

— РЕВОЛЮЦИОННОЕ —  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ**  
ИНЖЕНЕРОВ-КОНСТРУКТОРОВ

Мишель Буше (Michelle Boucher) | вице-президент | Tech-Clarity

**Tech-Clarity**

© Tech-Clarity, Inc. 2019

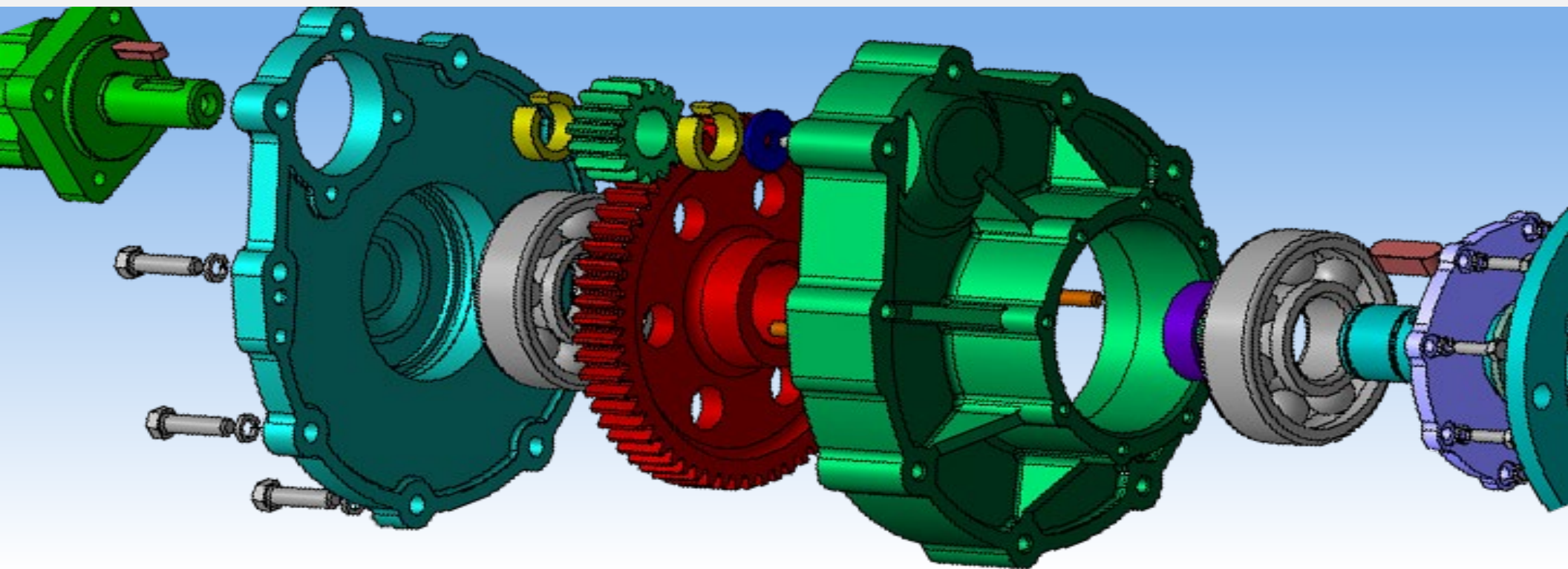
# Возможные результаты проектирования

## Конструкторские решения могут определить судьбу изделий

Что сделать для того, чтобы инженеры могли проектировать как можно лучшие изделия?

Инженеры заинтересованы в отличных изделиях. Однако задачу усложняют такие факторы, как возрастающая сложность изделий, различные конструкторские цели, конкурирующие между собой, и понимание того, как новые технические решения влияют на другие агрегаты в конструкции. Кроме того, постоянно сокращаются сроки, а значит инженерам приходится работать быстрее. Тем не менее, исключительное качество проектной документации является критически важным фактором успеха на мировом рынке.

В этом исследовании, основанном на опросе 195 компаний, рассматривается процесс разработки и определяются основные проблемы, с которыми сталкиваются в своей работе инженеры. В отчете рассматривается, каким образом инженеры могут быстрее понять, как повысить качество изделий, снизить трудозатраты и ускорить запуск в производство, не переставая при этом разрабатывать еще больше инновационных изделий.





# Что наиболее важно для рыночного успеха изделия?

## Качество изделий

Поскольку мировые компании сталкиваются с растущим давлением со стороны конкурентов, инженерные критерии стали существенно влиять на конкурентные отличия изделий. Практически 80% респондентов считают, что качество является наиболее важным свойством изделия, обеспечивающим его конкурентоспособность (см. график). Далее следуют надежность и стоимость. Это говорит о том, что клиенты возлагают большие надежды на качество и долговечность, но не хотят переплачивать. Чтобы добиться успеха, компаниям необходимо найти баланс между этими KPI.

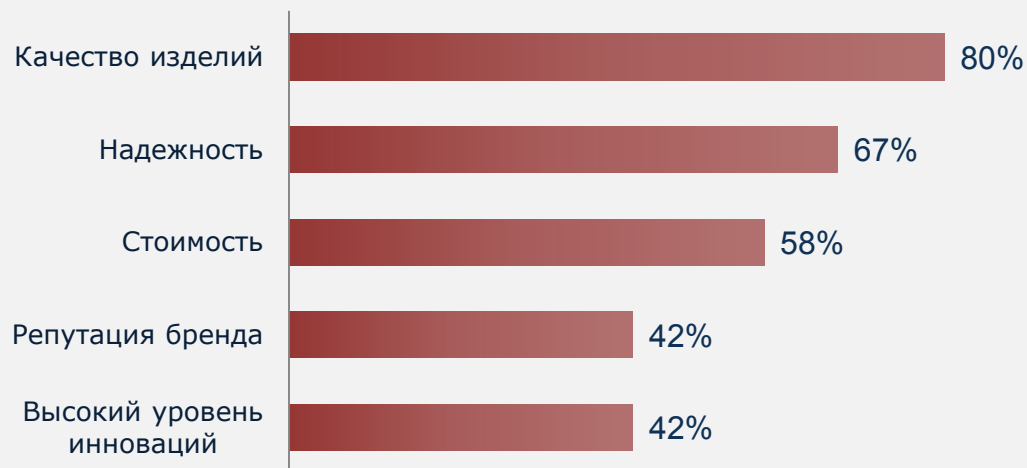
## Конструкторские решения — критически важные и очень непростые в осуществлении вещи

Требования к качеству, надежности и стоимости часто противоречат друг другу, поэтому найти баланс — задача не из легких. К сожалению, из-за сложности продукта инженерам трудно в полной мере оценить, к каким последствиям приведет конкретное конструкторское изменение. Действительно, 76% участников опроса оценивают относящиеся к конкурентоспособности технические решения — как «довольно сложные» и «чрезвычайно сложные». В результате многие инженеры чрезмерно усложняют свои проекты, что, к сожалению, ведет к возрастанию стоимости.

Компании, которые смогут упростить и ускорить процесс принятия решений, получат преимущества.

76% участников опроса оценивают относящиеся к конкурентоспособности технические решения — как «довольно сложные» и «чрезвычайно сложные».

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЯ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ В БЛИЖАЙШИЕ 5 ЛЕТ



# Рассмотрите пути совершенствования

Инженеры не уверены в своих решениях в каждом третьем случае.

## ИНЖЕНЕРЫ ДОЛЖНЫ УВЕРЕНЫ В ВЫБРАННОМ РЕШЕНИИ

Из-за множества проблем, с которыми сталкиваются инженеры, в каждом третьем проекте они не уверены в выборе решения. Для избежания этого инженеры используют различные подходы. Наиболее распространенная тактика (см. график) заключается в проведении физических испытаний, что приводит к пустой трате времени. Это также технически переусложняет изделия, соответственно увеличивается их стоимость и снижается конкурентоспособность.

## Потерянное время

Дело не только в финансовых затратах. По оценкам инженеров, на дополнительные шаги, которые повысят уверенность в принятых технических решениях, они тратят в среднем 4-7 дней. Более того, треть опрошенных утверждают, что на это может уходить даже больше недели. Представьте себе, сколько можно будет сэкономить времени, если инженеры уже в ходе конструкторского процесса, будут меньше сомневаться.

### ЧТО ДЕЛАЮТ ИНЖЕНЕРЫ, КОГДА НЕ УВЕРЕНЫ В ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЯХ



# Понимание как изменения влияют на изделие

## Многие изменения конструкции приводят к проблемам в дальнейшем

Изменения становятся неизбежным следствием ошибочных решений, и они занимают большую часть в процессе разработки. В самом деле, инженеры говорят, что в среднем, на внесение изменений, они тратят половину своего времени. Это немало, если учесть, что это время можно потратить на действительно новые и инновационные разработки.

Изменения происходят по многим причинам (см. график справа). Некоторые из них хороши, особенно на этапе инноваций,

когда вы оцениваете разные идеи. Некоторые изменения неизбежны, например, когда клиент меняет свое мнение, или происходят изменения на рынке. Однако основная причина изменений это новые технические решения в изделии или его модификация. Пятьдесят пять процентов респондентов говорят, что изменения являются результатом проблем, выявленных во время создания, а 53% приписывают изменения проблемам, выявленным во время тестов. Проблема в том, что эти изменения вносятся на самых последних этапах жизненного цикла разработки.

## Изменения на последних этапах требуют больше времени

Что интересно, респонденты говорят, что изменения, внесенные в последнюю четверть цикла разработки, занимают почти вдвое больше времени, по сравнению с изменениями, которые были бы внесены в первую четверть жизненного цикла. Представьте, сколько времени вы могли бы сэкономить, если бы большинство из этих проблем можно было определить раньше, когда на их устранение потребовалось куда как меньше времени и сил. Учитывая все последствия, у компаний, которые избегают больших проблем на поздних этапах, будет преимущество. Стоимость ошибки высокая, и если отсутствует уверенность у инженеров в принятом техническом решении в каждом третьем случае, риск довольно серьезный.

## ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИИ



Время, которое тратится на изменения



значительный. Инженеры должны иметь больше возможностей для упрощения процесса принятия технических решений. Для этого нужно по другому подойти к разработке. Что интересно, 63% респондентов сказали, что если инженеры будут сразу видеть как их конструкторские решения влияют на изделия в целом, то смогут принимать более обоснованные решения для конкурентоспособных изделий. В результате они будут лучше подготовлены для внесения в изделия качеств, показанных на предыдущем графике. Давайте рассмотрим некоторые из лучших практик при принятия конструкторских решений.

# Наиболее эффективные компании

## Как определялись наиболее эффективные компании

Чтобы определить лучшие практики, Tech-Clarity проанализировала поведение наиболее эффективных компаний. Наиболее эффективные компании, согласно нашему определению, это 20% лучших компаний, которые опередили своих коллег в достижении следующих целей:

- Сроки конструирования
- Стоимость изделия
- Бюджет разработки

Остальные 80% были помечены как «Прочие». Наиболее эффективные компании достигают целевых показателей или даже перевыполняют их, в то время как прочим компаниям не хватает до целевых показателей 17–21%.

Для разработки рекомендаций мы внимательно изучили то, что делают лучшие компании, и особенно то, что они делают по-другому.

## Преимущества эффективных компаний

Эффективные компании лучше выполняют работу в плане графика и бюджета. Их способность достигать цели означает, что они, очевидно, имеют меньше проблем на поздних этапах разработки, проблем с простоями оборудования и увеличением общих расходов. Также это показывает, что они принимают более грамотные решения на протяжении всего процесса проектирования. Кроме того, результаты опроса показывают, что в сравнении с конкурентами, эти компании имеют следующие более эффективные процессы:

- Оценки вариантов изделий
- Оптимального соотношения между параметрами изделия
- Выявления проблем на ранних этапах проектирования

Вместе эти факторы создают конкурентное преимущество. Теперь давайте рассмотрим лучшие практики.



# Как решения принимаются в эффективных компаниях

## Эффективные компании полагаются на численное моделирование

Благодаря моделированию инженеры понимают, на ранних стадиях, насколько полно их конструкция соответствует требованиям, и, соответственно, принимают лучшие решения. Более эффективные компании, как правило, чаще, чем их конкуренты, прибегают к расчетам. Если инженеры в эффективных компаниях не уверены в своих решениях, чаще всего они проводят расчетный анализ самостоятельно, о чем говорит почти половина опрошенных.



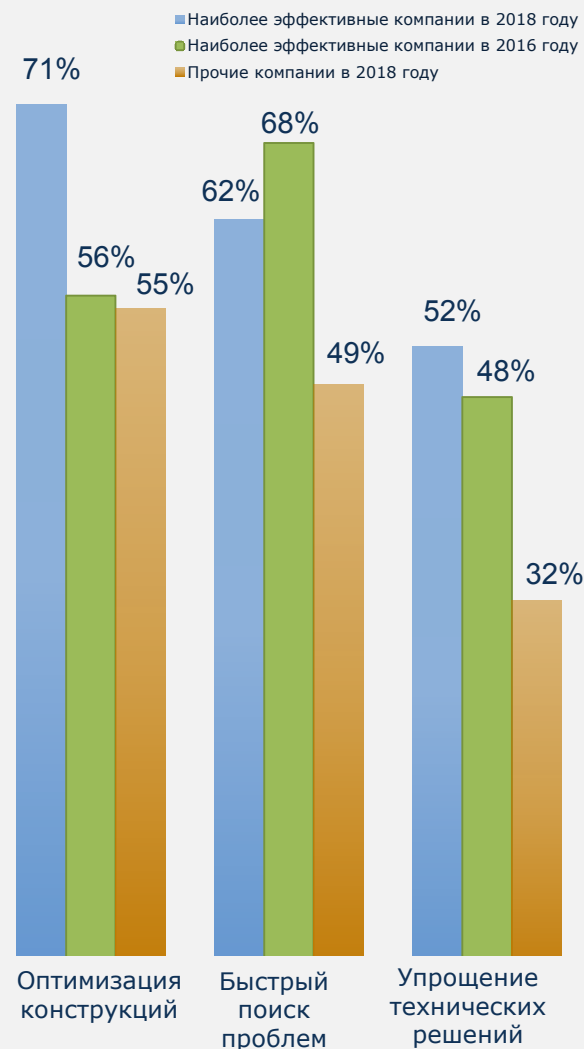
Эффективные компании используют расчетное моделирование, чтобы принимать более обоснованные решения. Это быстрее, чем дожидаться результатов физических испытаний, и дешевле, чем техническое усложнение разработки. Кроме того, большинство компаний, 65%, сообщают, что численное моделирование помогает им быстрее обнаружить проблемы. Этот вывод верен в любом случае. Важное отличие — в наиболее эффективных компаниях, в 88% случаев выполняется меньше доработок благодаря численному моделированию. Значит они применяют моделирование более эффективно. Разница в том, когда и как они его применяют.

## Эффективные компании используют моделирование в качестве конструкторского инструмента

Наиболее эффективные компании чаще, чем их конкуренты, используют численное моделирование на ранних этапах цикла разработки (см. график выше).

Интересно отметить, что характер, используемых топ-компаниями расчетных методик, изменился за последние несколько лет. В 2016 году эффективные компании при поиске проблем чаще всего использовали расчетное моделирование как отдельный инструмент. Теперь же эти компании используют расчеты как обычный конструкторский инструмент. Согласно результатам опроса 71% компаний, при оптимизации конструкций, применяют расчетное моделирование.

## ДЛЯ ЧЕГО ИНЖЕНЕРЫ-КОНСТРУКТОРЫ ИСПОЛЬЗУЮТ ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ





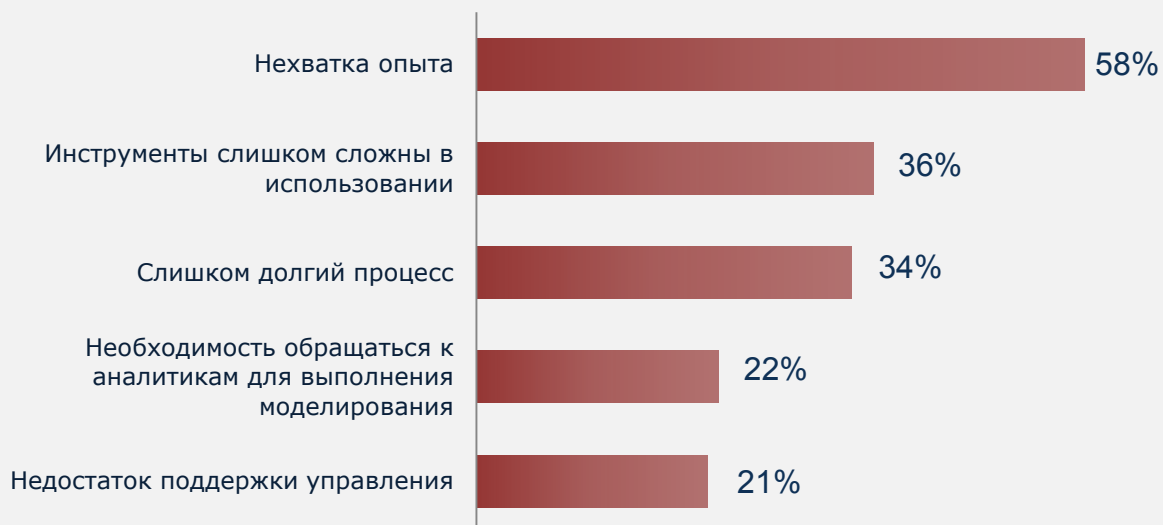
# Получение больших преимуществ от численного моделирования

## Инженеры-конструкторы хотели бы чаще использовать моделирование

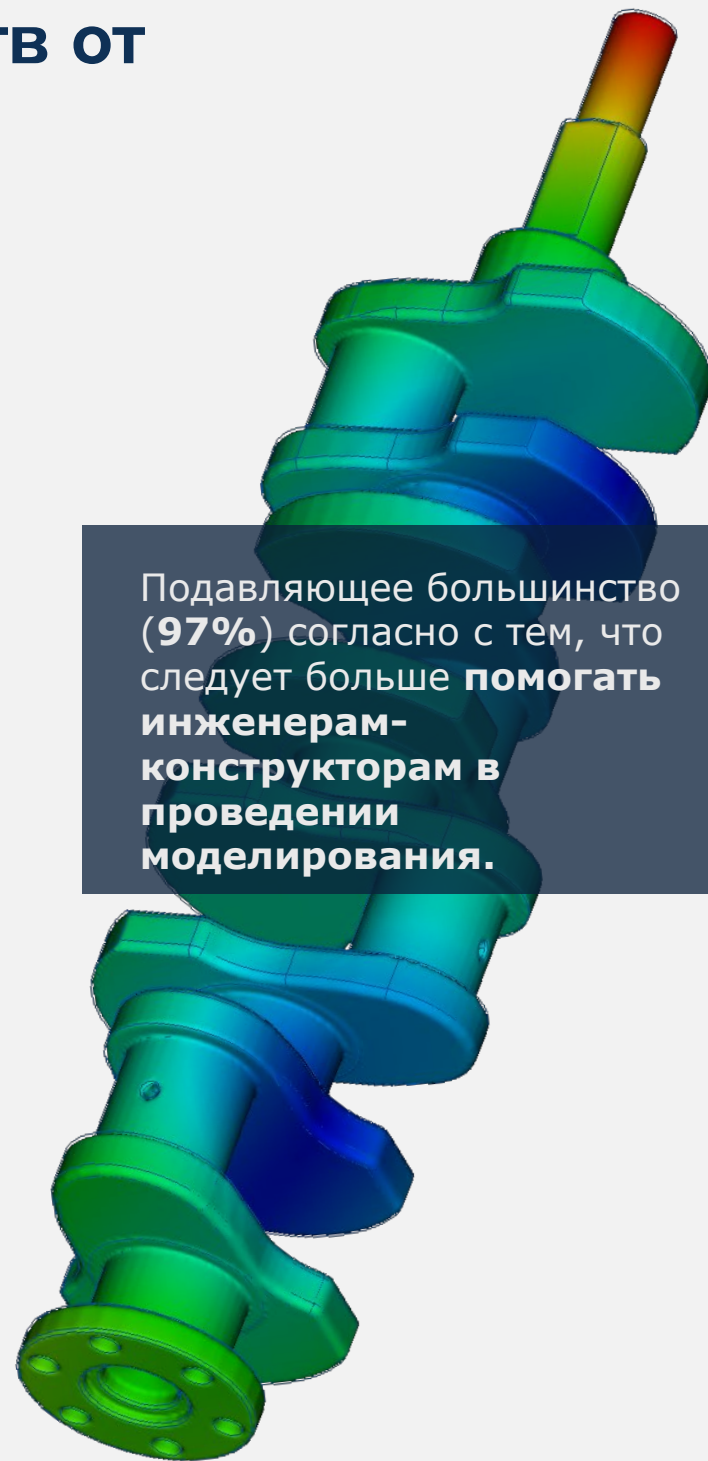
Несмотря на то, что инженеры, независимо от их производительности, знают о преимуществах расчетного моделирования, многие им пользуются не так часто, как хотелось бы. Большинство (65%) респондентов считают, что инженеры-конструкторы могли бы получить еще больше преимуществ, если бы работали с численным моделированием чаще и больше, чем сейчас.

На графике ниже показаны причины, которые их сдерживают, и, в первую очередь, — это сами инструменты. Инженерам не хватает опыта для применения инструментов численного моделирования, программное обеспечение довольно сложное, а сам анализ занимает слишком много времени по конструкторским меркам. Предыдущее исследование Tech-Clarity показало, что самым узким местом моделирования (определение настроек для анализа) является предварительная работа сама по себе. Все это указывает, что для инженеров-конструкторов нужен другой подход. Подавляющее большинство (97%) согласно с тем, что следует больше помогать инженерам-конструкторам при численном моделировании.

### ПОЧЕМУ ИНЖЕНЕРЫ НЕ ИСПОЛЬЗУЮТ РАСЧЕТЫ ЧАЩЕ



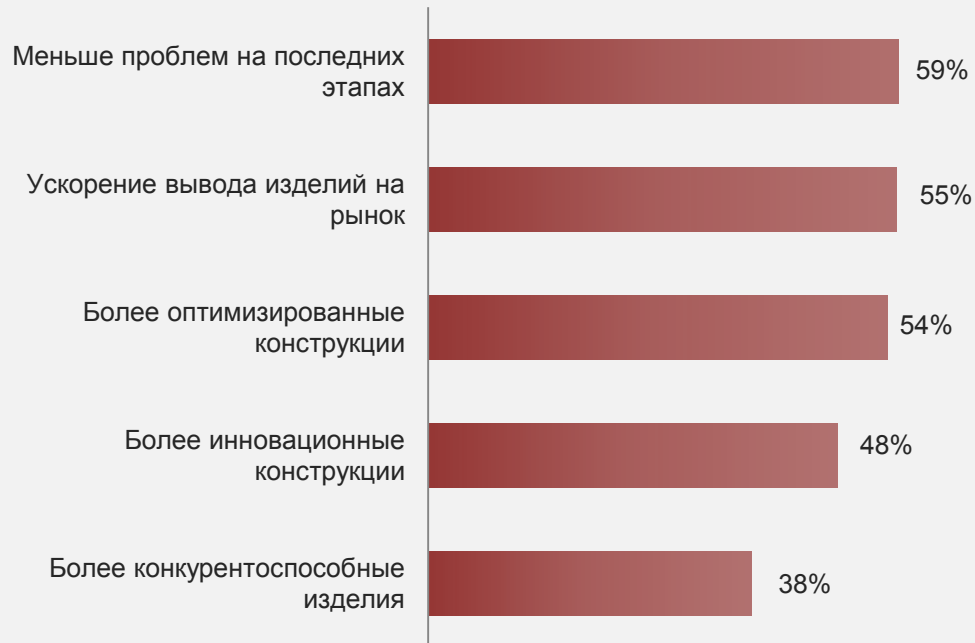
Подавляющее большинство (97%) согласно с тем, что следует больше **помогать инженерам-конструкторам в проведении моделирования.**





# Преимущества мгновенных результатов анализа

## КАКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ДАЕТ ПОЛУЧЕНИЕ МГНОВЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕПОСРЕДСТВЕННО В 3D СРЕДЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ?



## Повсеместное использование численного моделирования

Потенциально решением является более тесная интеграция численного моделирования с процессом конструкторской проработки. 96% респондентов согласны с тем, что, если есть возможность быстро получить в 3D конструкторской программе результаты расчетов, и проводить расчетное моделирование в необходимом объеме, компании выигрывают во многих отношениях (см. график).

Решение, которое обеспечит практически мгновенные результаты, может многое упростить в плане расчетов. Если результаты получаются быстро, инструментом намного проще пользоваться. Для настройки анализа инженерам-конструкторам совсем необязательно иметь большой расчетный опыт, особенно если решение для моделирования имеет встроенный искусственный интеллект для выполнения большей части работы.

Устранение препятствий при настройках граничных условий может сэкономить время. Если бы инженеры-конструкторы могли просматривать результаты непосредственно в своей 3D среде при конструировании, они бы приняли более обоснованные решения в процессе работы. Чем лучше технические решения, тем возникнет меньше проблем во время испытаний и производства, которые влекут за собой конструкторские изменения на более поздних стадиях. Эти изменения занимают вдвое больше времени, ведут к задержкам и увеличивают стоимость. Благодаря мгновенным результатам расчета инженерам не нужно ждать неделю, чтобы повысить свою уверенность в принятом техническом решении. Они также смогут оценить больше вариантов, чтобы сбалансировать требования к качеству, надежности и стоимости. Это сделает изделия более оптимальными и инновационными. Благодаря лучшей конструкции и экономии времени, компания получит необходимое конкурентное преимущество.

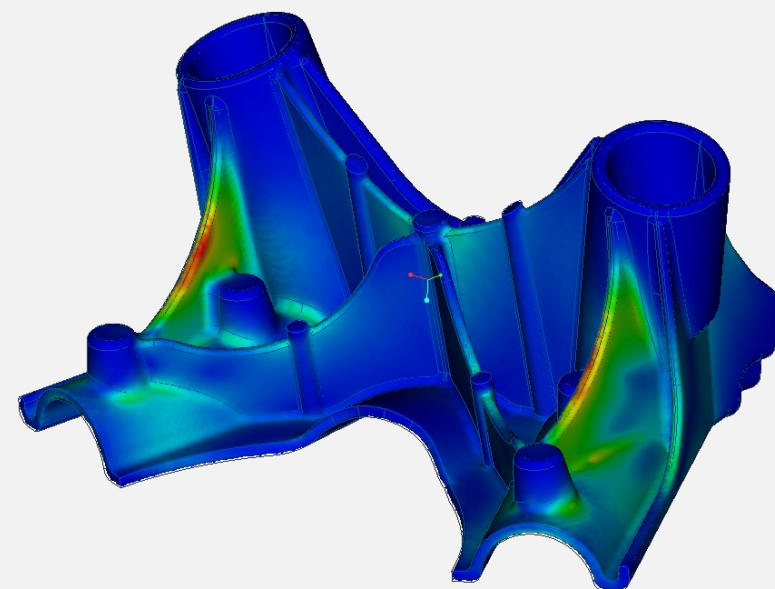
# Выводы

## Новые подходы к численному моделированию помогут инженерам-конструкторам

Технические решения имеют решающее значение для успеха изделия на рынке, но множество факторов, в частности, то что продукт становится сложнее, не позволяют принять правильные решения. Следовательно, инженерам часто не хватает уверенности в своих действиях. К сожалению, последствия конструкторских ошибок вещь серьезная и это часто приводит к изменениям в уже практически готовом изделии. Эти изменения реализуются почти вдвое дольше по сравнению с изменениями, внесенными на начальной стадии цикла разработки. Кроме того, чтобы уложиться в сжатые сроки, инженеры находятся под постоянным давлением. Если бы инженеры лучше понимали, как влияют их конструкторские решения на конечное изделие,

они могли бы быстрее найти проблемы и сэкономить время и деньги.

Моделирование помогает многим инженерам, и они хотели бы применять его с еще большей отдачей. Для этого им необходим инструмент расчетного моделирования, который не требует большого расчетного опыта, прост в использовании и быстро делает свою расчетную работу. В этом могут помочь новые подходы к моделированию. По мнению инженеров, если решение для моделирования сможет давать мгновенные результаты, в их распоряжении сразу окажутся необходимые им аналитические данные. При этом они могли бы обнаружить больше проблем на ранних стадиях, чтобы уделять больше внимания разработке более качественных, надежных и недорогих инновационных изделий.



**Изменения конструкции на поздних этапах занимают почти вдвое больше времени по сравнению с изменениями, внесенными в течение первой четверти цикла проектирования.**


# Рекомендации

## Некоторые из лучших технических решений

Для улучшения конструкторских решений Tech-Clarity предлагает следующее:

- Предоставьте инженерам-конструкторам расчетные инструменты, которые помогут им принимать решения.
- Используйте расчетное моделирование на ранних этапах разработки концепта и конструирования.
- Используйте численное моделирование как конструкторский инструмент, чтобы оптимизировать конструкцию в целом.
- Рассмотрите новые подходы к моделированию, разработанные специально для инженеров-конструкторов, и упростите настройку расчетного анализа.
- Выбирайте решение для моделирования, которое может дать мгновенные результаты.

информации  
скачайте исследование Tech-Clarity  
**«6 проблем,  
которых нужно избегать  
инженерам-конструкторам  
при использовании**



**6 проблем, которых следует**

**ИЗБЕГАТЬ  
ИНЖЕНЕРАМ-КОНСТРУКТОРАМ ПРИ**

**ИСПОЛЬЗОВАНИИ ИНСТРУМЕНТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Моделирование может стать для инженеров-конструкторов мощным инструментом аналитики и руководством по принятию конструкторских решений. Благодаря моделированию можно разрабатывать инновационные изделия, обнаруживать проблемы на ранних этапах, создавать меньше прототипов и выполнять меньше доработок. В результате экономится время и снижаются затраты. Однако если инструмент моделирования не обладает нужными возможностями, этих преимуществ можно лишиться.



# Об исследовании

## Сбор данных

Tech-Clarity собрала и проанализировала 195 ответов в интернет-опросе по проектированию и разработке. Ответы на вопросы были получены по электронной почте, через социальные сети и Интернет.

## Демографические данные

Респонденты представляли разные компании, включая 53% небольших компаний (с капиталом до 100 миллионов долларов), 24% с капиталом от 100 млн до 1 миллиарда долларов и 23% с рыночной стоимостью более 1 миллиарда долларов.

Чуть более половины респондентов (57%) представляли собой сотрудников, более четверти (27%) менеджеров, 7% вице-президентов или директоров и 10%, респондентов указали, что они являются руководящими сотрудниками.

Респонденты представляли разные отрасли, из них 36% машиностроение, 18% автомобилестроение, 15% медико-биологические науки, 13% авиакосмическая и оборонная промышленность, 13% компании в сфере товаров длительного

пользования, 13% инженерные услуги, 12% высокие технологии и другие. Обратите внимание, что в сумме эти цифры превышают 100%, поскольку некоторые компании работали в разных отраслях.

57% респондентов занимали должности инженера или конструктора, 12% занимались производственным проектированием, 8% занимались разработкой программ / проектов, 7% занимались промышленным дизайном, 5% занимались управлением / администрированием, а остальные занимали различные должности, включая инженеров-расчетчиков моделирования, ИТ и прочие должности. Респонденты сообщили, что ведут бизнес по всему миру: большинство из них занимаются бизнесом в Северной Америке (71%), более трети (37%) — в Западной Европе, 31% — в Азии, 13% — в Восточной Европе, 8% — в Южной Америке, 8% — в Австралии, 7% — в странах Ближнего Востока, и 4% — в Африке. Обратите внимание, что общая сумма превышает 100%, потому что компании сообщили о ведении бизнеса в нескольких регионах.



# Подтверждения



**Мишель Буше  
(Michelle  
Boucher)**

Вице-президент  
**Tech-Clarity, Inc.**

## Об авторе

Мишель Буше (Michelle Boucher) занимает должность вице-президента по исследованиям в области инженерного ПО в исследовательской фирме Tech-Clarity, независимой исследовательской и консалтинговой фирме, которая специализируется на анализе коммерческой ценности программных технологий и услуг. Мишель более 20 лет работала на разных должностях в областях проектирования, маркетинга, менеджмента, а также в должности аналитика.

Мишель получила диплом MBA с отличием колледжа Бабсон (Babson College) и диплом бакалавра с отличием в области машиностроения Вустерского политехнического института (Worcester Polytechnic Institute). Она опытный специалист и автор сравнительного исследования среди более чем 7 000 специалистов по разработке изделий и опубликовала более 90 отчетов, посвященных оптимальным методам разработки изделий.

Tech-Clarity — это независимая исследовательская фирма, которая специализируется на анализе коммерческой ценности технологий и услуг. Наша миссия состоит в том, чтобы проанализировать, как компании могут улучшить методы исследований, инноваций, разработки, проектирования, конструирования, производства и поддержки изделий за счет разумного внедрения лучших практик, программного обеспечения и ИТ-услуг.



Tech-clarity.com



TechClarity.inc



@TechClarityInc



Tech-Clarity

**Image Credits** Pit 14/[CC-BY-SA-3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/) (pg. 2), © Can Stock Photo / Bormotov (pg. 3), hayatikayhan (pg. 4), Alexmit (pg. 6) pg 3 © Can Stock Photo / scanrail