. тех. наук, главный конструктор,  
valeev@kamaz.ru

**Ушенин Александр Михайлович,**

заместитель генерального директора,  
dop@kamaz.ru

**Карабцев Владимир Сергеевич,**

канд. тех. наук, руководитель службы конструкторских  
и научно-исследовательских расчетов НТЦ,  
Vladimir.Karabtsev@kamaz.ru

ПАО «КАМАЗ»,

Россия, 423827, г. Набережные Челны, пр. Автозаводский, 2.

В представленной работе на основе анализа существующих механизмов взаимодействия системы высшего образования Республики Татарстан и крупнейшего производителя грузовых автомобилей выявлены существующие проблемы и барьеры. Для их устранения предложены новые формы и инструменты взаимодействия, обеспечивающие как развитие системы подготовки кадров, так и повышение компетенций существующих инженерных кадров и востребованных рынком труда профессий будущего.

**Ключевые слова:** подготовка кадров, компетенции, компьютерное моделирование, инженерное образование, механизмы взаимодействия, исследования.

### Введение

Ужесточение конкуренции и другие вызовы в сочетании с быстро развивающимися технологиями определяют ключевые тенденции в мировом автопроме в краткосрочной и долгосрочной перспективе. Основная цель автопроизводителей в современных условиях – обеспечить более высокий, чем у конкурентов уровень эффективности бизнеса. Для этого необходимо разрабатывать, производить и продавать конкурентоспособные на внутреннем и внешнем рынках автомобили, обеспечивающие выполнение жестких требований законодательства в отношении показателей комфорта, безопасности, энергоэффективности, экологичности, стоимости владения и других потребительских свойств.

Практикой доказано, что повышение комфорта и безопасности водителя и пассажиров, а также безопасности пешеходов обеспечивается инновационными решениями: внедрением систем климат-контроля, помощи водителя, курсовой устойчивости, адаптивного круиз-контроля и т. д. Рост энергоэффективности происходит за счет снижения расхода

топлива двигателя и повышения КПД автомобильных компонентов, снижения затрат на производство, материалоемкости и т. д. Экологические показатели, соответствующие стандартам Евро-5 и Евро-6, выполняются при использовании уже существующих передовых решений в классе традиционных автомобилей и перспективных решений в конструкциях гибридных, электрических и автономных транспортных средств.

Эксперты ожидают, что реализация этих и других мероприятий, например, организация движения автопоездов в колонне, применение систем помощи водителю (ADAS) и др. приведет к существенному снижению стоимости владения и аварийности на дорогах. По некоторым прогнозам, полностью автономные автомобили появятся на рынке уже к 2025 году, а в 2035 году их доля может достигнуть 10 %.

Автомобили становятся сложнее. Доля электроники и программного обеспечения в стоимости автомобиля с каждым годом становится весомее. Для всех этапов жизненного цикла автомобиля требуются не просто инженеры – механики, а специалисты с междис-

циплинарными компетенциями. Их подготовка – первостепенная государственная задача.

Проблемы и модели взаимодействия государства, бизнеса, науки и системы образования в течение последних лет рассматриваются и обсуждаются ведущими учеными и специалистами различных научных школ и стран. В этом убеждает публикационная активность авторов в последние годы в различных научных журналах, например, в работах [1–9] и многих других специализированных изданиях. В данной работе мы ограничимся рассмотрением существующих проблем подготовки инженерных кадров для автомобильной промышленности и предложим некоторые из путей их решения.

### Существующие механизмы взаимодействия

Разработка и производство автомобилей в современных условиях невозможны без платформенных решений. Эволюция платформ грузовых автомобилей (рис. 1, с использованием материалов компании Frost&Sullivan) на 2017–2030 годы включает три основных ступени иерархии: от автомобиля как отдельного продукта на первой ступени через его удаленную диагностику и сервисное обслуживание

на второй к продвинутым решениям транспортных задач на третьей.

Указанные выше направления развития транспорта будущего до их воплощения в металле должны быть научно обоснованы выполненными научно-технологическим форумом, фундаментальными и прикладными исследованиями в подразделениях АН РТ, вузах и НИИ. Для их реализации в конкретных проектах и продуктах требуются высококвалифицированные кадры с междисциплинарными компетенциями, фундаментальными знаниями, а также инженеры-конструкторы, инженеры-исследователи и проектировщики будущего.

С учетом сложившихся взаимоотношений научно-техническая кооперация нашего предприятия с вузами РТ осуществляется с использованием следующих хорошо зарекомендовавших себя механизмов.

В первую очередь – реализация двух проектов с КНИТУ-КАИ по Постановлению Правительства РФ № 218. Результаты проектов гармонично интегрировались в концепцию создания нового модельного ряда автомобилей КАМАЗ с улучшенными потребительскими характеристиками и новых компонентов для них. Не менее важным механизмом является

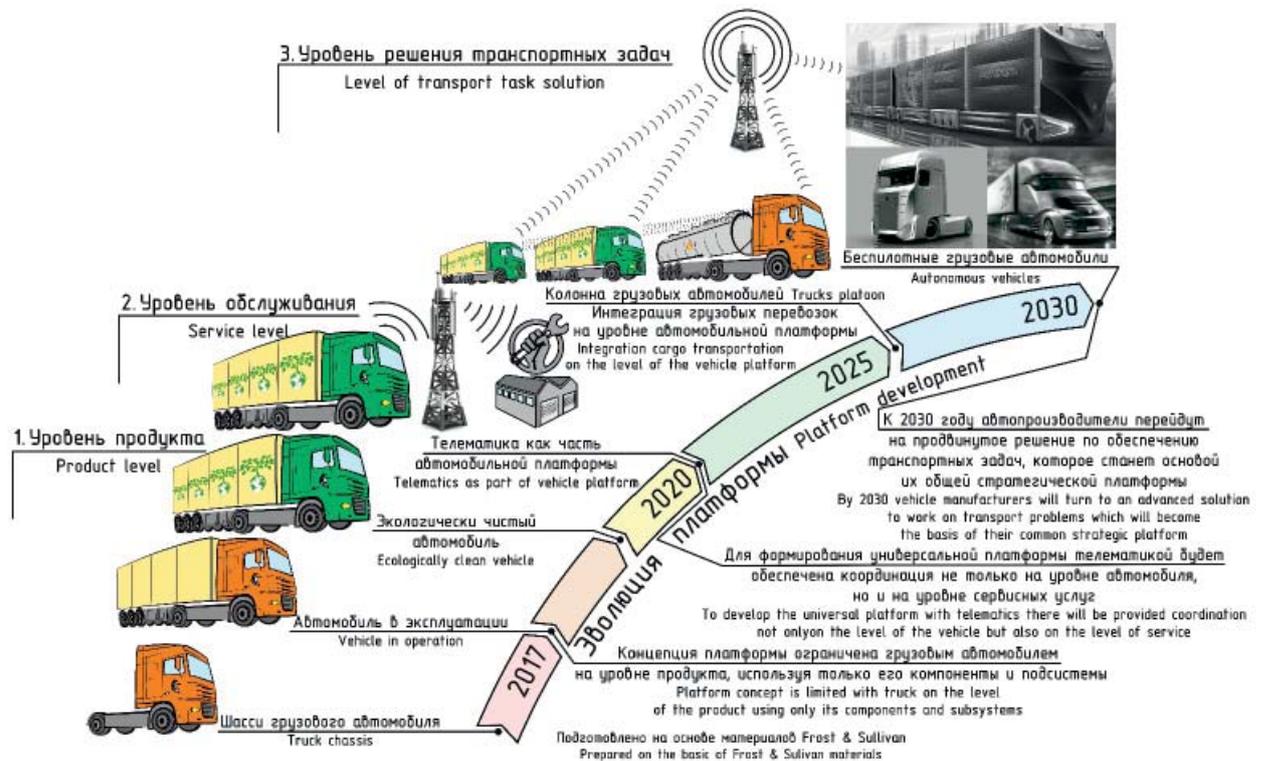


Рис. 1. Ступени эволюции платформ в автомобилестроении

Fig. 1. Steps in the evolution of platforms in the automotive industry

и выполнение научно-исследовательских работ по договорам с подразделениями ПАО «КАМАЗ».

Есть и другие механизмы взаимодействия и участия ПАО «КАМАЗ» в развитии инженерных компетенций. Среди них выделим целевую подготовку инженерных кадров на базе Набережночелнинских института К(П)ФУ и филиала КНИТУ (КАИ), участие специалистов ПАО «КАМАЗ» в разработке профессиональных стандартов, оценочных средств для инженеров и рекомендаций по вариативной части ФГОС. При этом эффективность целевой подготовки повышается путем организации различных видов практики студентов младших курсов вузов Набережных Челнов, Казани и других городов в подразделениях предприятия. Для повышения уровня существующих инженерных компетенций и организации непрерывного обучения новым специальностям в ПАО «КАМАЗ» создан и эффективно функционирует корпоративный университет.

Специалисты предприятия участвуют в формировании перечней тем курсовых и дипломных работ, магистерских и кандидатских диссертаций, организуют и проводят профориентационную работу со студентами и школьниками (форум PROF-движение, Дни КАМАЗА, конкурсы, экскурсии, профессиональные пробы). Наши специалисты участвуют в выставках «ВУЗПРОМЭКСПО», молодежных промышленных форумах «Инженеры будущего», осуществляется поддержка проекта «Формула студент» НЧИ К(П)ФУ. Для оснащения лабораторий организована передача в вузы образцов агрегатов и комплектующих изделий для учебных целей. При активном участии и поддержке ПАО «КАМАЗ» созданы и эффективно работают «Кванториум» и «Инженерная школа» КНИТУ-КАИ на базе школы № 30 г. Набережные Челны.

Таким образом, мы видим, что в части подготовки инженерных кадров на предприятии апробированы и используются различные инструменты. Их применение позволило сформировать процесс разработки новой техники с применением технологии «цифровых испытаний», представленный на рис. 2. Указанная схема подготовлена с использованием материалов инжиниринговой фирмы R&PD (Испания). Элементы алгоритма со знаком «?» означают проверку выполнения требований. Несмотря на это, недостаток квалифицированных кадров, особенно по новым (которых

год-два назад еще не было) направлениям развития техники и технологий, все ещё существует. Потенциал повышения эффективности взаимодействия с вузами так же не исчерпан. Помехой является ряд существующих проблем, требующих решения. В числе основных мы выделили следующие.

### Существующие проблемы и барьеры

В первую очередь – несоответствующая запросам автобизнеса, либо устаревшая материально-техническая база научно-исследовательского сектора большинства вузов. В тесной связи с данной проблемой отметим недостаточное, на наш взгляд, количество научных школ, которые создаются поколениями ученых и технологических лидеров по ряду направлений.

Далее выделяем проблемы, связанные с дублированием тем. Происходит это из-за того, что различные вузы предлагают одинаковые, «модные» на сегодняшний день технические решения. Вузы в большей степени предлагают чисто инженерные проекты, чем научно-исследовательские, пытаюсь тем самым подменить работу инженера-конструктора предприятия. А предприятиям на самом деле нужны научно-технологические прогнозы, научно обоснованные методы, методики и другие инструменты оптимального проектирования и исследований.

Следует отметить и тот факт, что применяемое специализированное программное обеспечение CAD-CAE-CAM и управления инженерными данными PDM-PLM на высокотехнологичных предприятиях, как правило, более высокого уровня, чем в вузах. Следствием этого является недостаточная эффективность созданных при вузах Инжиниринговых центров и лабораторий из-за несовместимости лицензий и математических моделей, разработанных на разных версиях программного обеспечения.

Дополнительно проблемы возникают из-за несоответствия программ обучения в вузах требованиям к компетенциям персонала предприятий. Не секрет, что знания обновляются каждые 3-4 года, если не чаще. Ситуацию усугубляет наличие коммуникативных барьеров между учеными вузов и инженерными кадрами предприятий: первые общаются на языке формул и теоретических положений, а инженеры – на «сухом техническом» языке

описания конструкций и деталей и их взаимодействия. Поэтому степень несоответствия только возрастает во времени.

Не следует упускать из внимания и то обстоятельство, что попытка совмещения учебной и коммерческой деятельности в проектах НИОКР порождает дефицит времени преподавателя, что приводит как к снижению качества образования, так и результативности НИОКР.

Поэтому от науки и носителей научного знания в современном мире требуется разработка научно обоснованных прогнозов, трендов и тенденций развития продукта, его ком-

пьютерное моделирование

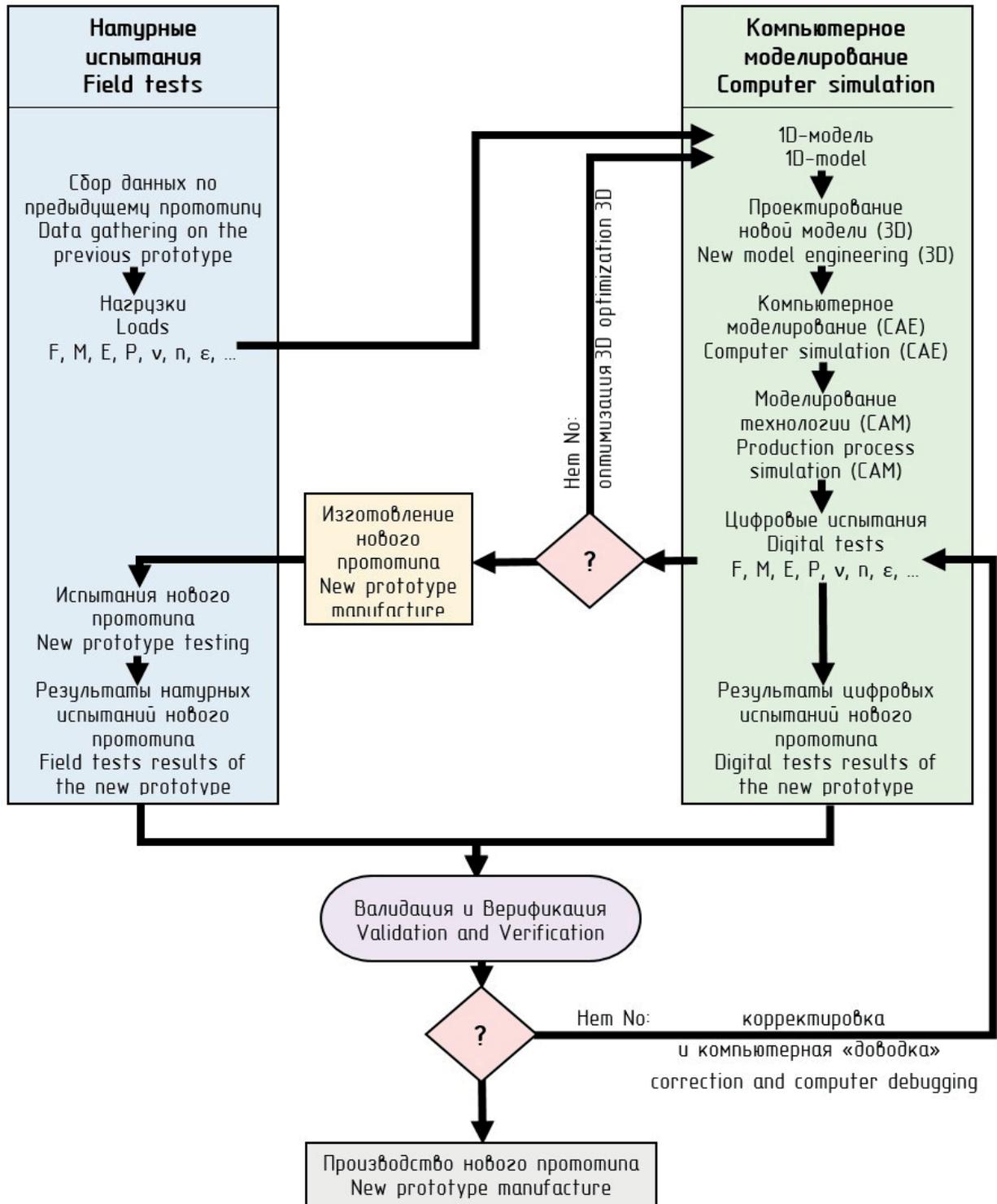


Рис. 2. Схема процесса проектирования  
Fig. 2. Design process diagram

понентов и технологий их производства, от системы образования – квалифицированные кадры для решения прикладных инженерных задач. Это позволит эффективно распределять работы между вузами – в соответствии с имеющимся в наличии заделом и научными кадрами по конкретным направлениям развития продуктов и технологий.

Новые механизмы – новые компетенции

Для решения перечисленных проблем и устранения барьеров предлагаем проработать и применять новые механизмы взаимодействия:

- Проведение научно-технологического форума на уровне Республики Татарстан и ежегодных совместных конференций «Наука-производству».
- Разработка программ совместного обучения специалистов предприятий и вузов в лучших научных и инжиниринговых школах мира.
- Создание совместных лабораторий с вузами и подразделениями АН РТ, например: «Лаборатория проблем надежности наземного транспорта», «Лаборатория технического зрения», «Лаборатория новых конструкционных материалов и технологий».
- Создание и организация деятельности Центра компьютерного инжиниринга в Казани с использованием потенциала ключевых вузов и «Иннополиса», с полигоном в Набережных Челнах в его составе для натурных испытаний колесных транспортных средств и валидации математических моделей.
- Организация эффективной работы Центра компетенций отечественного программного обеспечения для управления полным жизненным циклом (ПЖЦ) изделий совместно с КНИТУ-КАИ и РФЯЦ-ВНИИЭФ (г. Саров).
- Проведение мастер-классов и лекций именитых ученых вузов на предприятиях РТ по критическим технологиям.
- Формирование электронной базы (реестра) исследовательского оборудования в РТ со всеми его техническими и метрологическими характеристиками для исключения в будущем его дублирования и эффективного использования имеющегося.
- Разработка системы дополнительных мер стимулирования для вовлечения молодых ученых в реальные научные и инженерные проекты.

Предлагаемые новые инновационные механизмы научно-технического взаимодей-

ствия будут эффективны при заинтересованности всех субъектов инноваций и поддержке Правительства. На наш взгляд, взаимодействие субъектов инновационного развития РТ будет наиболее эффективным в формате сетевой структуры.

Практика проектирования в течение последних лет показывает, что существующих инженерных компетенций для разработки высокотехнологичных инновационных автомобилей уже недостаточно. Для реализации проектов будущего нужны специалисты в области NBIC – технологий (N – нано, B – био, I – инфо, C – когнитивные технологии). Поэтому ниже приведены примеры инженерных профессий будущего в автомобилестроении:

- Архитекторы интеллектуальных систем управления;
- Проектировщики «умных материалов»;
- Проектировщики нанотехнологий;
- Системные инженеры;
- Архитекторы информационных систем;
- Разработчики/проектировщики моделей «Big Data»
- Дизайнеры/разработчики человеко – машинных интерфейсов;
- Разработчики систем рекуперации и накопления энергии на транспорте;
- Разработчики программного обеспечения и автомобильной электроники;
- Разработчики интеллектуальных систем бортовой диагностики автомобиля;
- Специалисты по управлению интеллектуальной собственностью и знаниями;
- Разработчики аддитивных технологий и другие.

При формировании перечня профессий использовались материалы «Атласа новых профессий», разработанного специалистами АСИ (агентство стратегических инициатив) и Московской школы управления «Сколково».

Для подготовки кадров по указанным направлениям уже сегодня нужны новые учебно-методические комплексы, преподаватели, соответствующее оборудование и учебно-исследовательская инфраструктура.

Информационные технологии, компьютерное и математическое моделирование в современном мире – инструменты технологического превосходства промышленно развитых государств. Поэтому предлагаем по аналогии с идеями, изложенными в работе [6], рассмотреть и учесть наши предложения по повышению компетенций в области компьютерного

инжиниринга в вузах. Эти предложения касаются базового программного обеспечения (здесь и далее – ПО, рис. 3) для подготовки инженерных кадров и специализированного ПО для выполнения НИР и управления полным жизненным циклом.

Базовое ПО включает основы черчения в 2D и 3D, а также программы Microsoft Office, Mathcad, MATLAB. После изучения основ следует углубленный курс инженерного анализа. Изучать эти дисциплины нужно на младших курсах бакалавриата или в старших классах школы, например – факультативно.

На старших курсах бакалавриата – углубленный курс инженерного анализа и основы специализированного ПО для решения задач прочности, долговечности, акустики, аэродинамики, термпрочности и т. д.

Специализированное ПО для управления полным жизненным циклом нужно изучать на старших курсах специалитета и в магистратуре. В том числе необходимо осваивать и отечественное программное обеспечение разработки РФЯЦ-ВНИИЭФ «LOGOS».

Компьютерные технологии – основа цифровой экономики, базис для создания «цифровых двойников» и цифровых фабрик буду-

щего. Начинать их изучение так же надо как можно раньше, можно уже в школе – факультативно, по желанию школьников и их родителей. Однако, для проверки правильности разрабатываемых математических моделей нужна и материально-техническая база. Основным компонентом этой базы призван стать полигон.

Полигон в составе инженерингового центра будет драйвером многих других отраслей (электроники, нефтехимии, приборостроения и т. д.) и предприятий различных форм собственности. На нем должны проводиться исследования физических объектов для верификации математических моделей «цифрового двойника», отладка алгоритмов и программ в On-line режиме и т. д., стажировки преподавателей и формироваться постановка задач для проведения перспективных прикладных научных исследований.

Полигон (рис. 4) как элемент исследовательской инфраструктуры для комплексных испытаний автомобилей – это проект отраслевого и федерального уровня. Его деятельность позволит привлечь кадровый потенциал не только из регионов РТ, но и из других субъектов РФ и из-за рубежа.

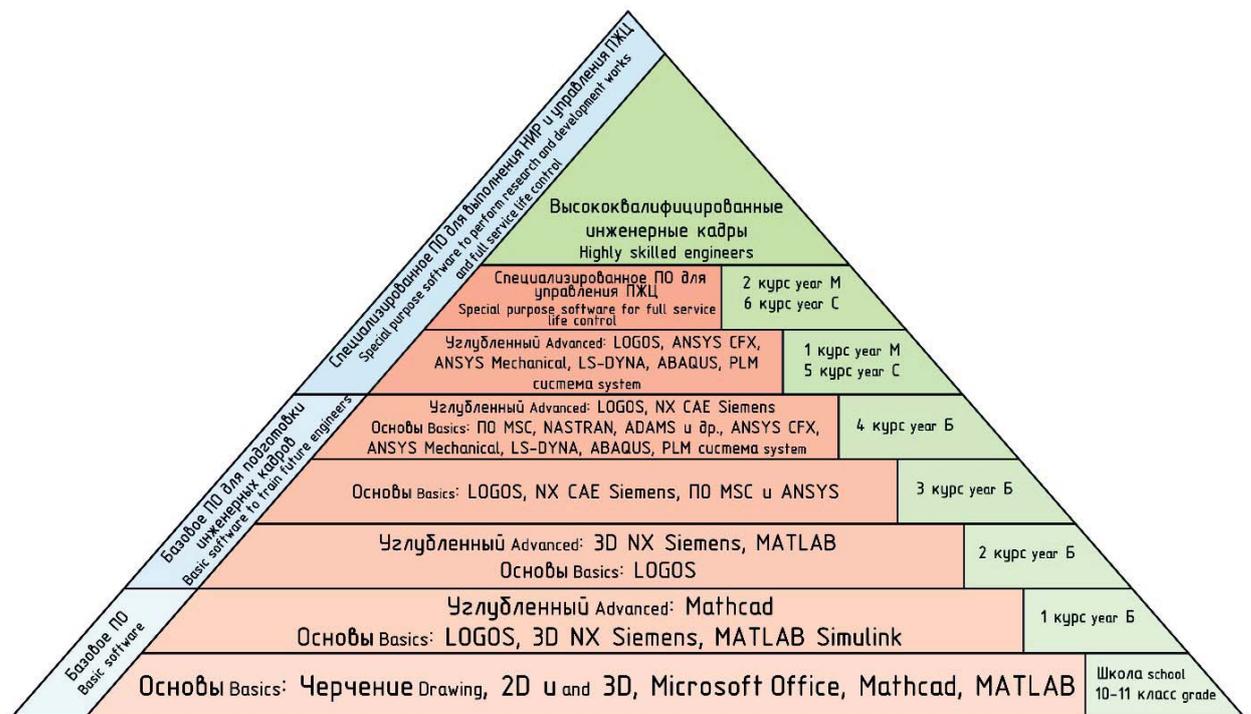


Рис. 3. Перечень и ступени изучения программного обеспечения в вузах. Обозначения: Б – бакалавр, М – магистр; С – специалист

Fig. 3. The list and stages of studying software in universities. Designations: B – bachelor, M – master; C – specialist



**Рис. 4.** Схема полигона для комплексных исследований автомобилей  
**Fig. 4.** Scheme of the landfill for integrated car research

Одной из инноваций в образовании, а также эффективным инструментом для подготовки кадров, выполнения исследований и верификации математических моделей, по нашему мнению, может стать мобильная учебная и научная лаборатория на шасси автомобиля КАМАЗ в составе созданной в ПАО «КАМАЗ» базовой кафедры «Проектирование и моделирование наземного транспорта» КФУ.

Она представляет собой своеобразный учебный и научно-исследовательский передвижной комплекс, оборудованный современным измерительно-вычислительным комплексом и инструментами программирования, обеспечивающих передачу данных с полигонов и реальных трасс в стационарные лаборатории для их дальнейшего анализа. В ее создании должны быть заинтересованы все субъекты инновационного развития РТ. Концепция мобильной лаборатории подробно описана в работе [9].

### Заключение

Для того, чтобы решить комплекс существующих проблем, необходимо актуализировать требования к компетенциям специалистов в области NBIC – технологий для реализации проектов будущего на основе системного инжиниринга («цифровой двойник», беспи-

лотные транспортные средства, алгоритмы управления, HIL-SIL-MIL-системы и процессы, суперкомпьютерные технологии, облачные сервисы, большие данные, предиктивная аналитика, альтернативные источники энергии, новые материалы с заданными функциональными свойствами и т. д.).

После этого на основе бенчмаркинга определить вузы для организации обучения специалистов по указанным направлениям подготовки инженеров будущего.

По результатам научно-технологического форсайта специалисты этих вузов совместно с работодателями могут разработать проекты типовых модульных лабораторий и вузовских кафедр, включая перечни предметов и дисциплин, базовых учебников и электронных ресурсов, а также перечни лабораторного и стендового оборудования и унифицированного с промышленными предприятиями программного обеспечения.

Фундаментальность образования, междисциплинарность знаний, синергия, системная инженерия – залог успеха. Эффективное взаимодействие элементов системы «Школа – вуз – бизнес» при поддержке Правительства РТ – основа научно-технологического прорыва в «цифровое будущее».

Поэтому роль школы в формировании инженерных компетенций будущего в условиях быстроменяющейся бизнес-среды будет только возрастать. Наше предприятие не остановится на достигнутом и будет продолжать вести поиск эффективных «здесь и сейчас» механизмов и инструментов, способствующих развитию детского технического

творчества и вовлечению школьников в мир научных исследований и проектной деятельности.

Надеемся, что реализация предлагаемых механизмов позволит повысить качество инженерного образования на всех этапах формирования инженерных компетенций: в школе, в вузах и на нашем предприятии.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гришакина Е.Г. Проблемы координации взаимодействия науки, образования и бизнеса // Наука. Инновации. Образование. – 2015. – № 17. – С. 20–28.
2. Файзулина Н.Г. Национальная инновационная система Китая // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 6. – С. 628–631.
3. Данилаев Д.П., Маливанов Н.Н. Современные условия и структура взаимодействия вузов, студентов и работодателей // Высшее образование в России. – 2017. – № 6. – С. 29–34.
4. Мотовилов О.В. Формирование системы взаимоотношений между вузом и работодателем // Высшее образование в России. – 2016. – № 11. – С. 17–27.
5. Сапрыкин Д.Л. Инженерное образование в России: история, концепция, перспектива // Высшее образование в России. – 2012. – № 1. – С. 125–137.
6. Боровков А.И., Бурдаков С.Ф., Клявин О.И., Мельникова М.П., Пальмов В.А., Сирина Е.Н. Современное инженерное образование – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 80 с.
7. Академик Андрей Рудской: Наша задача – подготовка передовых инженеров- дивергентов: беседа с ректором СПбПУ академиком РАН А.И. Рудским // Умное производство. – 2018. – № 4. – С. 48–52.
8. Ельцов В.В., Чертакова Е.М. К 50-летию ВАЗа: высшее образование как индикатор развития инновационного развития ПАО «АВТОВАЗ» // Инженерное образование. – 2017. – № 22. – С. 187–193.
9. Ушенин А.М., Валеев Д.Х., Карабцев В.С. Подготовка инженерных кадров для автомобильной промышленности: проблемы и пути решения // Инженерное образование. – 2016. – № 19. – С. 134–141.

Дата поступления: 17.10.2019.

UDC 378.14

## NEW DIRECTIONS AND MECHANISMS OF EXTENDING SCIENTIFIC-TECHNICAL COOPERATION BETWEEN HIGHER EDUCATION SYSTEM OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN AND «KAMAZ» PTC

**Danis Kh. Valeev,**

Cand. Sc., Chief Design Engineer,  
valeev@kamaz.ru

**Aleksander. M. Ushenin,**

Deputy General Director,  
dop@kamaz.ru

**Vladimir S. Karabtsev,**

Cand. Sc., Head of Department of Design and Scientific-Research Calculations  
of Scientific-Technical Center,  
Vladimir.Karabtsev@kamaz.ru

«KAMAZ» PTC,  
2, Avtozavodskiy avenue, Naberezhnye Chelny, 423827, Russia.

The article studies current mechanisms of cooperation between higher education system of the Republic of Tatarstan and the leading manufacturer of trucks thus revealing the underlying problems and obstacles. To eliminate them we suggest new forms and methods of cooperation, which provide development of personnel training system and expertise improvement of current engineering specialists and commercially successful jobs of the future.

**Key words:** personnel training, expertise, computer simulation, engineering education, cooperation mechanisms, researches.

### REFERENCES

1. Grishakina E.G. *Problemy koordinatsii vzaimodeystviya nauki, obrazovaniya i biznesa* [Problems of coordination of the interaction of science, education and business]. Nauka. Innovatsii. Obrazovaniye. 2015, no. 17, pp. 20–28.
2. Fayzullina N.G. *Natsionalnaya innovatsionnaya sistema Kitaya* [National Innovation System of China // Fundamental Research]. *Fundamentalnyye issledovaniya*. 2015, no. 6, pp. 628–631.
3. Danilayev D.P., Malivanov N.N. *Sovremennyye usloviya i struktura vzaimodeystviya vuzov, studentov i rabotodateley* [Modern conditions and the structure of interaction between universities, students and employers]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2017, no. 6, pp. 29–34.
4. Motovilov O.V. *Formirovaniye sistemy vzaimootnosheniy mezhdu vuzom i rabotodatelem* [Formation of a system of relations between a university and an employer]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2016, no. 11, pp. 17–27.
5. Saprykin D.L. *Inzhenernoye obrazovaniye v Rossii: istoriya, kontseptsiya, perspektiva* [Engineering education in Russia: history, concept, perspective]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*. 2012, no. 1, pp. 125–137.
6. Borovkov A.I., Burdakova S.F., Klyavin O.I., Melnikova M.P., Palmov V.A., Silina E.N. *Sovremennoye inzhenernoye obrazovaniye* [Modern engineering education]. St. Petersburg, Publishing house Polytechnic. University, 2012, 80 p.
7. Akademik Andrey Rudskoy: *Nasha zadacha – podgotovka peredovykh inzhenerov-divergentov: beseda s rektorom SPbPU akademikom RAN A.I. Rudskim* [Academician Andrei Rudskoy: Our task is to train advanced divergent engineers: a conversation with the rector of SPbPU, academician of the Russian Academy of Sciences A.I. Rudsky]. *Umnoye proizvodstvo*. 2018, no. 4, pp. 48–52.
8. Eltsov V.V., Chertakova E.M. *K 50-letiyu VAZa: vyssheye obrazovaniye kak indikator razvitiya innovatsionnogo razvitiya PAO «AVTOVAZ»* [On the occasion of the 50th anniversary of VAZ: higher education as an indicator of the development of innovative development of AvtoVAZ PJSC]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2017, no. 22, pp. 187–193.
9. Ushenin A.M., Valeev D.Kh., Karabtsev V.S. *Podgotovka inzhenernykh kadrov dlya avtomobilnoy promyshlennosti: problemy i puti resheniya* [Training engineering staff for the automotive industry: problems and solutions]. *Inzhenernoye obrazovaniye*. 2016, no. 19, pp. 134–141.

Received: 17.10.2019.