

Мир науки. Педагогика и психология / World of Science. Pedagogy and psychology <https://mir-nauki.com>

2024, Том 12, № 1 / 2024, Vol. 12, Iss. 1 <https://mir-nauki.com/issue-1-2024.html>

URL статьи: <https://mir-nauki.com/PDF/62PDMN124.pdf>

DOI: 10.15862/62PDMN124 (<https://doi.org/10.15862/62PDMN124>)

5.8.7. Методология и технология профессионального образования (педагогические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Носенко, М. О. Подготовка нового поколения выпускников инженеров механических специальностей: выявление и борьба с дефицитом цифровых навыков / М. О. Носенко, Л. Н. Александрова // Мир науки. Педагогика и психология. — 2024. — Т. 12. — № 1. — URL: <https://mir-nauki.com/PDF/62PDMN124.pdf>
DOI: 10.15862/62PDMN124

For citation:

Nosenko M.O., Aleksandrova L.N. Preparing the next generation of mechanical engineering graduates: identifying and combating the digital skills. *World of Science. Pedagogy and psychology*. 2024; 12(1): 62PDMN124. Available at: <https://mir-nauki.com/PDF/62PDMN124.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/62PDMN124

УДК 37.02; 378

Носенко Мария Олеговна

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Старший преподаватель
E-mail: 005654@pnu.edu.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=178653

Александрова Лариса Николаевна

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет», Хабаровск, Россия
Ассистент с ученой степенью кандидат наук
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: 000448@pnu.edu.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1034440

Подготовка нового поколения выпускников инженеров механических специальностей: выявление и борьба с дефицитом цифровых навыков

Аннотация. В связи с быстро растущей ролью цифровых технологий придают большое значение уровню «цифровой грамотности» специалистов, то есть их способности выполнять задачи в цифровой среде. Машиностроительная отрасль не является исключением. Ее следует рассматривать как высокотехнологичную, требующую инноваций и улучшений, чтобы оставаться конкурентоспособной в современной цифровой экономике. Цифровые инструменты открывают множество возможностей. Однако для реализации этих преимуществ необходимо новое отношение к проблемам, которые ставит не только новая технология, но и человеческая составляющая. Чтобы будущее поколение инженеров было конкурентоспособным, при их подготовке крайне важно развивать навыки использования цифровых технологий не только на базе профессиональных дисциплин, но и общепрофессиональных на примере изучения дисциплины «Гидравлика и гидропривод». Обладая навыками цифровой грамотности, учащиеся могут планировать обучение, которое поможет им мыслить критически, творчески и новаторски.

Главной целью данного исследования было определение необходимого набора навыков будущего «инженера-механика». Для достижения поставленной цели были сформулированы задачи: (1) понять важность цифровых технологий студентов механических специальностей;

(2) выявить недостатки в текущих навыках; (3) определить возможности использования цифровых технологий для улучшения работы; (4) определить преимущества цифровых технологий в будущих инженерных проектах; (5) проанализировать данные с указанием процента студентов, использующих и интегрирующих информационные и коммуникационные технологии в обучение во время проведения практических занятий.

Авторы рассматривают потребность цифровых навыков на примере направлений подготовки 23.05.01 «Наземные транспортные системы» и 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Оборудование нефтегазовой отрасли»).

Ключевые слова: информационные технологии; цифровые навыки; цифровые технологии; машиностроение; инженер-механик; направления подготовки; компьютерное моделирование

Введение

На сегодняшний день четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0), характеризуется сближением физических, цифровых и биологических технологий, включая большие данные, Интернет вещей (IoT), сенсорные технологии, географические информационные системы (ГИС), компьютерное моделирование, дополненная реальность (AR), мобильные технологии и автоматизацию, для создания цельной и высокоэффективной производственной экосистемы [1–5].

Машиностроение лежит в основе Индустрии 4.0, поскольку оно включает в себя проектирование, разработку и оптимизацию передовых производственных машин и процессов [1].

Таким образом спектр профессий, которые должны обладать цифровыми навыками (digital skills) существенно расширился, это не только веб-дизайнер, программист, разработчик программного обеспечения, аналитик данных, специалисты в области робототехники, но и специалисты в области строительства и машиностроения.

Цифровые технологии представляют собой сдвиг парадигмы в том, как инженеры-механики конструируют, исследуют и испытывают различное оборудование, т. к. они интегрируются в разработку передовых производственных машин и процессов. Цифровые технологии проникли в отрасль и предоставляют средства оптимизации многих процессов и устранения неэффективности, которые препятствуют развитию сложной отрасли.

Способность инженеров использовать цифровые технологии признана решающей для эффективной работы машиностроительной отрасли [1].

В качестве современного способа моделирования инженерам-механикам нового поколения предоставлено множество цифровых инструментов для расчётов и 3D-моделирования.

Визуализация и анализ в них с помощью расчётов позволяют моделировать аварийные ситуации, рассчитывать предельные нагрузки, использовать физические свойства объектов для определения технологических параметров, таких как выбор материалов или геометрии элемента. Полученная в результате 3D-моделирования объёмная модель, позволяет оценить геометрию объекта независимо от субъективных факторов, смоделировать идеальные и критические условия работы, что при современном функционировании предприятия является неотъемлемым технологическим процессом [6–9].

Появление новых цифровых технологий в инженерии сделало цифровые навыки все более важными для инженеров всех дисциплин. Были определены пять наиболее важных цифровых навыков, а именно управление данными, программирование, анализ больших данных, 3D-моделирование с расчетным анализом.

Способность инженеров эффективно управлять данными является важнейшим навыком в работе с огромным потоком информации, поступающей из различных источников в рамках строительного машиностроения [6–9].

По данным [10], базы данных играют важную роль в горнодобывающих предприятиях, т. к. накапливается большой объем информации, которая требует дальнейшей обработки. Приложения больших данных на предприятиях включают оптимизацию ресурсов и минимизацию отходов, обнаружение и разрешение конфликтов. Навыки программирования являются ценным активом для инженеров и предоставляют им возможность без особых усилий решать сложные проблемы с использованием цифровых технологий.

Компьютерное моделирование для дипломированного инженера-механика крайне важно использовать в качестве важного цифрового навыка, необходимого для успеха в будущем. Такие знания и навыки должны быть интегрированы в инженерную учебную программу с целью профессиональной подготовки будущих специалистов к работе, например, получение навыков создания цифровых моделей изделий [11–13].

Предприятия машиностроительной отрасли представляют собой динамичные и сложные системы, сенсорные технологии являются ценным ресурсом для сбора данных в режиме реального времени о различных объектах и процессах. Датчики обеспечивают возможность идентифицировать, позиционировать, отслеживать, контролировать и контролировать оборудование, людей, материалы, чтобы обеспечить большую ситуационную осведомленность менеджерам объектов [14].

В последние годы потенциал геоинформационных систем (ГИС) стал очевидным для представителей машиностроительной отрасли, его использование для геопространственного анализа получило широкое распространение и, как ожидается, будет только расти по мере реализации новых приложений [15]. Включение ГИС в образовательную программу подготовки специалистов в области машиностроения необходимо для обучения студентов навыкам пространственного анализа и обработки данных, развитию способностей к решению проблем и критическому мышлению.

Методология исследования

Исследования проводились с использованием смешанных методов, сочетающих в себе как количественные, так и качественные исследовательские подходы. Во-первых, был проведен комплексный обзор литературы, с целью получения знаний о ключевых цифровых технологиях в машиностроительной отрасли и соответствующих цифровых навыках, которыми должны обладать инженеры-механики. Данные были собраны посредством количественного анкетного опроса, распространенного среди студентов университета, после чего последовала серия полуструктурированных интервью. Результаты исследований, как качественных, так и количественных, были проанализированы и проведено их сравнение, чтобы определить, существует ли разрыв между цифровыми навыками студентов и навыками, ожидаемыми от выпускников в отрасли.

Основная цель количественного исследования, состоящего из анкетного опроса студентов-инженеров, заключалась в получении ценной информации об уровне цифровых навыков выпускников и воспринимаемом ими качестве инженерного образования. Опрос проводился с использованием данных, полученных от студентов последних курсов по направлениям подготовки 23.05.01 «Наземные транспортные системы», 21.05.04 «Горное дело» и 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Оборудование нефтегазовой отрасли») в количестве 30 человек. Опросный лист представлен в [приложении 1](#).

Результаты и обсуждения

Опрос студентов. Опрос был распространен среди студентов машиностроительного профиля, обучающихся на третьем курсе бакалавриата 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профиль «Оборудование нефтегазовой отрасли») и специалитета 23.05.01 «Наземные транспортные системы» и 21.05.04 «Горное дело», поскольку эти студенты будут соответствовать уровню квалификации, с которым большинство выпускников могли бы войти в отрасль. Все вопросы были сгруппированы в четыре категории: (1) знакомство с новыми и появляющимися технологиями; (2) опыт и уверенность в использовании передового инженерного программного обеспечения; (3) уровень навыков с рядом общих цифровых навыков и (4) удовлетворенность университетским образованием и важностью цифровых навыков.

На рисунке 1 показан уровень знакомства студентов с пятью новыми технологиями в области машиностроения. Следует отметить, что студенты сами сообщили об уровне знакомства. Как можно видеть, знакомство студентов с использованием новых цифровых технологий в машиностроительной отрасли довольно низкое, при этом самый низкий уровень знаний наблюдается по таким темам, как большие данные и интернет вещей. Это можно объяснить общим отсутствием этих тем в действующей образовательной программе.

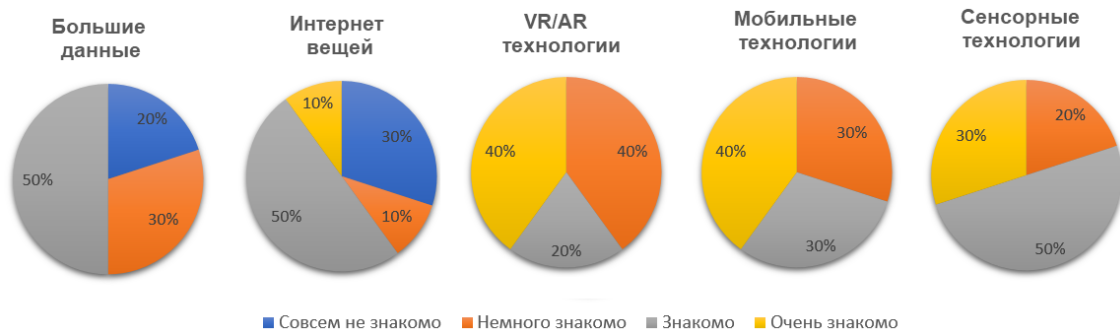


Рисунок 1. Знакомство студентов механических специальностей с новыми технологиями (составлено автором)

Рисунок 2 показывает, что большинство студентов имеют опыт работы с современным инженерным программным обеспечением, но с разной степенью опыта. Это, безусловно, можно определить, как недостаток навыков учащихся, которые можно улучшить. Результаты показывают, что большинство студентов не имеют опыта использования программного обеспечения ГИС. Во многом это можно объяснить тем фактом, что ни одну из этих основных программ программного обеспечения нельзя найти в текущей образовательной программе. Для большинства студентов эти программы будут доступны только в процессе дальнейшей работы на предприятиях отрасли. Таким образом, в результате крайне низкого рейтинга, четко прослеживается дефицит цифровых навыков.

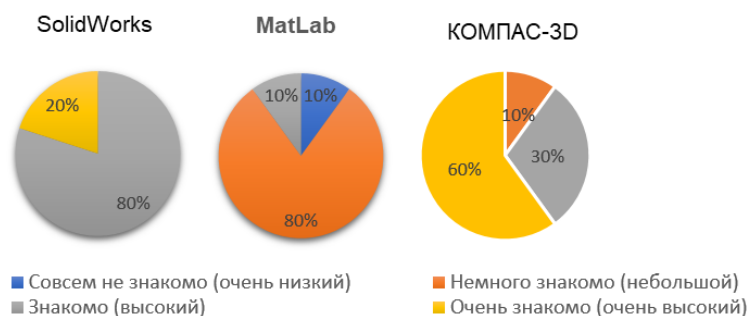


Рисунок 2. Опыт студентов инженерных специальностей в использовании передового инженерного программного обеспечения (составлено автором)

Что касается удовлетворенности студентов, как показано на рисунке 3, результаты опроса показали, что большинство студентов нейтрально относятся к количеству цифровых технологий и уровню цифровых навыков, включенных в их инженерную программу. Кроме того, студенты считают, что наличие цифровых навыков важно при поступлении в отрасль в качестве дипломированного инженера и что текущая инженерная учебная программа адекватно готовит их к тому, чтобы стать готовыми к работе выпускниками. В целом студенты согласились с тем, что можно было бы сделать больше для улучшения их знакомства с цифровыми технологиями, используемыми в отрасли, и развития соответствующих навыков, отмечали важность изучения современных систем инженерного анализа.

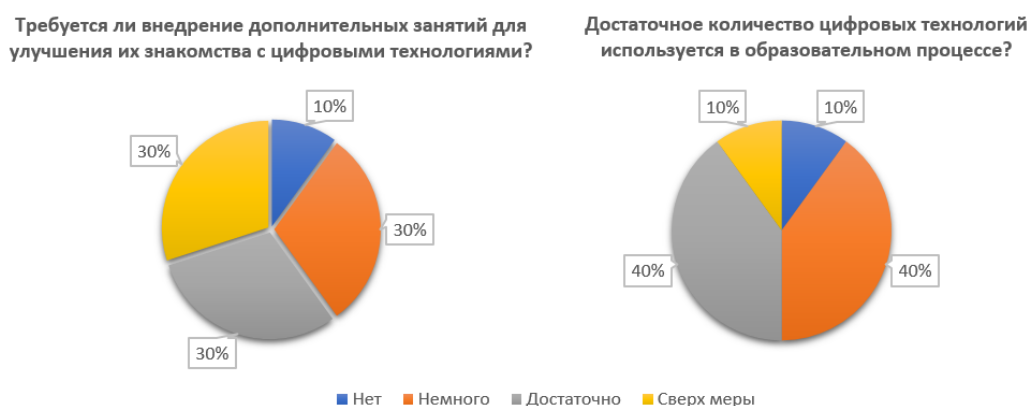


Рисунок 3. Уровень удовлетворенности студентов к количеству цифровых технологий (составлено автором)

Рекомендации

Университеты несут значительную ответственность за обеспечение необходимыми знаниями и навыками дипломированных инженеров для достижения успеха в отрасли. По результатам проведенных исследований, отрасль рекомендовала несколько областей улучшения:

- Следить за тенденциями и оперативно выявлять изменения в отрасли, чтобы затем вносить эти изменения в учебную программу.
- Более тесно взаимодействовать с отраслью по вопросам обсуждения способов улучшения учебной программы с целью определения конкурентноспособных программ и навыков, а также способов их реализации.
- Внедрять соответствующее программное обеспечение для ознакомления и базового понимания программы, чтобы, в дальнейшем, учащиеся могли легко переносить эти знания в другие аналогичные программы.
- Приглашать представителей отрасли обсуждать программное обеспечение и современные технологии, используемые в отрасли, обрисовать студентам компетенции и наборы навыков, которые отрасль хочет видеть в будущих специалистах.

Поскольку университеты несут ответственность за обеспечение необходимой академической и теоретической базы для дипломированных инженеров, в равной степени ответственность несет промышленность за предоставление необходимого практического опыта выпускникам, а также за облегчение перехода от университета к профессии инженера, решающего реальные проблемы. Рекомендации заключаются в том, что промышленность должна:

- Обеспечить более тесную связь с университетами, предложить способы улучшения учебной программы и предоставить университетам информацию, позволяющую студентам получить наиболее актуальное образование.
- Больше поощрять профессионалов отрасли в качестве приглашенных лекторов добровольно выступать с лекциями либо, главным образом, для обсуждения программ, используемых в отрасли, навыков, которые они хотели бы видеть в молодых специалистах, а также для проведения учебных модулей.
- Принимать участие в предоставлении большего количества возможностей студентам для получения практического опыта работы или стажировок, обеспечивая более тесные контакты с промышленностью, организовывая посещение предприятий.

Выводы

Целью данного исследования послужило изучение текущих и будущих тенденций в машиностроительной отрасли, а также использование полученных результатов для определения необходимых цифровых навыков будущих инженеров-механиков. Необходимость владения этими навыками дипломированными инженерами подтверждается представителями отрасли и студентами. Проведенное исследование внесло понимание и ясность в рассмотрение вопросов цифровых технологий, которые начинают использовать в отраслях машиностроения и определило цифровые навыки, необходимые для ускорения этого перехода. Результаты исследования показали следующее: (1) студенты считают приобретение цифровых навыков важным для будущих дипломированных инженеров; (2) был очевиден значительный разрыв в цифровых навыках, так как большинство выпускников имели недостаточные навыки в программном обеспечении; (3) студенты подчеркнули необходимость преодоления разрыва в навыках путем совершенствования существующей учебной программы. Для достижения успеха в качестве будущего «цифрового инженера» необходимо внедрение и более глубокое изучение системного инженерного анализа не только в профессиональных дисциплинах, но и в общепрофессиональных, например, таких как гидравлика и гидропривод. На данных дисциплинах возможно внедрение элементов системного инженерного анализа, а именно анализ гидродинамических систем. На основе результатов исследования представлены рекомендации и выводы. Более того, в исследовании разработана стратегия перехода к цифровым навыкам, в которой изложены несколько методов преодоления этого разрыва.

ЛИТЕРАТУРА

1. Евгеньев Г.Б. Российские технологии создания систем класса «Индустрия 4.0». Часть 1. // Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2018, № 8, с. 50–63, doi: 10.18698/0536-1044-2018-8-50-63.
2. Гилева Т.А. Цифровая зрелость предприятия: методы оценки и управления // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия экономика. № 1(27), 2019. — с. 38–52.
3. Галимова М.П., Гилева Т.А. Трансфер технологий в цифровой экономике: критерии выбора бизнес-модели // Цифровая экономика и Индустрия 4.0: проблемы и перспективы: Матер. науч.-практ. конф. с междунар. участием. СПб., 2017. С. 418–423.

4. Borisov A.I., Yakovlev S.E. Digital technologies in mechanical engineering: perspectives, risks // MIP: Engineering-2020: IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2020. pp. 1–6.
5. Евгеньев, Г.Б. Индустрия 5.0 как интеграция Интернета знаний и Интернета вещей / Г.Б. Евгеньев // Онтология проектирования. — 2019. — Т. 9, № 1(31). — С. 7–23. — Б01: 10.18287/22239537-2019-9-1-7-23.
6. Nikola Perisic, Emiliya Suprun, Rodney Stewart, Sherif Mostafa Preparing the Next Generation of Civil Engineering Graduates: Identifying and Combating the Digital Skills Gap // 30th Annual Conference for the Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2019): Educators Becoming Agents of Change: Innovate, Integrate, Motivate At: Brisbane, Australia, 2019. pp. 1–8.
7. Abudayyeh, O., Cai, H., Fenves, S., Law, K., O'Neill, R. & Rasdorf, W. Assessment of the Computing Component of Civil Engineering Education // Journal of Computing in Civil Engineering, № 18(3), 2004, pp. 187–195.
8. Бойко С.В., Подъячев А.В., Общие проблемы преподавания инженерных дисциплин для бакалавров механических и технологических специальностей // Вестник КГУ Педагогика. Психология. Социокинетика № 2. — 2018 г. — с. 113–116.
9. Bryan Alexander, Kevin Ashford-Rowe, Noreen Barajas-Murphy, Gregory Dobbin, Jessica Knott, Mark McCormack, Jeffery Pomerantz, Ryan Seilhamer, and Nicole Weber, EDUCAUSE Horizon Report: 2019 // Higher Education Edition, Louisville, 2019, p. 44.
10. М.В. Рыльникова, М.А. Макеев, М.В. Кадоничков, Д.А. Клебанов Большие данные для оптимизации работы погрузочной техники и автотранспорта на горных работах // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2022. Вып. 4, с. 344–345.
11. Bilal, M., Oyedele, L., Qadir, J., Munir, K., Ajayi, S., Akinade, O., Owolabi, H., Alaka, H. & Pasha, M. Big Data in the construction industry: A review of present status, opportunities, and future trends. // Advanced Engineering Informatics, № 30(3), 2016, pp. 500–521.
12. Ф.В. Черепенин, С.М. Сковпень, Д.А. Ульяничев Цифровое моделирование при обработке литейных моделей из древесины и древесных материалов на станках токарной группы // Лесн. журн. 2017. № 1. С. 166–176. (Изв. высш. учеб. заведений). DOI: 10.17238/issn0536-1036.2017.1.166.
13. А.Н. Феофанов, А.В. Охмат, А.В. Бердюгин VR/AR-Технологии и их применение в машиностроении // Автоматизация и моделирование в проектировании и управлении № 4(06) 2019. — с. 44–48.
14. О.И. Аксенов, А.В. Рыбаков Разработка технологии сенсорного управления координатными станками с ЧПУ в человека-машинных системах // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. — 2015 г. № 1(29). — с. 10–21.
15. В.С. Сюнев, А.П. Соколов, В.М. Солнышков О новых методах, повышающих эффективность системы технического обслуживания лесотранспортных машин на основе ГИС-технологий // ИВУЗ. «Лесной журнал». — 2007. № 4. с. 58–62.

Nosenko Maria Olegovna

Pacific National University, Khabarovsk, Russia

E-mail: 005654@pnu.edu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=178653

Aleksandrova Larisa Nikolaevna

Pacific National University, Khabarovsk, Russia

E-mail: 000448@pnu.edu.ru

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1034440

Preparing the next generation of mechanical engineering graduates: identifying and combating the digital skills

Abstract. In connection with the rapidly growing role of digital technologies, great importance is attached to the level of «digital literacy» of specialists, that is, their ability to perform tasks in a digital environment. The engineering industry is no exception. It should be viewed as high-tech, requiring innovation and improvement to remain competitive in today's digital economy. Digital tools open up many possibilities. However, realizing these benefits requires a new approach to the challenges posed not only by new technology, but also by the human component. In order for the future generation of engineers to be competitive, during their training it is extremely important to develop skills in using digital technologies not only on the basis of professional disciplines, but also general professional ones using the example of studying the discipline «Hydraulics and Hydraulic Drive». With digital literacy skills, students can plan learning that will help them think critically, creatively, and innovatively.

The main purpose of this study was to determine the required skill set of the future «mechanical engineer». To achieve this goal, the following tasks were formulated: (1) to understand the importance of digital technologies for mechanical engineering students; (2) identify gaps in current skills; (3) identify opportunities to use digital technologies to improve operations; (4) identify the benefits of digital technologies in future engineering projects; (5) analyze data indicating the percentage of students using and integrating information and communication technologies into learning during practical training.

The authors consider the need for digital skills using the example of training areas 05.23.01 «Land Transport Systems» and 03.15.02 «Technological Machinery and Equipment» (profile «Oil and Gas Industry Equipment»).

Keywords: information technology; digital skills; digital technologies; mechanical engineering; mechanical engineer; areas of training; computer modeling

Приложение 1

Опросный лист студентов инженерных специальностей (составлено автором)

1. Знаком ли вам ряд новых технологий?

Большие данные	Совсем не знакомо
	Немного знакомо
	Знакомо
	Очень знакомо
Интернет вещей	Совсем не знакомо
	Немного знакомо
	Знакомо
	Очень знакомо
VR/AR-технологии (виртуальная и дополненная реальность)	Совсем не знакомо
	Немного знакомо
	Знакомо
	Очень знакомо
Мобильные технологии	Совсем не знакомо
	Немного знакомо
	Знакомо
	Очень знакомо
Сенсорные технологии	Совсем не знакомо
	Немного знакомо
	Знакомо
	Очень знакомо

2. Есть ли у вас опыт использования передового инженерного программного обеспечения?

SolidWorks	Совсем не знакомо (нет опыта)
	Немного знакомо (есть некоторый опыт)
	Знакомо (есть опыт)
	Очень знакомо (большой опыт)
MatLab	Совсем не знакомо (нет опыта)
	Немного знакомо (есть некоторый опыт)
	Знакомо (есть опыт)
	Очень знакомо (большой опыт)
КОМПАС-3D	Совсем не знакомо (нет опыта)
	Немного знакомо (есть некоторый опыт)
	Знакомо (есть опыт)
	Очень знакомо (большой опыт)
AMESim	Совсем не знакомо (нет опыта)
	Немного знакомо (есть некоторый опыт)
	Знакомо (есть опыт)
	Очень знакомо (большой опыт)

3. Как вы оцениваете собственный уровень навыков использования передового инженерного программного обеспечения?

SolidWorks	Совсем не знакомо (очень низкий)
	Немного знакомо (небольшой)
	Знакомо (высокий) ✓
	Очень знакомо (очень высокий)
MatLab	Совсем не знакомо (очень низкий)
	Немного знакомо (небольшой) ✓
	Знакомо (высокий)
	Очень знакомо (очень высокий)

КОМПАС-3D	Совсем не знакомо (очень низкий)	
	Немного знакомо (небольшой)	
	Знакомо (высокий)	✓
	Очень знакомо (очень высокий)	
AMESim	Совсем не знакомо (очень низкий)	✓
	Немного знакомо (небольшой)	
	Знакомо (высокий)	
	Очень знакомо (очень высокий)	

4. Достаточное количество цифровых технологий используется в образовательном процессе?

	Нет
	Немного
	Достаточно
	Сверх меры

5. Наличие цифровых навыков важно при поступлении в отрасль в качестве дипломированного инженера?

	Нет
	Немного
	Необходимо
	Обязательно

6. По вашему мнению требуется ли внедрение дополнительных занятий для улучшения их знакомства с цифровыми технологиями, используемыми в отрасли?

	Нет
	Немного
	Необходимо
	Обязательно

7. Какие бы цифровые технологии вы хотели бы изучить дополнительно, для повышения уровня как будущего специалиста?

8. При изучении каких дисциплин использовались передовые цифровые технологии?