

DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-632474>

Оригинальное исследование



Система создания автотранспортной продукции

Н.С. Комков¹, В.В. Стригуненко², Р.Х. Курмаев¹¹ Центральный научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ», Москва, Российская Федерация;² «Ростех», Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Многие подходы к разработке современной продукции автомобильной промышленности опираются на методы, унаследованные ещё из 70–80-х гг. XX века от страны с кардинально отличной экономической системой. Передовые современные подходы опираются на то, что производитель находится в постоянном контакте с потребителем и занимается развитием своих процессов с целью организовать создание наилучшего продукта для увеличения собственной рыночной доли и конкурентоспособности.

В статье рассматривается предложение новой модели системы создания автомобиля.

Цель исследования — разработать систему создания автотранспортной продукции, отвечающую современным требованиям и современным конкурентным подходам.

Методы. В исследовании анализировали существующие современные методы и подходы к разработке автотранспортной продукции.

Результаты и научная новизна. Описана система разработки автотранспортной продукции, отвечающая современным требованиям в области разработки продукции. Система отличается от существующих элементами, позволяющими повысить качество, свойства и характеристики создаваемой продукции.

Заключение. Предложенную систему целесообразно использовать при разработке современных транспортных средств (автомобилей). Также возможно использовать систему при разработке прочей высокотехнологичной продукции.

Ключевые слова: автомобили; автомобилестроение; проектирование автомобилей; система создания; процесс разработки.

Как цитировать:

Комков Н.С., Стригуненко В.В., Курмаев Р.Х. Система создания автотранспортной продукции // Известия МГТУ «МАМИ». 2024. Т. 18, № 3. С. 244–251.

DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-632474>

DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-632474>

Original Study Article

The system of development of automotive products

Nikita S. Komkov¹, Vlas V. Strigunenko², Rinat Kh. Kurmaev¹

¹ Central Scientific and Research Automobile and Automotive Engines Institute NAMI, Moscow, Russian Federation;

² Rostec, Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Many approaches to the development of modern automotive products are based on methods inherited from the 70-80's of the XX century from the country with a radically different economic system. Advanced modern approaches rely on the fact that the manufacturer is in constant contact with the clients and is engaged in the development of its processes in order to organize the development of the best product to increase its own market share and competitiveness. The paper discusses the proposal of a new model of the vehicle designing system.

AIM: Development of the system for designing automotive products that meets modern requirements and modern competitive approaches.

METHODS: The study analyzed the existing modern methods and approaches to the development of automotive products.

RESULTS: The system for designing automotive products that meets modern requirements in the field of product development is described. The system differs from the existing ones with elements that allow improving the quality, properties and characteristics of the products being created.

CONCLUSION: It is advisable to use the proposed system in the development of modern vehicles. It is also possible to use the system in the development of other high-tech products.

Keywords: vehicles; automotive; vehicle development; system of designing; development process.

To cite this article:

Komkov NS, Strigunenko VV, Kurmaev RH. The system of development of automotive products. *Izvestiya MGTU «MAMI»*. 2024;18(3):244–251.

DOI: <https://doi.org/10.17816/2074-0530-632474>

Received: 23.05.2024

Accepted: 16.12.2024

Published online: 16.12.2024

ВВЕДЕНИЕ

В XX веке автомобильная промышленность переживала бурный рост и развитие, определив облик современного автомобилестроения. Эта эра, называемая эрой индустриализации и массового производства, стала поворотным моментом в истории автомобиля. Внешние политические и экономические факторы, растущая конкуренция сделали автомобилестроение одной из самых динамично развивающихся отраслей в контексте технического прогресса.

В СССР существовала плановая экономическая система, при которой в роли заказчика и инвестора проектов в автомобилестроении выступало государство в лице Министерства. Оно на своём уровне определяло, какой продукт требуется производить, и организовывало его производство, а затем, используя монополизированную государством товарораспределительную и товаропроводящую сеть, распределяло товары потребителям. Анализ ожиданий потребителя практически не проводился, но, поскольку экономика СССР была так называемой дефицитной [2], это не создавало особых проблем при реализации продукции, товар в любом случае находил потребителя, какие бы не предъявлялись замечания к товару.

Произошедшая в конце XX века смена экономического курса подразумевает под собой и смену подходов к созданию машиностроительной продукции с переходом на прямое взаимодействие между потребителем и производителем в условиях рынка, а также увеличение важности анализа ожиданий потребителя и предложения конкурентов в силу развития рыночных подходов. В такой парадигме потребитель волен самостоятельно выбирать наиболее подходящий или качественный продукт, отказываясь от покупки некачественного.

Но на данный момент в Российской Федерации многие подходы к разработке современной продукции автомобильной промышленности опираются на методы, унаследованные ещё из 70–80-х гг. XX века от страны с кардинально отличной экономической системой.

Актуальность задачи подтверждается сложившейся в РФ ситуацией в области производства высокотехнологичной продукции в транспортно-машиностроительной отрасли. На данный момент России необходимо активно наращивать производство новой автомобильной продукции для замещения ушедших автопроизводителей из ЕС, Японии, Южной Кореи и США. В то же время значительно усилилась конкуренция с китайскими автопроизводителями, что привело к тому, что две трети рынка легковых и грузовых автомобилей РФ занимают иностранные производители. При этом одним из важнейших аспектов для выпуска конкурентоспособного продукта является система создания продукции (автомобилей), которая на данный момент практически не развивается.

Научная обоснованность данного исследования подтверждается практическим отсутствием исследований данной темы в научном поле РФ и необходимостью

развития данной тематики в интересах развития автомобильной отрасли РФ.

ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ПРОДУКЦИИ

Начиная с 1970-х годов основой для создания многих промышленных изделий в СССР являлась Система разработки и постановки на производство (СРПП) [3]. В настоящее время эта система не является обязательной, но многие предприятия в силу их становления ещё в СССР продолжают придерживаться данной системы или подходов на её базе.

Система разработки и постановки на производство (СРПП) продукции — это комплекс мероприятий, направленных на создание и внедрение новых изделий или модернизацию существующих изделий.

Основными этапами СРПП являются:

- разработка технического задания (ТЗ) на изделие;
 - проектирование и разработка изделия (на этом этапе создаются чертежи, схемы, технические описания и другая документация, необходимая для производства продукта);
 - изготовление опытных образцов и их испытания. Опытные образцы проходят проверку на соответствие требованиям ТЗ, а также на работоспособность и надёжность;
 - серийное производство и внедрение продукции на рынок. На этом этапе осуществляется массовый выпуск изделий и их продажа потребителям.
- К достоинствам СРПП можно отнести:
- систематизированный подход к разработке и постановке на производство, который позволяет обеспечить требуемый уровень качества продукции;
 - наличие стандартов и нормативных документов, которые регулируют процесс разработки и производства продукции, что снижает риск ошибок и повышает эффективность работы;
 - возможность адаптации системы к различным отраслям промышленности и типам продукции благодаря наличию гибких инструментов и методик.
- Однако у СРПП имеется ряд недостатков:
- трудности с адаптацией системы к быстро меняющимся требованиям рынка и технологическим инновациям;
 - недостаточная глубина проработки, анализа и разворачивания ожиданий и требований потребителя и конкурентной среды;
 - недостаточное внимание к процессу анализа и балансировки параметров продукта и компонентов по части свойств: стоимости, качества и сроков реализации;
 - слабое внедрение цифровых методов проектирования и доведение продукта до целевых параметров;
 - недостаточное внимание к качеству продукта, процесса и проекта на всех этапах реализации;
 - сроки реализации проекта зачастую отстают от лучших мировых практик;

- отсутствие процессов управления себестоимостью продукции;
- избыточная задокументированность и усложнение процессов взаимодействия и работы, унаследованная от системы разработки и постановки на производство (СРПП).

В силу наследственных причин многие из элементов сложившихся современных подходов к созданию промышленной продукции сохранились из подходов и методик, разработанных в XX веке, в частности СРПП, и не получили масштабного развития.

Следует отметить, что сложившиеся передовые современные подходы опираются на то, что производитель находится в постоянном контакте с потребителем и занимается развитием своих подходов и процессов с целью организовать создание наилучшего продукта для увеличения собственной рыночной доли.

Одним из ключевых аспектов, объединяющих недостающие элементы, необходимые для создания привлекательного, качественного продукта, является система создания продукции. Такие процессы по сути являются ноу-хау компаний и позволяют им обеспечивать конкурентные преимущества своих продуктов. Например, системы автопроизводителей AUDI, BMW, VOLVO, TOYOTA, FIAT, FORD, RENAULT [4–11].

Общие подходы к созданию продукции автомобильной промышленности необходимо постоянно обновлять и совершенствовать.

В работе рассматривается новая модель системы создания автомобиля. Жизненный цикл создания продукта состоит из трёх ключевых стадий: формирование концепции, разработка продукта и индустриализация продукта (рис. 1).

Стадия концептирования состоит из этапа проработки концепции и её оптимизации. Этап проработки включает в себя изучение трендов, глубинную проработку ожиданий и потребностей клиентов, включая широкий конкурентный анализ. Важной составляющей данного этапа является сопоставление планируемой к производству концепции с законодательными требованиями той страны, где предполагается реализация продукта, поскольку законодательные требования являются обязательными и в определённой степени влияют на формирование концепции будущего продукта. На основании собранной информации об ожиданиях потребителя формируется несколько вариантов потенциального продукта (например, 2–3 варианта концепции) и производится анализ наиболее оптимальной концепции (рис. 2).

Следующий этап — оптимизация концепции. Он включает в себя три ключевых составляющих: запуск и разворачивание процесса анализа параметров продукта и его компонентов по критериям QCDP (Quality Cost Deadline Product), т. е. свойства продукта — качественные, стоимостные, временные параметры. Данный процесс включает в себя анализ и балансировку обозначенных параметров.

Далее идёт процесс планирования надёжности и отказоустойчивости, так называемый глубинный анализ — Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), который достаточно широко известен, но не так широко применяется. Данный анализ, как известно, позволяет поднять уровень качества и надёжности продукта за счёт анализа потенциальных дефектов и снижения возможных рисков.

Финальной составляющей в формировании концепции является выбор стиливого решения, формирование цифрового макета продукта и старт осуществления всесторонних цифровых проверок этого макета.



Рис. 1. Концепция системы создания автомобиля.

Fig. 1. The 4 stages of the vehicle development process (concept proposal, concept optimization, product development, industrialization).

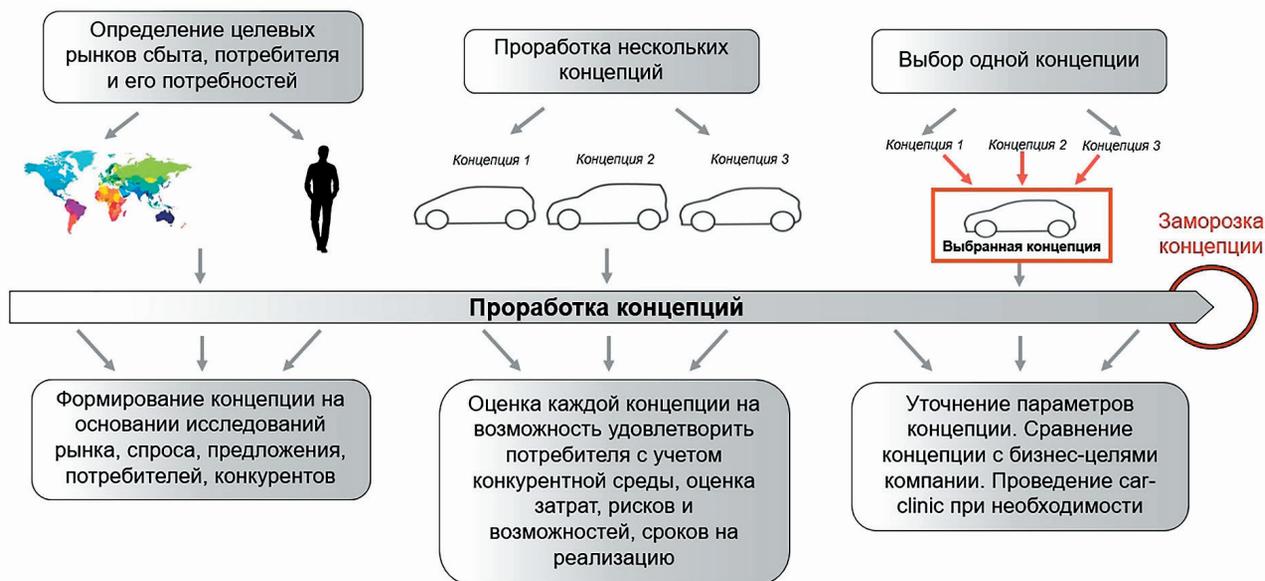


Рис. 2. Проработка концепции продукта.

Fig 2. The product concept phase (target markets, customers, proposal of few conceptions and choose one).

На этом этапе важна качественная проработка всех этапов, анализ рисков и оценка затрат, тщательное изучение потребительского рынка с целью существенного снижения рисков на стадии разработки.

Этап разработки начинается с полностью сформированного цифрового макета, он включает в себя проведение нескольких итераций цифровых проверок, которые в мировых автомобилестроительных подходах именуется аббревиатурой DMDR (Digital Mock-up Design Review).

На данном этапе происходит активное и детальное разворачивание и валидация потребительских свойств, цифровые проверки продукта, по таким направлениям, как параметры виброакустики (Noise, vibration, and harshness (NVH) — шум, вибрации и прочность), пассивная безопасность, компоновка, эргономика, надёжность, технология и другие.

Не менее важно оценить экономические параметры — проанализировать себестоимость всех компонентов и себестоимость производства. В ходе разработки происходит несколько циклов оценки и доводки продукта до целевых параметров. Данный цикл повторяется несколько раз до достижения оптимальных параметров проектируемого продукта.

Именно на этом этапе происходит синхронизация всех участников рабочих процессов, в том числе привлечение поставщиков к разработке продукта.

Тестирование и доработка являются итерационным процессом, который может занимать значительное количество времени и ресурсов. Однако они играют важную роль в создании надёжных и безопасных автомобилей, которые соответствуют высоким стандартам качества.

После проведения всех испытаний, устранения выявленных замечаний и доработки деталей и конструкций происходит утверждение проекта и затем запуск подготовки производства и изготовления оснастки, что является своего рода запуском следующей стадии проекта.

Финальный этап после успешно проведённой разработки — индустриализация. На этой стадии происходит выпуск так называемых пилотных экземпляров, они позволяют выявить и доработать отклонения в продукте. Этот этап выглядит более традиционно в контексте наследия советской автомобилестроительной школы относительно предыдущих, здесь происходит освоение подтверждённого в цифровом виде продукта и его последующая всесторонняя проверка на соответствие заданным целям. Такая проверка позволяет убедиться в том, что потребитель получит тот продукт, который изначально был запланирован (рис. 3).

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Внедрение подобной системы в процесс разработки и постановки на производство автомобилей позволит достигнуть существенной экономии средств, требуемых для реализации проекта, а также позволит сократить сроки, в которые осуществляется проект.

Например, интеграция процесса цифрового проектирования и валидации конструкции позволяет значительно сократить количество или отказаться от изготовления прототипов при разработке продукции. Для примерного расчёта возьмём усреднённое число прототипов, которое нужно изготовить в процессе разработки продукции — 100 штук. В среднем стоимость изготовления подобного

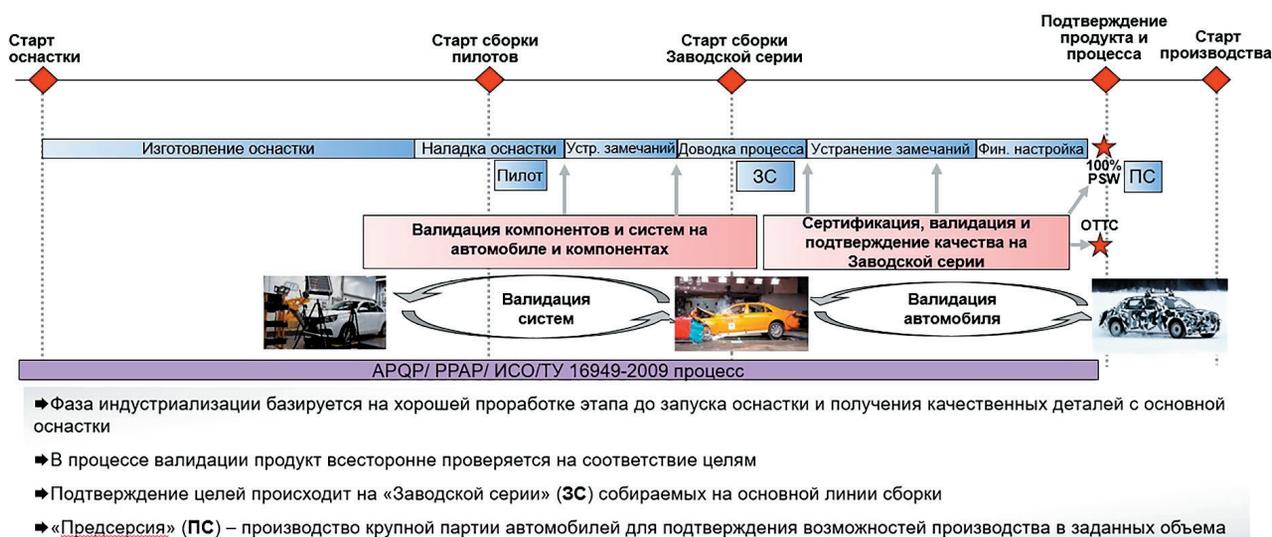


Рис. 3. Индустриализация продукта.

Fig. 3. The product industrialization phase (process from tooling production, through series of validation vehicle to achieve product and process confirmation).

прототипа (для небольшого бюджетного автомобиля) составляет 10 млн. рублей. В случае использования развёрнутой системы цифрового проектирования и валидации возможно сократить количество необходимых прототипов до 10–20 шт. Для расчёта примем ситуацию, когда нам удалось сократить объём изготовления прототипных автомобилей на 80 шт., таким образом, 80 шт. по 10 миллионов — это экономия 800 млн. рублей только на изготовлении прототипных автомобилей. Также необходимо принять во внимание, что для испытаний потребуются ГСМ, расходные материалы, запчасти и др. Они обычно составляют ещё 10–20% от стоимости прототипа, и, если принять для расчёта значение 10%, получится экономия ещё 80 млн рублей. Важно отметить, что сокращение числа физических прототипов в процессе проектирования позволяет сократить время реализации проекта в среднем на 6–12 месяцев.

Также следует отметить, что в случае использования устоявшихся и принятых в XX веке методов без использования современного процесса проектирования и цифровой валидации количество последующих доработок конструкции и оснастки вполне может достигать 100%, при этом стоимость таких доработок составляет порядка 25–30% от полной стоимости оснастки. Таким образом, вследствие необходимости дорабатывать конструкторскую документацию, оснастку и техпроцесс могут возникнуть дополнительные расходы в размере нескольких миллиардов рублей для создания одного продукта.

Хотим отметить, что сокращение средств и сроков для реализации проекта, а также повышение конечного качества и свойств продукции не заканчивается только описанными мероприятиями. Реализация каждого отдельного мероприятия или системы в целом даёт

замечное улучшение параметров проекта и, в конечном итоге, положительно сказывается на показателях функционирования организации. Подробный обзор и аналитику параметров, улучшаемых в рамках внедрения системы разработки продукции, планируется рассмотреть в одной из будущих статей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя, можно сказать, что интеграция таких элементов, как:

- процесс анализа и разворачивания требований к продукту;
- анализ и балансировка параметров качества, стоимости, сроков и свойств;
- использование цифровых моделей и двойников, цифровизация проверок продукта на уровне не менее 90–95%;
- сокращение сроков отдельных этапов и использование процессов параллельных задач;
- активная интеграция подходов планирования и контроля качества комплектующих, в подходы при разработке продукции автомобильной отрасли, позволит:
- сократить бюджет и срок на реализацию проекта до двух раз;
- повысить свойства и качество продукта в среднем на 20%;
- повысить инновационную составляющую конечного продукта.

В развитии таких подходов могут участвовать государственные и частные структуры, машиностроительные компании внутри нашей страны, а также различные партнёры за её пределами [12].

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Н.С. Комков — написание текста рукописи, редактирование текста рукописи, разработка концепции системы разработки продукции; В.В. Стригуненко — поиск и сбор исторической части рукописи, редактирование текста рукописи; Р.Х. Курмаев — научное руководство процессов написания текста рукописи, редактирование текста. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE* (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. N.S. Komkov — writing the text of the manuscript, editing the text of the manuscript, developing the concept of a product development system; V.V. Strigunenکو — searching and collecting the historical part of the manuscript, editing the text of the manuscript; R.H. Kurmaev — scientific guidance of the processes of writing the text of the manuscript, editing the text (all authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work).

Competing interests. The authors declare no any transparent and potential conflict of interests in relation to this article publication.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kornai J. Socialist economy. Princeton University Press, 1992.
2. ГОСТ Р 15.000-2016. Система разработки и постановки продукции на производство – взамен ГОСТ; Р 15.000-94. Введ. с 01.07.2017 – Москва.
3. Sorensen D. Automotive Development Process, Gabler Edition Wissenschaft, 2006, ISBN-10 3-8350-0499-9.
4. Weber J. Automotive Development Processes. Springer, 2009.
5. Weigl T. Development Process For Autonomous Vehicles, Master thesis, TUM, 2014.
6. Лайкер Д., Морган Д. Система разработки продукции в Toyota. Норбит, 2007.
7. Stütz L., König T., Bader R., et al. Improvement of the Scheduling of Automotive Testing Processes Based on Production Scheduling Methods. Institute of Drive Technology Aalen (IAA), 2023.

8. Panchal J.H., Wang Z. Design of Next-Generation Automotive Systems: Challenges and Research Opportunities // Journal of Computing and Information Science in Engineering, Dec 2023, 23(6): 060818 (6 pages). Paper No: JCISE-23-1271 doi: 10.1115/1.4063067
9. Reza C.M., Dachyar M., Nurcahyo R. Project Scheduling of New Product Development Process in Automotive Industry in Indonesia Using Design Structure Matrix, September 2019, IOP Conference Series Materials Science and Engineering 598(1):012048, doi: 10.1088/1757-899x/598/1/012048
10. Zondo D. The impact of quality gates on product quality in a selected automotive assembly organisation in South Africa. Durban University of Technology, 2023.
11. Курмаев Р.Х., Чупрунов С.П., Мухаметзянов Р.Г., и др. Итоги и обзор МАНФ-2023 // Труды МАМИ. 2023. № 4 (295). С. 6–15.

REFERENCES

1. Kornai J. Socialist economy. Princeton University Press; 1992.
2. GOST R 15.000-2016. The system of product development and commissioning – instead of GOST; R 15.000-94. Introduced from 01.07.2017 Moscow.
3. Sorensen D. Automotive Development Process. Gabler Edition Wissenschaft, 2006.
4. Julian Weber. Automotive Development Processes, Springer, 2009.
5. Tobias Weigl. Development Process For Autonomous Vehicles, Master thesis, TUM, 2014.
6. D.Liker, D.Morgan. Toyota's product development system. Norbit, 2007.
7. Leon Stütz, Timo König, Roman Bader, et al. Improvement of the Scheduling of Automotive Testing Processes Based on Production Scheduling Methods, Institute of Drive Technology Aalen (IAA), 2023.

8. Jitesh H. Panchal, Ziran Wang. Design of Next-Generation Automotive Systems: Challenges and Research Opportunities, Journal of Computing and Information Science in Engineering, Dec 2023, 23(6): 060818 (6 pages). Paper No: JCISE-23-1271 doi: 10.1115/1.4063067
9. C.M. Reza, M. Dachyar, R. Nurcahyo. Project Scheduling of New Product Development Process in Automotive Industry in Indonesia Using Design Structure Matrix, September 2019, IOP Conference Series Materials Science and Engineering 598(1):012048, doi: 10.1088/1757-899x/598/1/012048
10. Zondo D. The impact of quality gates on product quality in a selected automotive assembly organization in south Africa. Durban University of Technology; 2023.
11. Kurmaev RH, Chuprunov SP, Mukhametzyanov RG, et al. Results and review of MANF-2023. *Proceedings of NAMI*. 2023;4(295):6–15.

ОБ АВТОРАХ

*** Комков Никита Сергеевич,**

начальник управления организационного развития;
адрес: Российская Федерация, 125438, Москва,
ул. Автомоторная, д. 2;
ORCID: 0009-0006-5136-0809;
e-mail: nikita.komkov@nami.ru

Стригуненко Влас Вадимович,

руководитель проектов Департамента конверсии продукции;
ORCID: 0009-0008-8388-7087;
eLibrary SPIN: 3112-2688;
e-mail: vlasstrigunenko@gmail.com

Курмаев Ринат Ханяфиевич,

канд. техн. наук, доцент,
директор научно-образовательного центра;
ORCID: 0000-0001-7064-0466;
eLibrary SPIN: 6483-2444;
e-mail: rinat.kurmaev@nami.ru

AUTHORS' INFO

*** Nikita A. Komkov,**

Chief of the Organization Development Department;
address: 2 Avtomotornaya street, 125438 Moscow,
Russian Federation;
ORCID: 0009-0006-5136-0809;
e-mail: nikita.komkov@nami.ru

Vlas S. Strigunenko,

Head of Projects of the Product Conversion Department;
ORCID: 0009-0008-8388-7087;
eLibrary SPIN: SPIN: 3112-2688;
e-mail: vlasstrigunenko@gmail.com

Rinat Kh. Kurmaev,

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor,
Director of the Research and Education Center;
ORCID: 0000-0001-7064-0466;
eLibrary SPIN: 6483-2444;
e-mail: rinat.kurmaev@nami.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author