

Системы высокопроизводительных вычислений в 2020–2021 годах: обзор достижений и анализ рынков

Часть VI. Сфера PLM, включая CAE и EDA

Сергей Павлов, Dr. Phys.

Внимание читателей предлагается шестая часть комплексного обзора, касающегося систем высокопроизводительных вычислений (ВПВ) или *High-Performance Computing (HPC)* и их применения. В этом году уже опубликованы первая [1], вторая [2], третья [3], четвертая [4] и пятая [5] части нашего девятого по счету комплексного обзора, выходящего под привычной общей “шапкой”.

Часть VI включает в себя обзор рынка систем PLM и его CAE- и EDA-сегментов (расшифровка всех аббревиатур будет дана чуть позже). Напомним, что реструктуризация этой части обзора была проведена в 2018 году; тогда мы подробно аргументировали мотивацию в отношении содержания и построения этой части – с ней можно ознакомиться в [6]. До настоящего времени вышло уже три обзора, подготовленных в реструктурированном варианте [6–8]. Предыдущие обзоры рынков CAE- и EDA-систем ([9] и [10] соответственно), подготовленные во времена, когда эти рынки еще обсуждались отдельно, по-прежнему свободно доступны на нашем сайте www.cad-cam-cae.ru.

Comprehensive (top) and mainstream (bottom) PLM market structure for 2020 (market segments' capacity and share are noted in USD billions and percent)

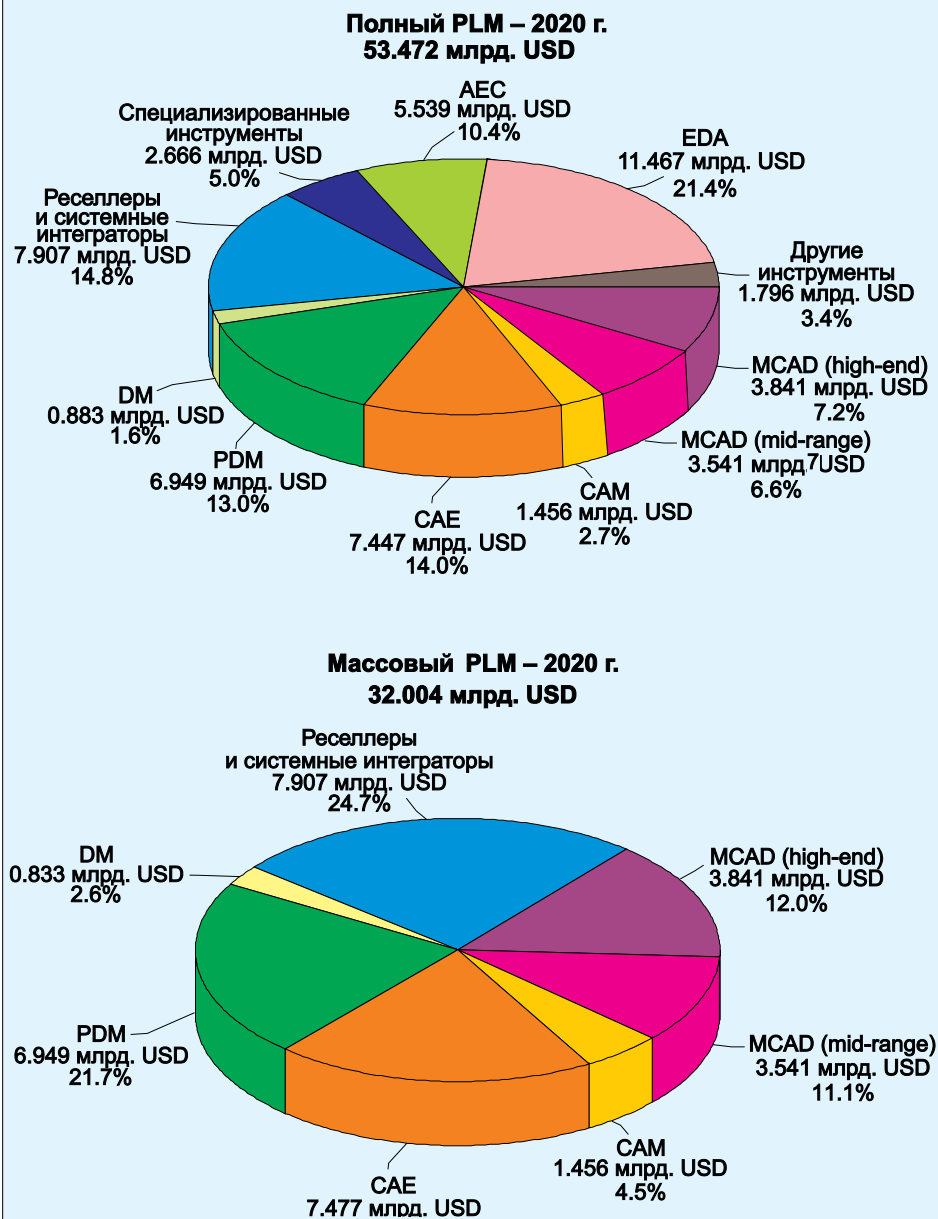


Рис. 1. Структура рынка полного (сверху) и массового (снизу) PLM в 2020 году (указан объем рыночного сегмента в млрд. долларов и доля в процентах)

CAD/CAM/CAE Observer по данным CIMdata

Структура VI части претерпела незначительные изменения в сравнении с прошлогодним обзором [8] – актуализированная информация об интересующих нас сегментах компьютерного рынка распределена между следующими разделами:

1. Рынок *PLM*

- Терминология, необходимая при изучении рынка *PLM*
- Структура рынка *PLM*
- Доля *CAE*- и *EDA*-сегментов на рынке *PLM*
- Прогноз объема рынка *PLM* и его *CAE*- и *EDA*-сегментов

2. Рынок *CAE*

- Доходы “короля” рынка *CAE*
- “Король” рынка *CAE* среди “королей” *PLM*
- Доходы других поставщиков *CAE*-решений
- Десятка ведущих поставщиков *CAE*-решений

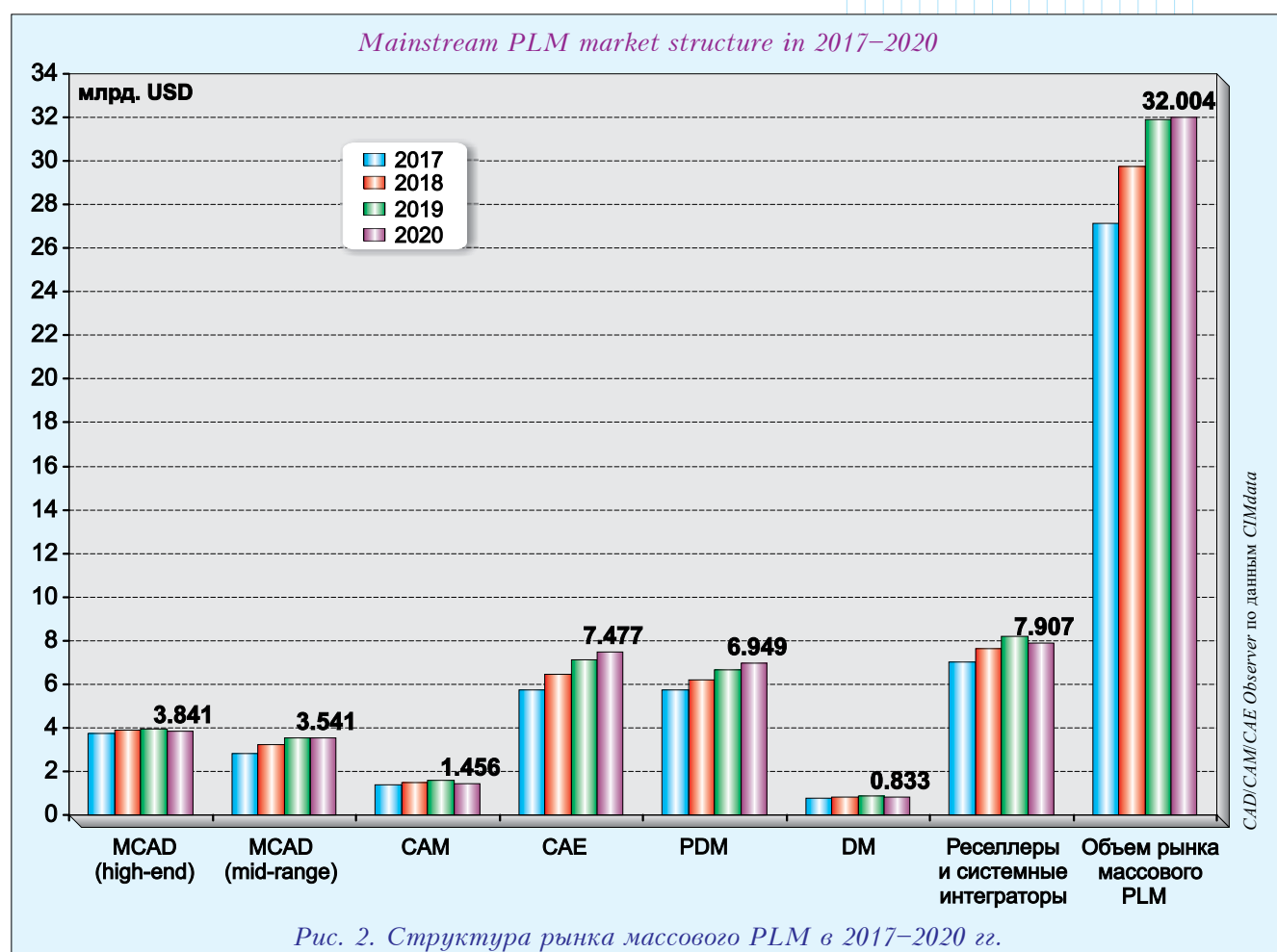
- Поглощения на рынке *CAE*
- Объем рынка *CAE*
- Прогноз объема рынка *CAE*

3. Рынок *EDA*

- Структура рынка *EDA*
- Географическое деление рынка *EDA*
- Доходы “королей” рынка *EDA*
- Поглощения на рынке *EDA*
- Биржевые котировки лидеров рынков *CAE* и *EDA*.

В ходе изложения мы будем опираться, главным образом, на следующие информационные источники:

- препарированные (оцифрованные, дополненные и исправленные нами) данные систематических исследований рынка *PLM*, опубликованные аналитической компанией **CIMdata** (www.cimdata.com); её штаб-квартира расположена в гор. Анн-Арбор, шт. Мичиган, США;
- ежеквартальные данные от международной ассоциации компаний **Electronic System**



Design (ESD) Alliance (esd-alliance.org), которые предоставляют продукты и оказывают услуги в рамках всей экосистемы проектирования полупроводниковых приборов. До переименования, случившегося 31 марта 2016 года, ассоциация носила название *EDA Consortium* (EDAC, www.edac.org).

1. Рынок PLM

1.1. Терминология, необходимая при изучении рынка PLM

Первым делом, как мы делаем уже на протяжении ряда лет, напомним, что область, связанная с информационной поддержкой и управлением жизненным циклом изделий (*Product Lifecycle Management, PLM*), компания *CIMdata* рассматривает в двух вариантах:

❶ **Comprehensive PLM** – полный (*Overall*), или всеобъемлющий рынок PLM;

❷ **Mainstream PLM** – массовый, или мейнстримовский рынок PLM.

Объем сегмента массового PLM в денежном выражении складывается из поставок пользователям следующего набора программных инструментов:

- системы машиностроительного проектирования (*Mechanical Computer Aided Design, MCAD*) верхнего (*High-End*) и среднего (*Design Focused*) классов;
- системы для подготовки производства (*Computer Aided Manufacturing, CAM*). При этом *CIMdata* отдельно рассматривает автономные CAM-системы (*Non-Bundled Numerical Control*), которые не включены в интегрированные пакеты вместе с MCAD-системами;
- средства моделирования физических процессов и инженерного анализа изделий (*Computer Aided Engineering – CAE*, или *Simulation and Analysis – S&A*);

Табл. 1. Структура рынка массового PLM в 2017–2020 гг.

	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)
<i>MCAD (high-end)</i>	3.730	13.7%	3.901	13.1%	3.927	12.3%	3.841	12.0%
<i>MCAD (mid-range)</i>	2.833	10.4%	3.236	10.9%	3.515	11.0%	3.541	11.1%
<i>CAM</i>	1.368	5.0%	1.498	5.0%	1.575	4.9%	1.456	4.5%
<i>CAE</i>	5.716	21.0%	6.464	21.7%	7.142	22.4%	7.477	23.4%
<i>PDM</i>	5.733	21.1%	6.205	20.9%	6.657	20.9%	6.949	21.7%
<i>DM</i>	0.767	2.8%	0.816	2.7%	0.886	2.8%	0.833	2.6%
Реселлеры и системные интеграторы	7.014	25.8%	7.640	25.7%	8.187	25.7%	7.907	24.7%
Объем рынка массового PLM	27.161	100.0%	29.760	100.0%	31.889	100.0%	32.004	100.0%

Примечание: Расчеты сделаны автором на основании данных компании *CIMdata*

Табл. 2. Структура рынка полного PLM в 2017–2020 гг.

	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)	Объем сегмента (млрд. USD)	Доля сегмента (%)
Объем рынка массового PLM	27.161	62.1%	29.760	62.2%	31.889	62.0%	32.004	59.9%
Специализированные инструменты	2.227	5.1%	2.404	5.0%	2.566	5.0%	2.666	5.0%
<i>AEC</i>	3.585	8.2%	4.270	8.9%	5.078	9.9%	5.539	10.4%
<i>EDA</i>	9.358	21.4%	9.875	20.7%	10.273	20.0%	11.467	21.4%
Другие инструменты	1.374	3.1%	1.501	3.1%	1.669	3.2%	1.796	3.4%
Объем рынка полного PLM	43.705	100.0%	47.810	100.0%	51.475	100.0%	53.472	100.0%

- всеобъемлющие коллаборативные системы управления процессом создания данных об изделии (*Comprehensive cPDM – Collaborative Product Definition Management*);

- системы для поддержки цифрового производства (*Digital Manufacturing, DM*);

- различные разработки системных интеграторов (*System Integrators, SI*) и реселлеров (*Value Added Resellers, VAR*), расширяющие возможности PLM-продуктов.

Когда речь идет о полном (всеобъемлющем) определении PLM, то приведенный выше перечень программных продуктов дополняется:

- системами для электротехнического и электронного проектирования (*Electronic Design Automation, EDA*);

- системами для архитектурно-строительного проектирования (*Architecture Engineering Construction, AEC*);

- специализированными (*focused*) программными инструментами;

- другими инструментами – например, системами управления жизненным циклом программных приложений (*Application Lifecycle Management, ALM*).

Если известна структура рынка массовых средств PLM и доля каждого из его сегментов, то показатели рассчитываются еще в двух срезах:

- классические PLM-системы в ценах вендоров (в данном случае под классической PLM-системой понимается сочетание CAD-, CAM-, CAE- и PDM-инструментов, а разработки SI+VAR не учитываются);

- массовые PLM-системы в ценах вендоров (в этом случае доходы от продаж классических PLM-систем рассматриваются вместе с доходами от продаж DM-систем).

1.2. Структура рынка PLM

Для сопоставления объемов рынка массовых средств PLM и его сегментов, на диаграммах (рис. 1÷3) и в табл. 1÷6 представлены данные CIMdata за период с 2017 по 2020 год. О состоянии полного рынка PLM можно судить по диаграммам, представленным на рис. 1, 3, а также по табл. 3÷6.

Еще раз напомним, что за информацией, относящейся к периоду до 2013 года включительно, можно при необходимости обратиться к нашим предыдущим обзорам, которые перечислены в списке литературы в [9].

Приведем некоторые характерные цифры и факты:

✓ Объем рынка массовых средств PLM в 2020 году увеличился на +0.4% в сравнении с 2019 годом: с 31.889 до 32.004 млрд. долларов.

Табл. 3. Изменение величины (%) сегментов рынка массового PLM в 2018–2020 гг. в сравнении с предыдущими годами

	2018 г. в сравнении с 2017 г. (%)	2019 г. в сравнении с 2018 г. (%)	2020 г. в сравнении с 2019 г. (%)
MCAD (high-end)	+4.6%	+0.7%	-2.2%
MCAD (mid-range)	+14.2%	+8.6%	+0.7%
CAM	+9.5%	+5.1%	-7.6%
CAE	+13.1%	+10.5%	+4.7%
PDM	+8.2%	+7.3%	+4.4%
DM	+6.4%	+8.6%	-6.0%
Реселлеры и системные интеграторы	+8.9%	+7.2%	-3.4%
Объем рынка массового PLM	+9.6%	+7.2%	+0.4%
Примечание: Расчеты сделаны автором на основании данных компании CIMdata			

Табл. 4. Изменение величины (%) сегментов рынка полного PLM в 2018–2020 гг. в сравнении с предыдущими годами

	2018 г. в сравнении с 2017 г. (%)	2019 г. в сравнении с 2018 г. (%)	2020 г. в сравнении с 2019 г. (%)
Объем рынка массового PLM	+9.6%	+7.2%	+0.4%
Специализированные инструменты	+7.9%	+6.7%	+3.9%
AEC	+19.1%	+18.9%	+9.1%
EDA	+5.5%	+4.0%	+11.6%
Другие инструменты	+9.2%	+11.2%	+7.6%
Объем рынка полного PLM	+9.4%	+7.7%	+3.9%

Это гораздо более скромный показатель, чем в былые, доковидные времена. Так, в 2019 году прирост по сравнению с 2018-м составлял +7.2%, а в 2018 году по сравнению с 2017-м объем вырос на +9.6%.

✓ Объем интересующего нас сегмента рынка *PLM*-систем, относящегося к сфере *CAE* (или, для краткости, рынка *CAE*), в 2020 году достиг 7.477 млрд. долларов, то есть вырос в сравнении с 2019 годом на +4.7%.

В 2019 году по сравнению с 2018-м этот показатель составлял +10.5%, а в 2018 году, по сравнению с 2017-м, объем вырос на +13.1%.

✓ Объем полного рынка *PLM* в 2020 году увеличился на +3.9% в сравнении с 2019 годом: с 51.475 до 53.472 млрд. долларов.

Напомним, что в 2019 году, в сравнении с 2018-м, этот показатель составлял +7.7%, а в 2018 году, в сравнении с 2017-м, рынок вырос на +9.4%.

✓ Объем еще одного интересующего нас сегмента рынка *PLM* – того, что относится к *EDA*-системам – в 2020 году достиг 11.467 млрд. долларов (надо отметить, что

в этом году данные *CIMdata* совпадают с данными *ESD Alliance*), а прирост составил +11.6% в сравнении с 2019-м.

В 2019 году, в сравнении с 2018-м, этот показатель составлял +4%, тогда как в 2018 году, в сравнении с 2017-м, процентный прирост был +5.5%. Как мы видим, в *EDA*-сегменте тренд отличается от остальных.

1.3. Доля *CAE*- и *EDA*-сегментов на рынке *PLM*

Знание структуры рынка массовых средств *PLM* позволяет оценить, как меняется по годам величина сегмента *CAE*.

В 2020 году доля *CAE*-инструментов, в зависимости от принятого определения *PLM*, составляла (рис. 1÷3, табл. 1, 3, 5):

- 32.1% – в случае классических средств *PLM* в ценах вендоров (в 2017 г. – 29.5%; в 2018 г. – 30.3%; в 2019 г. – 31.3%);
- 31% – в случае массовых средств *PLM* в ценах вендоров (в 2017 г. – 28.4%; в 2018 г. – 29.2%; в 2019 г. – 30.1%);
- 23.4% – в случае массовых средств *PLM* (в 2017 г. – 21.0%; в 2018 г. – 21.7%; в 2019 г. – 22.4%);

CAE, EDA, mainstream and comprehensive PLM markets' size for 2017–2020 and forecast for 2021–2025 as well as comprehensive PLM market size growth rates (%) for 2017–2020 and forecast for 2021–2025

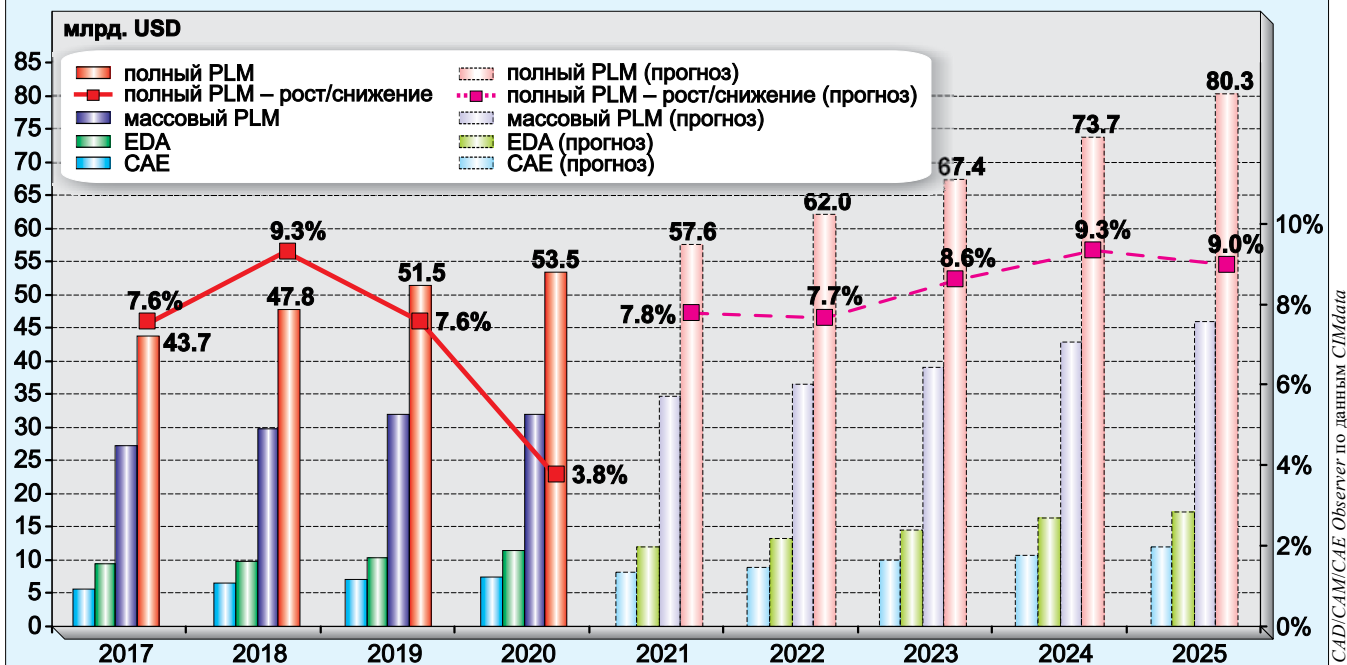


Рис. 3. Объемы рынков *CAE*, *EDA*, массового *PLM* и полного *PLM* в 2017–2020 гг. с прогнозом на 2021–2025 гг., а также темпы роста/снижения (%) рынка полного *PLM* в 2017–2020 гг. с прогнозом на 2021–2025 гг.

Табл. 5. Объемы рынка *PLM* для различных его определений и соответствующая доля *CAE* в 2018–2019 гг.

	2017 г.		2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	Объем рынка (млрд. USD)	Доля CAE (%)	Объем рынка (млрд. USD)	Доля CAE (%)	Объем рынка (млрд. USD)	Доля CAE (%)	Объем рынка (млрд. USD)	Доля CAE (%)
Полный <i>PLM</i>	43.705	13.1%	47.810	13.5%	51.475	13.9%	53.472	14.0%
Массовый <i>PLM</i>	27.161	21.0%	29.760	21.7%	31.889	22.4%	32.004	23.4%
Массовый <i>PLM</i> в ценах вендоров	20.147	28.4%	22.120	29.2%	23.702	30.1%	24.097	31.0%
Классический <i>PLM</i> в ценах вендоров	19.380	29.5%	21.304	30.3%	22.816	31.3%	23.264	32.1%

Примечание: Расчеты сделаны автором на основании данных компании CIMdata

• 14% – в случае всеобъемлющего рынка *PLM* (в 2017 г. – 13.1%; в 2018 г. – 13.5%; в 2019 г. – 13.9%).

В 2020 году доля *EDA*-сегмента (рис. 1, 3, табл. 3), которая определяется исходя из структуры всеобъемлющего рынка *PLM*, составила 21.4% (в 2017 г. – 21.4%; в 2018 г. – 20.7%; в 2019 г. – 20%).

Увеличение доли *CAE* во всеобъемлющем рынке *PLM* в 2014–2020 годах с 12.4% до 14%, а также сохранение доли средств *EDA* на величине примерно 20% (в период 2014–2020 гг. наблюдается колебание в пределах от 19.8% до 21.4%) является отражением достаточно высокой значимости инструментов инженерного анализа и электротехнического и электронного проектирования в получении качественного результата при создании инновационных изделий сегодняшнего и завтрашнего дня. Наблюдается также повышение степени интеграции этих инструментов в *PLM*-решения и

взаимодействия с инструментами машиностроительного проектирования.

1.4. Прогноз объема рынка *PLM* и его *CAE*- и *EDA*-сегментов

Результаты краткосрочного прогнозирования рынка *PLM* на пятилетний период (с 2021 по 2025 гг.), выполненного аналитиками *CIMdata*, в сочетании с их же ранее опубликованными данными в период с 2017 по 2020 гг., воспроизведены на рис. 3 в принятом нами стиле; цифры получены методом оцифровки оригинального графика *CIMdata*.

Из всего многообразия сегментов мы отобрали интересующие нас рынки *CAE* и *EDA*, а также рынки *PLM* в массовой и всеобъемлющей ипостасях. Итак, здесь ожидается, что будут достигнуты следующие контрольные цифры:

• объем полного рынка *PLM* к 2025 году вырастет в сравнении с 2020 годом на +50.2% – с 53.5 до 80.3 млрд. долларов, то есть среднегодовые темпы роста составят +8.5%. Для сравнения: в период 2017–2020 гг. рынок рос в среднем на +7% в год;

• у рынка массовых средств *PLM* среднегодовые темпы роста будут ниже: +7.5%. Таким образом, объем рынка к 2025 году в сравнении с 2020-м увеличится на +43.7% – с 32 до 46 млрд. долларов. В прошедшие четыре года среднегодовой прирост составлял +5.6%;

• среднегодовые темпы роста рынка *EDA* увеличатся до +8.6%. Всего ожидается рост на +51.7% – с 11.5 млрд. долларов в 2020 году до 17.3 млрд. долларов в 2025-м. В прошедшие четыре года среднегодовой прирост составлял +7%;

Табл. 6. Изменение (%) объема рынка *PLM* для различных его определений в 2018–2020 гг. в сравнении с предыдущими годами

	2018 г. в сравнении с 2017 г. (%)	2019 г. в сравнении с 2018 г. (%)	2020 г. в сравнении с 2019 г. (%)
Полный <i>PLM</i>	+9.4%	+7.7%	+3.9%
Массовый <i>PLM</i>	+9.6%	+7.2%	+0.4%
Массовый <i>PLM</i> в ценах вендоров	+9.8%	+7.2%	+1.7%
Классический <i>PLM</i> в ценах вендоров	+9.9%	+7.1%	+2.0%

Примечание: Расчеты сделаны автором на основании данных компании CIMdata

• самые высокие среднегодовые темпы роста будут у рынка CAE: +9.9%. Всего ожидается рост на +60.1% – с 7.5 млрд. долларов в 2020 году до 12 млрд. долларов в 2025-м. В прошедшие четыре года среднегодовой прирост составлял +9.4%.

2. Рынок CAE

2.1. Доходы “короля” рынка CAE

Хорошо известная компания *Ansys* (биржевой индекс *ANSS*) была основана в 1970 году, в ней работает более 4800 профессионалов (данные на 31.12.2020 г.). Штаб-квартира располагается в городе *Canonsburg* (шт. Пенсильвания, США).

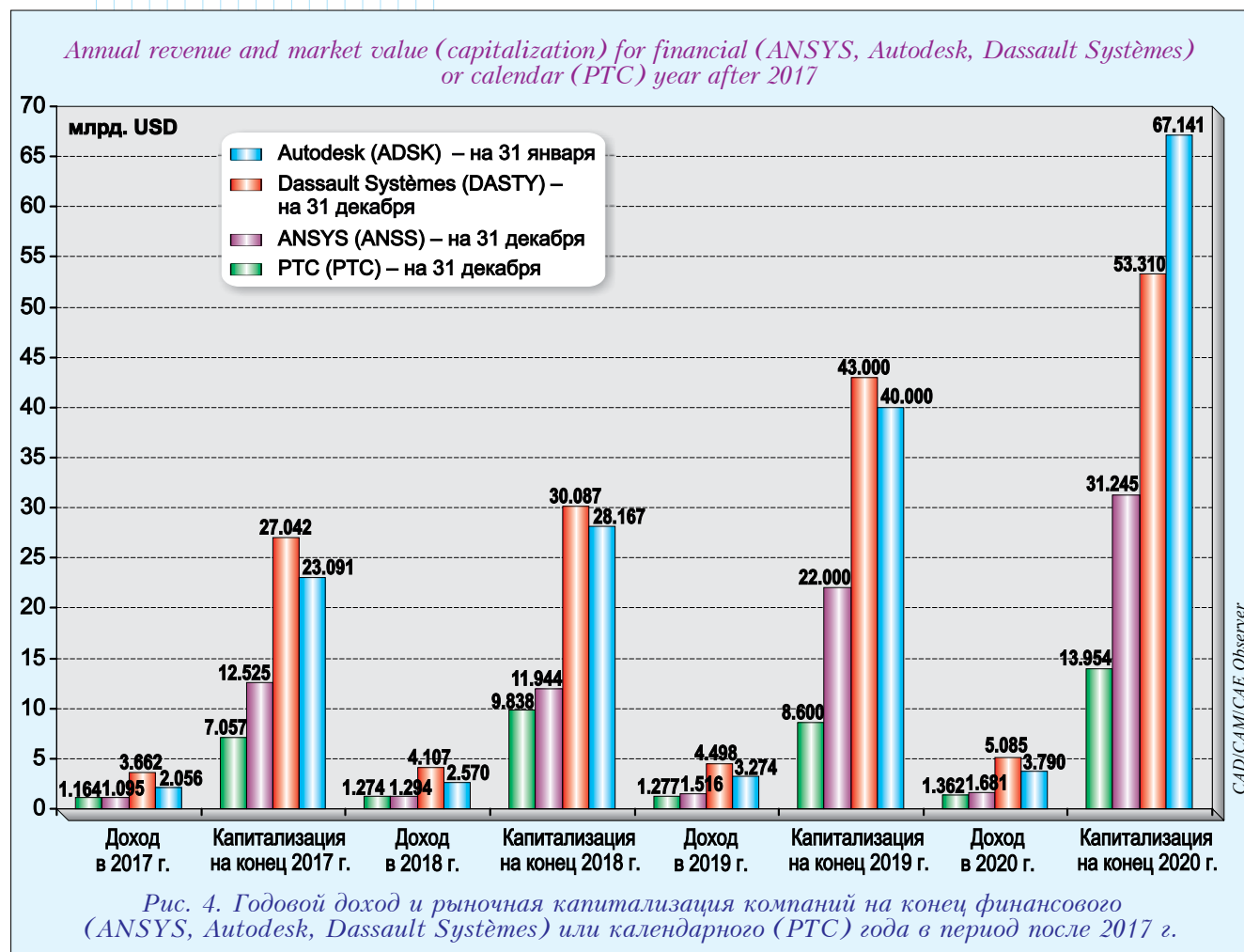
В 2020 году доход компании достиг солидной величины **1.681 млрд. долларов** (рис. 4, 5). Прирост в сравнении с 2019 годом (1.516 млрд. долларов) составил +10.9%. Почти такими же темпы роста были в 2017 году, когда доход *Ansys* впервые превысил миллиард долларов

(1.095 млрд.), увеличившись по сравнению с 2016 годом (988.5 млн. долларов) на +10.8%. А вот в промежутке между этими двумя временными метками наблюдался более бурный рост: в 2019 году в сравнении с 2018 годом (1.294 млрд. долларов) этот показатель составил +17.2%; в 2018 году в сравнении с 2017-м (1.095 млрд.) доход увеличился на +18.1%. Таким образом, уже четыре года компания *Ansys* демонстрирует так называемый *double-digit* рост.

2.2. “Король” рынка CAE среди “королей” PLM

Помимо разработки CAE-инструментов, компания *Ansys* поставляет системы, которые можно отнести к нескольким сегментам рынка *PLM*, в том числе *MCAD*, *EDA*, *PDM*.

Чтобы нагляднее представить положение молодого миллиардера среди матерых миллиардеров-ветеранов, которых мы называем “королями” рынка *PLM*, можно



посмотреть на диаграммы, ранжирующие эти компании по величине капитализации на конец соответствующего финансового года (рис. 4).

Следует отметить, что по этому параметру компания *Ansys* уже давно закрепились на третьем месте, пропустив вперед *Autodesk* и *Dassault Systèmes* и опередив *PTC*.

При этом, если рассматривать отношение капитализации к годовому доходу компании, то, исходя из данных диаграмм, получается, что именно *Ansys* является лидером:

- *Ansys* – 18.6;
- *Autodesk* – 17.7;
- *Dassault Systèmes* – 10.5;
- *PTC* – 10.25.

Что же касается компании *Siemens Digital Industries Software*, программного подразделения концерна *Siemens*, то оценку её результатов за 2020 год в открытой печати нам разыскать не удалось.

2.3. Доходы других поставщиков CAE-решений

На рис. 5 собрана публично доступная информация о годовых доходах компаний *MathWorks*, *Altair Engineering*, *ESI Group*, *Cybernet Systems*, а также лидера рынка – компании *Ansys*.

✓ *MathWorks*

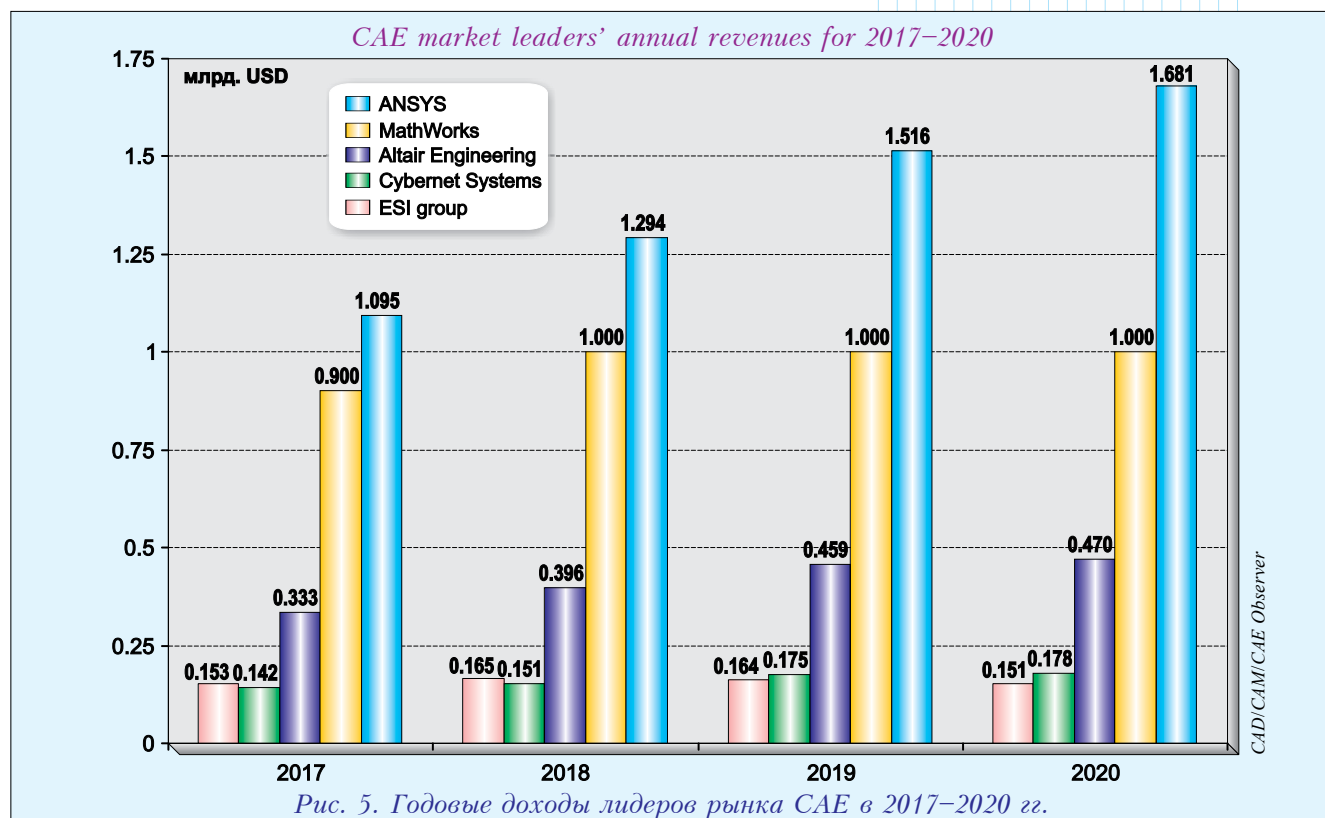
Компания *MathWorks* основана в 1984 году; в её штате – более 5000 сотрудников, штаб-квартира находится в городе *Natick* (шт. Массачусетс, США).

По-прежнему остающаяся частной компанией, *MathWorks* свои финансовые отчеты публиковать не обязана. Тем не менее, в ежегодно обновляемом рекламном буклете её годовой доход приводится. Мониторинг изменений, вносимых в размещенный на сайте компании PDF-файл, дает следующие цифры: доходы в размере 800, 800, 850, 900, 1000, 1000 и 1000 млн. долларов в 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 и 2020 годах соответственно. По всей видимости, мы видим красиво округленные данные.

Таким образом, доход *MathWorks* в 2020 году третий год подряд составил **ровно 1 млрд. долларов** (в отличие от предыдущих обзоров [9], доходы компании ополовиниваться не будут); а в 2018 году компания *MathWorks* официально стала вторым миллиардером на рынке CAE.

✓ *Altair Engineering*

Компания *Altair Engineering* основана в 1985 году, её штаб-квартира находится в



городе *Troy* (шт. Мичиган, США). В компании работает более 3000 человек. Акции котируются на бирже *NASDAQ* с 23 октября 2017 года (биржевой индекс *ALTR*).

Доход *Altair Engineering* в 2020 году составил **469.9 млн. долларов**, что на +2.4% больше, чем в 2019 году (458.9 млн. долларов). Нетрудно заметить, что в пандемию темпы роста серьезно снизились. Так, в 2019 году прирост дохода в сравнении с 2018 годом (396.4 млн. долларов) составил +15.8%, а в 2018 году в сравнении с 2017-м (333.3 млн. долларов) доходы выросли на +18.9%. Ранее, в 2017 году, доходы в сравнении с 2016-м (313.2 млн. долларов) увеличились на +6.4%.

✓ *Cybernet Systems*

Компания *Cybernet Systems*, основанная в 1985 году, зарегистрирована на Токийской фондовой бирже под номером 4312. Штаб-квартира расположена в здании материнской компании *FUJISOFT, Inc.* в Токио. В штате *Cybernet Systems* насчитывается более 600 сотрудников.

В 2020 году компания заработала 21 665 млрд. иен (примерно **177.8 млн.**

долларов). По сравнению с 2019 годом, когда доходы составили 21 350 млрд. иен (примерно 174.99 млн. долларов), мы видим скромный рост на +1.5% или на +1.6% – при учете в иенах и долларах соответственно.

Год назад, в 2019-м, темпы роста в сравнении с 2018 годом, когда доходы составили 19 719 млрд. иен (примерно 151.2 млн. долларов), были более существенными соответственно +8.3% (или +15.7%). Два года назад, в 2018-м, тоже имел место уверенный рост по сравнению с 2017 годом, когда доходы составили 17 987 млрд. иен (примерно 142 млн. долларов): +9.6% или +6.5% – при учете в иенах и долларах соответственно.

✓ *ESI Group*

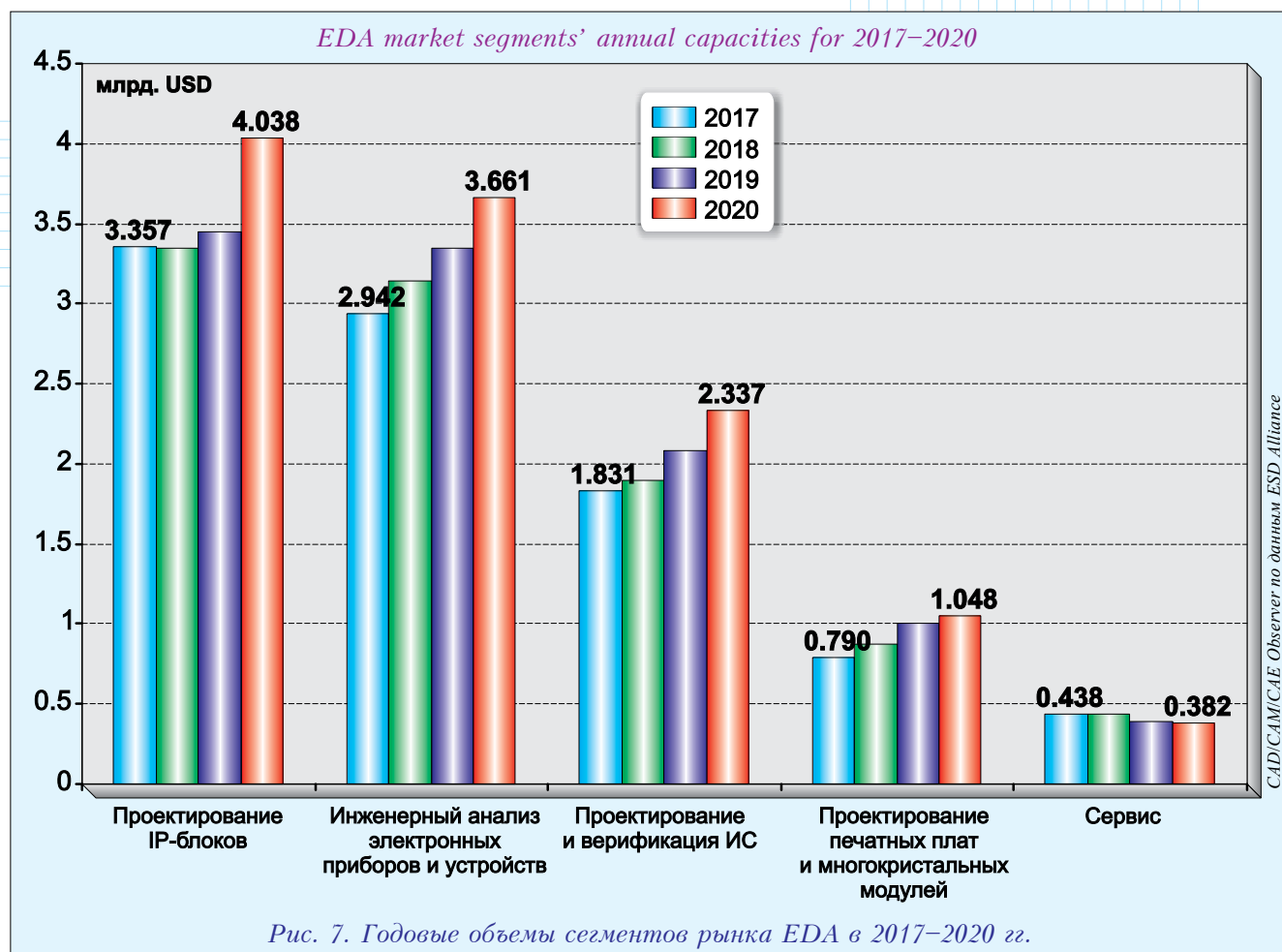
Компания *ESI Group* (биржевой индекс *ESI.PA*) основана в 1973 году. В её штате порядка 1200 сотрудников; штаб-квартира находится в столице Франции.

В 2020 финансовом году (завершился 31.01.2021 г.) *ESI Group* заработала 132.6 млн. евро или **151.5 млн. долларов**. По сравнению с показателями 2019 года

CAE market size, Ansys annual revenue and growth rates (%) for 2017–2020 as well as CAE market size and growth rate (%) forecast for 2021–2025

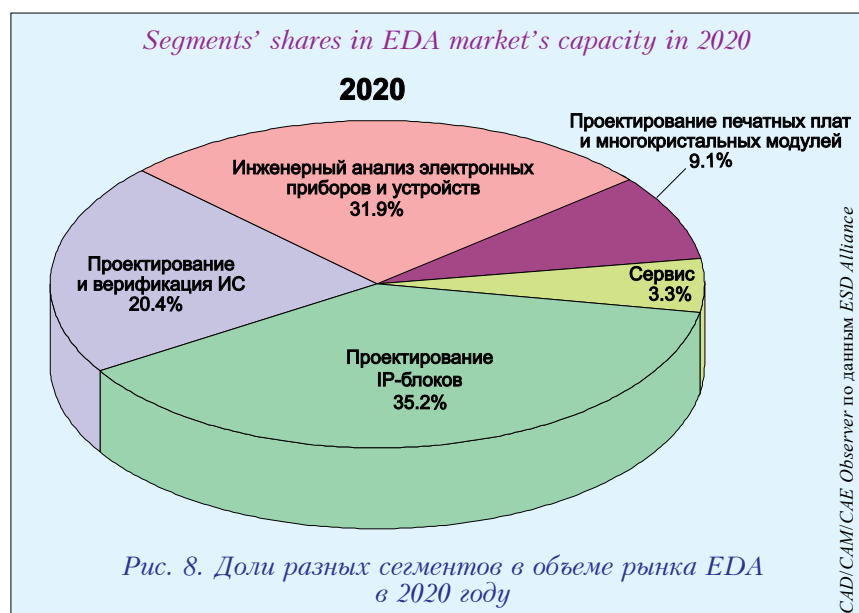


Рис. 6. Объем рынка CAE, годовой доход компании Ansys, и их годовые темпы роста/снижения (%) в 2017–2020 гг. (слева), а также прогноз объема и годовых темпов роста/снижения (%) рынка CAE на 2021–2025 гг. (справа)



(146.2 млн. евро или 163.7 млн. долларов) существенное уменьшение годового дохода наблюдалось как в евро (-9.3%), так и в долларах (-7.5%).

Год назад, в 2019-м, дела шли лучше: по сравнению с показателями 2018 года (139.4 млн. евро или 164.6 млн. долларов) было зафиксировано увеличение годового дохода в евро (+4.9%), хотя и уменьшение в долларах (-0.6%). Два года назад, в 2018-м, по сравнению с показателями 2017 года (135.3 млн. евро или 152.8 млн. долларов) наблюдался однозначный прирост: увеличение годового дохода в евро и в долларах составило +3.0% и +7.7% соответственно.



2.4. Десятка ведущих поставщиков САЕ-решений

Напомним читателям Топ-10 ведущих поставщиков средств численного моделирования и анализа, составленный в прошлогоднем обзоре [8]:

- 1 Ansys
- 2 MathWorks
- 3 Siemens DI Software
- 4 Dassault Systèmes
- 5 Altair Engineering
- 6 MSC Software
(входит в состав Hexagon)
- 7 Cybernet Systems
- 8 ESI Group
- 9 COMSOL
- 10 Autodesk

К сожалению, численными значениями объемов доходов для половины этих компаний, занимающих позиции №№3,4,6,9,10, к моменту подготовки обзора мы не располагали.

2.5. Поглощения на рынке CAE

✓ Ansys

Лидер рынка CAE, американская компания Ansys, в 2020 году заключила следующую крупную сделку:

- в конце октября 2020 года подписано соглашение о приобретении за **700 млн. долларов** основанной в 1989 году американской

компании *Analytical Graphics, Inc. (AGI)*, ведущего поставщика ПО для численного моделирования, тестирования и анализа систем, разрабатываемых в авиакосмической, оборонной и телекоммуникационной отраслях, а также интеллектуальных приложений.

Кроме того, имели место сделки, условия которых не разглашались:

- в середине мая 2021 года приобретена американская компания *Phoenix Integration*, разработчик программного обеспечения для системного проектирования на основе моделей;

- в конце августа 2021 года приобретена американская компания *Zemax*, лидер в области моделирования оптических систем.

В качестве других скромных покупателей в 2020–2021 гг. выступали тоже хорошо знакомые нам компании.

✓ Siemens Digital Industries Software

Приобретения компании *Siemens Digital Industries Software*:

Geographical distribution of EDA market's annual capacities for 2017–2020

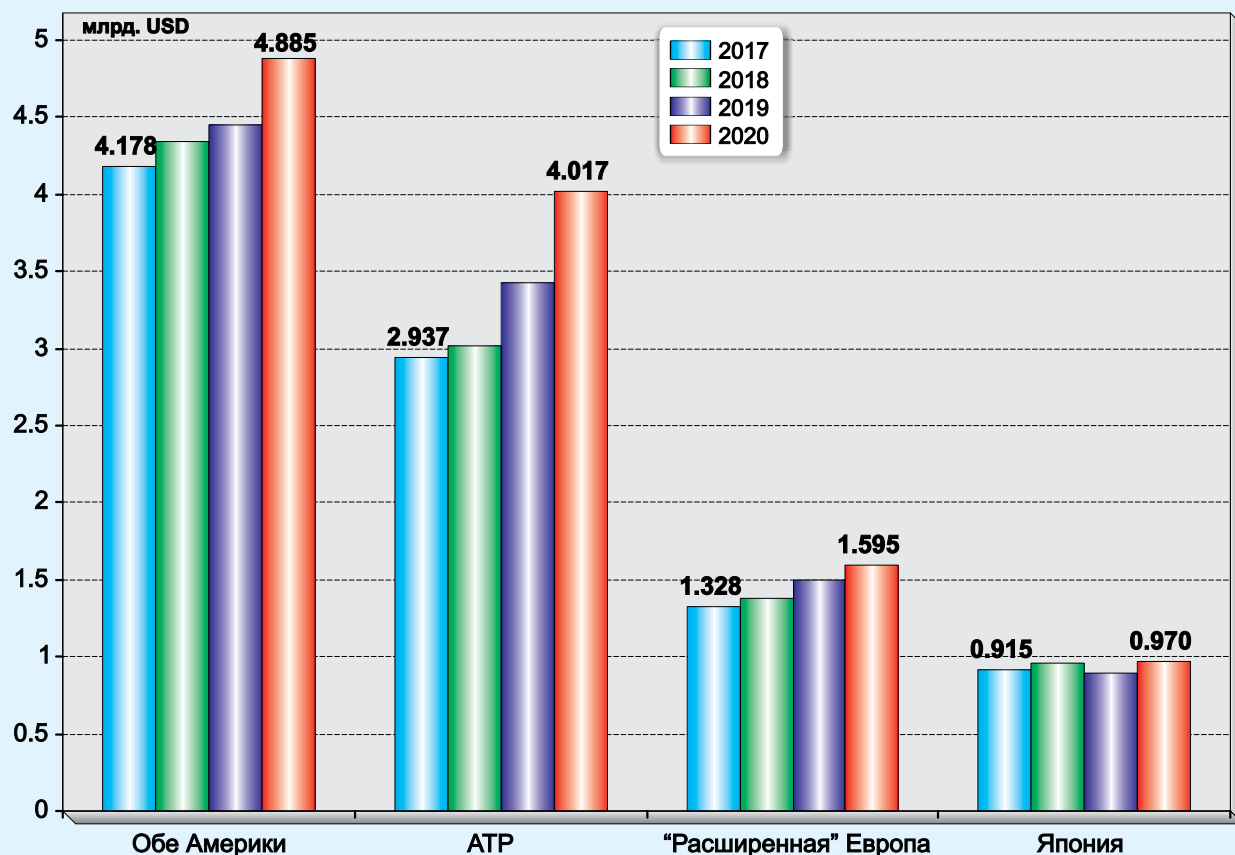


Рис. 9. Географическое распределение годовых объемов рынка EDA в 2017–2020 гг.

- в начале июня 2021 года приобретена французская компания *Nextflow Software*, разработчик бессеточных методов для решения задач вычислительной гидродинамики;

- в конце июля 2021 года у испанской компании *SENER* приобретена CAD/CAE/CAM-система *FORAN*, предназначенная для проектирования и строительства судов и морских сооружений.

✓ *Altair Engineering*

Список приобретений компании *Altair Engineering* весьма обширен:

- в начале января 2020 года поглощена испанская компания *newFASANT*, поставщик ПО для моделирования высокочастотных электромагнитных полей;

- в начале мая 2020 года у шведской компании *WRAP International* куплена система *WRAP*, предназначенная для планирования и управления беспроводными радиосетями гражданских и оборонных организаций;

- в конце июля 2020 года приобретена южно-корейская компания *S&WISE*, разработчик ПО для моделирования процесса изготовления пенополиуретана;

- в середине сентября 2020 года куплена американская компания *Univa*, поставщик решений для управления, диспетчеризации и оптимизации корпоративных систем высокопроизводительных вычислений и

искусственного интеллекта, развернутых на предприятии или размещенных в облаке;

- тогда же приобретен британский *Ellexus* – разработчик программных инструментов для мониторинга и анализа в режиме реального времени задержек в сети при вводе/выводе больших объемов данных для систем ВПВ;

- в начале октября 2020 года, куплена немецкая компания *M-Base Engineering+Software*, ведущий поставщик информационных систем и баз данных материалов (основное внимание уделяется пластмассам);

- в конце февраля 2021 года у *GE Aviation*, подразделения компании *GE*, приобретен *Flow Simulator* – инструмент междисциплинарного моделирования и оптимизации жидкостных и тепловых систем в интегрированной среде 3D-проектирования;

- в начале августа 2021 года приобретена канадская компания *S-FRAME Software*, разработчик ПО для прочностного анализа и проектирования в сфере гражданского строительства.

✓ *MSC Software*

Список приобретений компании *Hexagon* для своего подразделения *MSC Software* в 2020–2021 гг.:

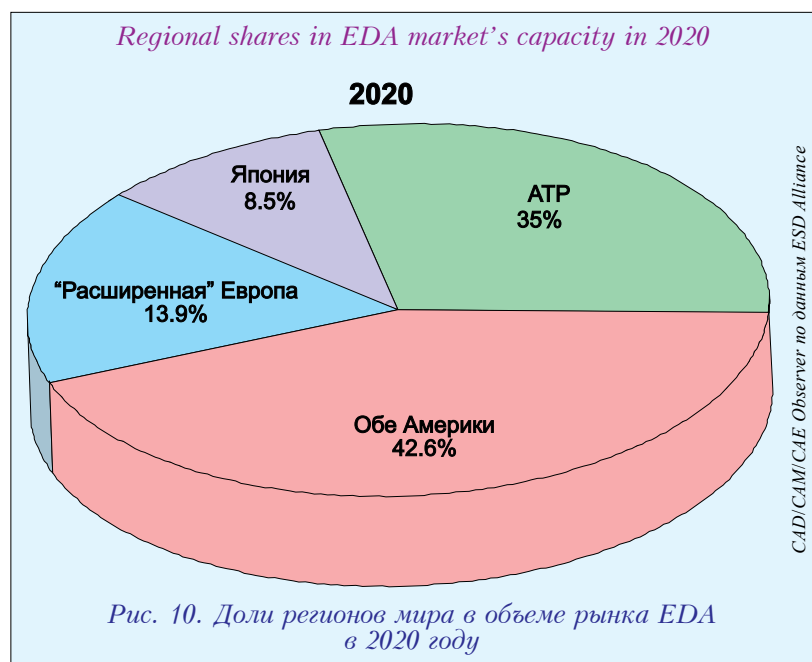
- в конце февраля 2020 года состоялась покупка британской компании *Romax Technology*, разработчика ПО для проектирования и моделирования систем электромеханической силовой передачи;

- в середине марта 2020 года была приобретена британская же компания *CAEfatigue*, поставщик решения для моделирования механической усталости;

- год спустя, в начале апреля 2021-го, приобретена французская компания *CADLM*, разработчик решений на базе алгоритмов искусственного интеллекта и машинного обучения для CAE-систем.

2.6. Объем рынка CAE

В соответствии с данными компании *CIMdata*, объем рынка CAE-систем в 2020 году



достиг **7.477 млрд. долларов** (рис. 6, табл. 1), что соответствует росту на +4.7% (рис. 6, табл. 3) в сравнении с 2019 годом (7.142 млрд. долларов).

Годом ранее, в 2019-м, прирост составил +10.5% в сравнении с 2018 годом (6.464 млрд. долларов). Двумя годами ранее, в благополучном 2018-м, прирост составил +13.1% в сравнении с 2017 годом (5.716 млрд. долларов). В 2017-м рынок САЕ вырос на +8.3% в сравнении с 2016 годом (5.28 млрд. долларов).

Суммарные доходы за 2020 год тех пяти компаний, доходы которых публиковались открыто, составили 3.481 млрд. долларов или **46.6% всего объема рынка САЕ**. Годом ранее, в 2019-м, доля упомянутого квинтета была немного меньше (46.4% или 3.314 млрд. долларов из 7.142 млрд.), как и два года назад, в 2018-м (46.5% или 3.006 млрд. долларов из 6.464 млрд.). Флуктуации, как мы видим, невелики, и даже в 2017 году (45.9% или 2.623 млрд. долларов из 5.28 млрд.) измеряются десятками долями процентного пункта.

В соответствии с данными компании *CIMdata*, объем рынка САЕ в 2020 году составил 7.477 млрд. долларов, что соответствует росту на +4.7% в сравнении с 2019 годом.

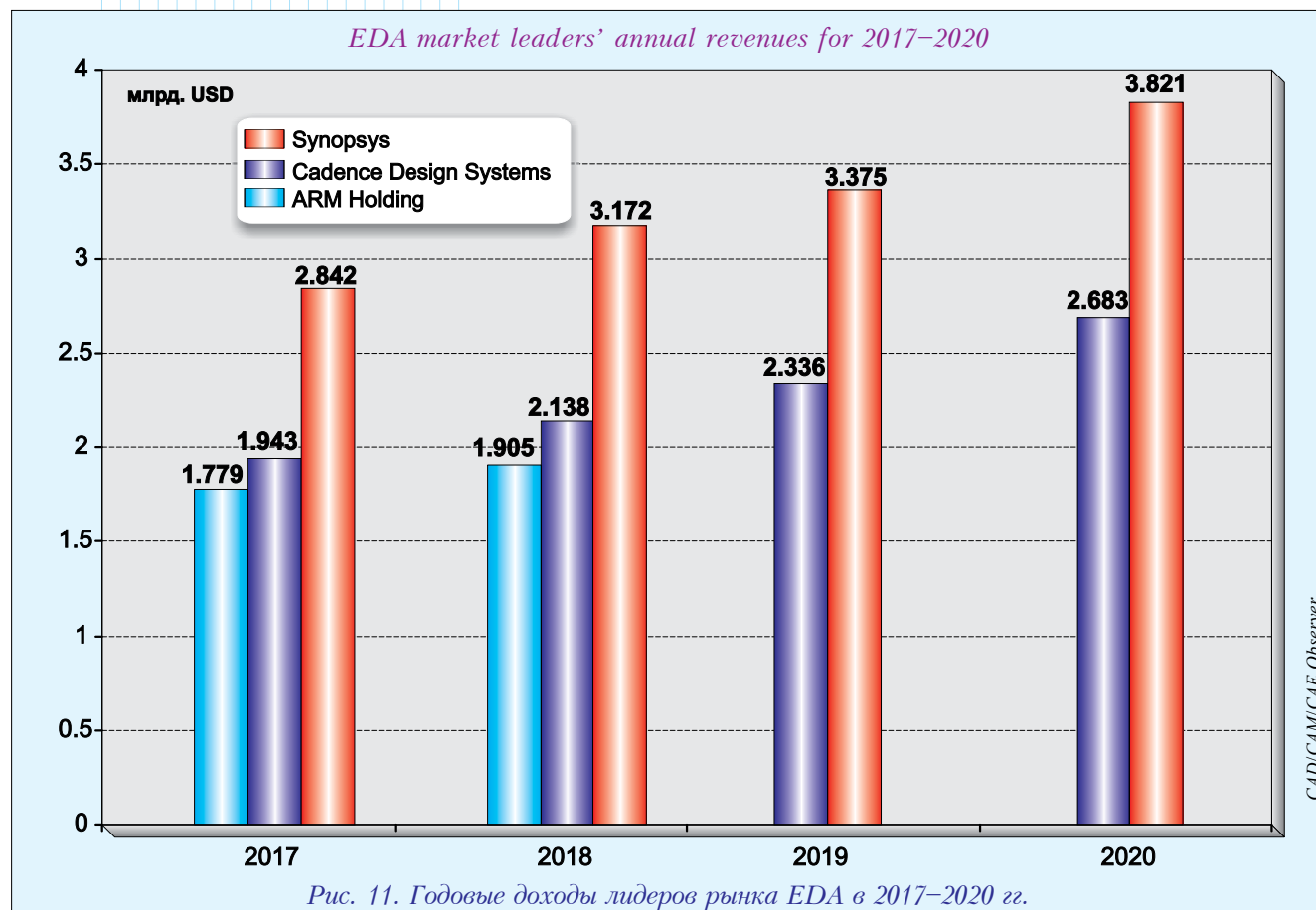
2.7. Прогноз объема рынка САЕ

Еще раз обратим внимание читателей, что, по оценкам аналитиков компании *CIMdata*, в период 2021–2025 гг. рынок САЕ продемонстрирует самые высокие среднегодовые темпы роста, которые составят +9.9%, и к 2025 году рынок САЕ достигнет объема 12 млрд. долларов (рис. 6).

3. Рынок EDA

3.1. Структура рынка EDA

Напомним читателям классификацию, предложенную альянсом *ESD Alliance*, в соответствии с которой этот рынок (рис. 7, 8) подразделяется на следующие пять сегментов (приводятся и оригинальные названия):



1 инженерный анализ электронных приборов и устройств – *Computer Aided Engineering* (для пущей корректности следует писать **ECAE**);

2 проектирование и верификация интегральных схем – *Integral Circuit Physical Design & Verification*;

3 проектирование полупроводниковых IP-блоков – *Semiconductor Intellectual Property (SIP)*;

4 проектирование печатных плат и многокристальных модулей – *Printed Circuit Board (PCB) and MultiChip Module (MCM)*;

5 услуги.

Кратко охарактеризуем сегменты рынка EDA в порядке убывания их объема в соответствии с данными *ESD Alliance*.

✓ Средства разработки SIP

Этот сегмент шестой год подряд занимает первую позицию по общему объему доходов. В 2020 году доходы выросли на +17.1% по сравнению с 2019-м; в денежном

измерении величина сегмента составила 4.038 млрд. долларов.

За последние 15 лет доля сегмента SIP в общем пироге существенно увеличилась: с 17.9% в 2005 году до своего текущего максимума – 35.2% в 2020 году.

✓ Системы ECAE

Шестой год подряд сегмент ECAE, уступив лидерство, занимает вторую позицию по объему доходов. В 2020 году этот показатель вырос на +9.4% и достиг 3.661 млрд. долларов. При этом тенденция такова, что доля сегмента ECAE, прежде самого крупного, в общем объеме рынка постоянно усыхает. С 2005 года она уменьшилась весьма существенно: с 42% до 31.9%.

✓ Системы проектирования и верификации интегральных схем

Прирост этого, находящегося на третьем месте, сегмента в 2020 году составил +12.3%, а объем достиг 2.337 млрд. долларов. Однако по сравнению с 2005 годом доля этого сегмента заметно сократилась: с 26.5% до 20.4%.

EDA market annual capacities and its growth rates (%) as well as market leaders' total revenue for 2017–2020

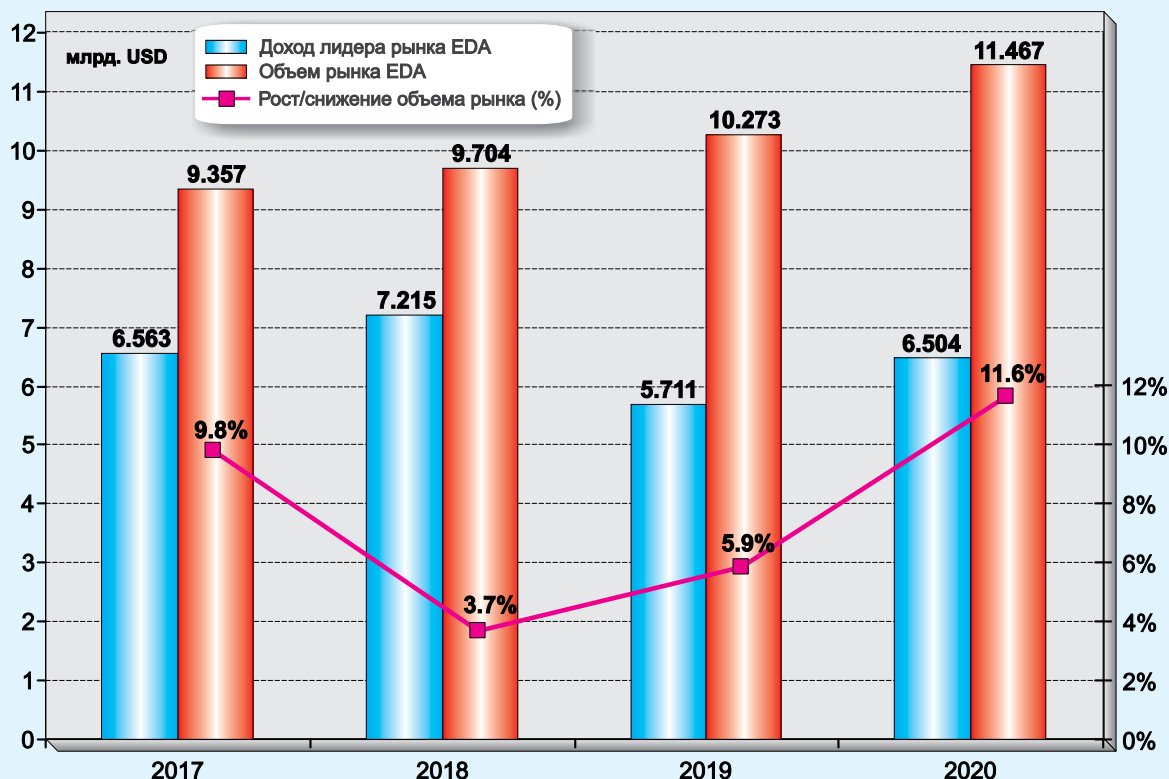


Рис. 12. Годовой объем рынка EDA и темпы роста/снижения объема (%), а также суммарные доходы лидеров рынка в 2017–2020 гг.

✓ Системы разработки печатных плат и многокристалльных модулей

Объем этого, четвертого по величине, сегмента в 2020 году вырос на +4.3%, до 1.048 млрд. долларов.

По сравнению с 2005 годом, доля сегмента немного увеличилась – с 7.5% до 9.1%. Максимального значения она достигала в 2009 году: 10.3% от общего объема рынка.

✓ Сервис

В 2020 году объем сервисных доходов уменьшился на -2.4% и составил 0.382 млрд. долларов. Доля этого сегмента в общем EDA-пироге в 2020 году сократилась до 3.3%.

3.2. Географическое деление рынка EDA

Для изучения географического среза EDA-рынка мы опираемся на классификацию ESD Alliance, введенную с I квартала 2009 года (рис. 9, 10). Согласно этой классификации, рынок EDA подразделяется на

четыре региона (приводятся и оригинальные названия):

- 1 обе Америки – *Americas*;
- 2 “расширенная Европа” (Европа, Ближний Восток, Африка) – *Europe, Middle East, Africa (EMEA)*;
- 3 Япония – *Japan*;
- 4 Азиатско-Тихоокеанский регион (АТР) – *Asia/Pacific (APAC)*.

В 2020 году объемы продаж выросли во всех регионах мира, а по темпам роста в 2020 году, по сравнению с годом 2019-м, регионы выстроились следующим образом:

- +17.4% для АТР;
- +9.9% для обеих Америк;
- +8.2% для Японии;
- +6.3% для расширенной Европы.

Объем европейского рынка (1.595 млрд. долларов) уже девятый год превышает объем японского (0.97 млрд. долларов). Объем рынка АТР достиг величины 4.017 млрд. долларов, то есть 82.2% американского (4.885 млрд.).

CAE and EDA markets leaders' stock price relative variations (in %) from January 02, 2019 till January 02, 2021 in comparison with stock price in January 02, 2019

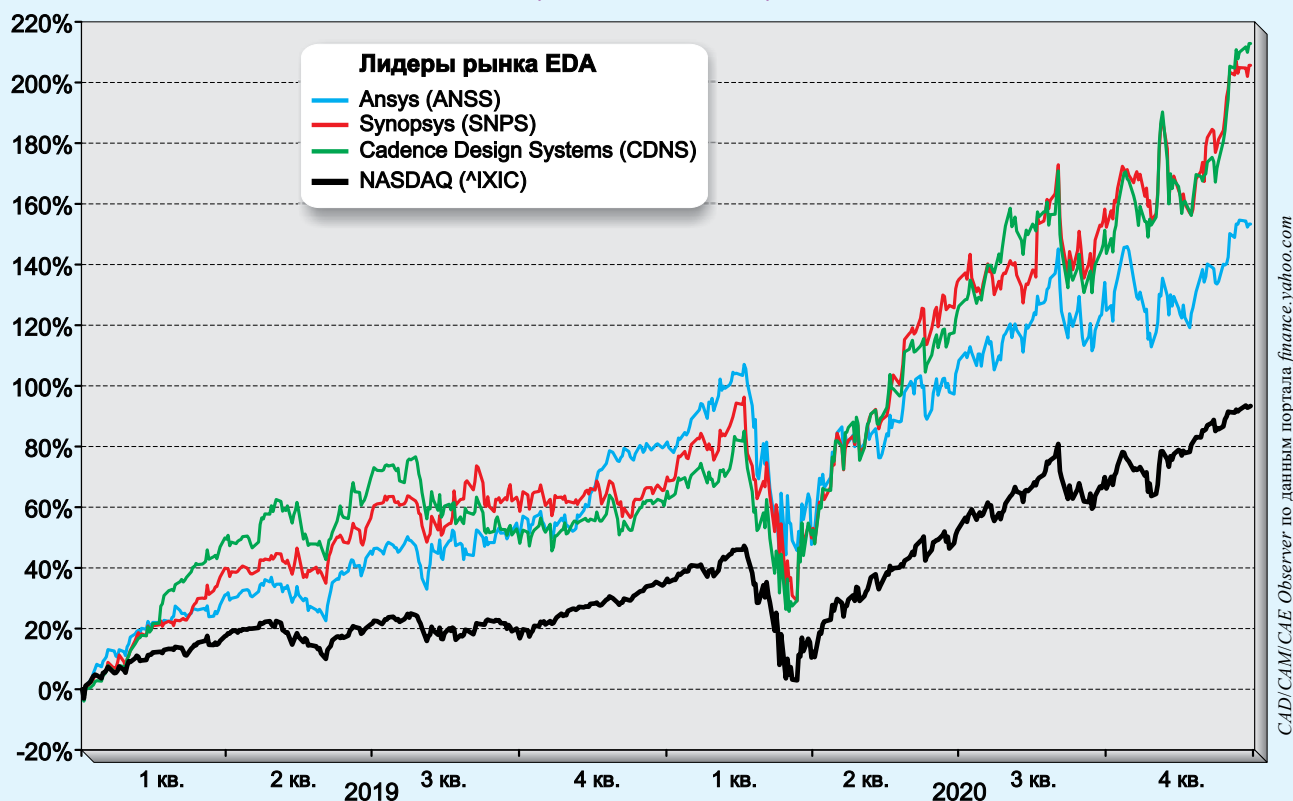


Рис. 13. Изменение котировок акций (в %) лидеров рынков CAE и EDA в период 02.01.2019–02.01.2021 гг. в сравнении с котировками на 02.01.2019 г.

Доли регионов в процентном выражении в 2019 году выглядят так (рис. 10):

- Япония – 8.5%;
- расширенная Европа – 13.9%;
- АТР – 35%;
- обе Америки – 42.6%.

Объем европейского рынка в период 2017–2020 гг. составлял: 1.328; 1.383; 1.501 и 1.595 млрд. долларов соответственно. При пересчете в евро по средним значениям годового курса *USD/EUR* (1.130; 1.181; 1.119 и 1.142 соответственно) получаем: 1.175; 1.171; 1.341 и 1.397 млрд. евро.

Годовые темпы роста/снижения рынка *EMEA* в период 2017–2020 гг. весьма различаются при расчете в долларах (+5.3%; +4.1%; +8.6%; +6.3%) и расчете в евро (+3.1%; -0.4%; +14.2%; +4.2%), что, как мы знаем, вызвано изменениями соотношения курсов этих валют.

3.3. Доходы “королей” рынка *EDA*

Согласно итогам за 2020 год, в виртуальный клуб миллиардеров по-прежнему входит квартет хорошо знакомых нам вендоров:

- *Synopsys*;
- *Cadence Design Systems*;
- *ARM Holdings* (возможности перехода в собственность компании *NVIDIA* после подписания соглашения о поглощении продолжают изучать антимонопольные структуры заинтересованных стран);
- некогда преимущественно *MCAD*-овская компания *Siemens DI Software*, завершившая поглощение *Mentor Graphics*.

В нашем распоряжении имеются некоторые финансовые данные первых двух компаний.

✓ *Synopsys*

Компания *Synopsys* (www.synopsys.com, биржевой индекс *SNPS*) была основана в 1986 году; является членом *ESD Alliance*. Штаб-квартира находится в городе *Mountain View* (шт. Калифорния, США).

Доход *Synopsys* в 2020 году (за период с 01.02.2019 г. по 31.01.2020 г.) составил **3.821 млрд. долларов** (рис. 11), что на +13.2% больше, чем в 2019-м, когда компания заработала 3.375 млрд. Пересчет сделан с использованием квартальных данных, поскольку финансовый год

Synopsys завершается на квартал раньше – 31 октября.

Темпы роста доходов *Synopsys* в 2017, 2018, 2019 и 2020 гг. были следующими: +13.4%; +11.6%; +6.4% и +13.2% соответственно.

✓ *Cadence Design Systems*

Компания *Cadence Design Systems* (www.cadence.com, биржевой индекс *CDNS*) была основана в 1988 году; член *ESD Alliance*. Штаб-квартира располагается в городе Сан-Хосе (шт. Калифорния, США).

В 2020 году (финансовый год компании совпадает с календарным) *Cadence* заработала **2.683 млрд. долларов** (рис. 11); прирост в сравнении с 2019 годом (2.336 млрд. долларов) составил +14.9%.

Темпы роста доходов *Cadence* в 2017, 2018, 2019 и 2020 гг. были следующими: +7.0%; +10.0%; +9.3% и +14.9% соответственно.

3.4. Поглощения на рынке *EDA*

✓ Сделки компании *Synopsys*

Список приобретений *Synopsys* в 2020–2021 гг. включает:

- *IP*-активы американской компании *INVECAS* (07.01.2020);
- американскую компанию *Tinfoil Security* (09.01.2020);
- американскую компанию *Qualtera* (10.06.2020).

✓ Сделки компании *Cadence Design Systems*

Более короткий список приобретений *Cadence* в 2020–2021 гг. включает две американские компании:

- *AWR Corporation* (15.01.2020);
- *Integrand Software* (13.02.2020).

✓ Сделки компании *Siemens Digital Industries Software*

Компания *Siemens Digital Industries Software* в 2020–2021 гг. купила:

- британскую компанию *UltraSoC Technologies* (23.06.2020);
- американскую компанию *Avatar Integrated Systems* (15.07.2020);
- нидерландскую компанию *Fractal Technologies* (12.05.2021);

- семейство продуктов *proFPGA* у немецкой компании *PRO DESIGN Electronic GmbH* (08.06.2021).

✓ Сделка компании *Ansys*

Компания *Ansys* в 2020–2021 гг. поглотила канадскую компанию *Lumerical* (05.03.2020).

3.5. Объем рынка *EDA*

Объем рынка *EDA*, подсчитанный в *ESD Alliance*, достиг в 2020 году 11.467 млрд. долларов (рис. 12).

В 2017, 2018 и 2019 годах этот показатель был следующим: 9.357, 9.704 и 10.273 млрд. долларов соответственно.

Темпы роста рынка в 2020 году составили +11.6%. В 2017, 2018 и 2019 годах этот показатель был меньше: +9.8%, +3.7% и +5.9% соответственно.

По данным *ESD Alliance*, объем рынка *EDA* в 2020 году вырос на +11.6% по сравнению с 2019 годом и составил 11.467 млрд. долларов.

Отметим, что в 2019 и 2020 годах тандем лидеров *EDA*-рынка – *Synopsys* и *Cadence*

Design Systems – заработал больше половины всех денег на этом рынке – 55.5% и 56.7% соответственно. В 2018 году, когда была известна выручка *ARM Holdings*, доля лидирующего трио достигала почти трех четвертей (74.3%). В 2016 году, когда была известна также и выручка компании *Mentor Graphics*, доля квартета лидеров составила 85.2%.

3.6. Биржевые котировки лидеров рынков *CAE* и *EDA*

В заключение обзора предлагаем читателям сопоставить биржевые котировки компании *Ansys*, лидирующей на рынке *CAE*, но выступающей и в качестве игрока рынка *EDA*, с биржевыми котировками лидеров рынка *EDA* – компаний *Synopsys* и *Cadence* – в контексте развития всей высокотехнологической отрасли (рис. 13). 📊

Об авторе:

Павлов Сергей Иванович – *Dr. Phys.*, ведущий научный сотрудник Института численного моделирования Латвийского университета (Sergejs.Pavlovs@lu.lv), автор аналитического *PLM*-журнала “*CAD/CAM/CAE Observer*” (sergey@cadcamcae.lv).

Литература

1. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2020–2021 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Сфера искусственного интеллекта // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2021, №3, с. 72–79.

2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2020–2021 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Серверы, облачная ИТ-инфраструктура // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2021, №4, с. 69–79.

3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2020–2021 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Суперкомпьютеры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2021, №5, с. 63–79.

4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2020–2021 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. HPC-серверы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2021, №6, с. 71–78.

5. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2020–2021 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V.

Процессоры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2021, №7, с. 53–61.

6. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2017–2018 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. Сфера *PLM*, включая *CAE* и *EDA* // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2018, №6, с. 6–18.

7. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2018–2019 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. Сфера *PLM*, включая *CAE* и *EDA* // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2019, №6, с. 6–18.

8. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть V. Сфера *PLM*, включая *CAE* и *EDA* // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №7, с. 4–19.

9. Павлов С. *CAE*-технологии в 2016 году: обзор достижений и анализ рынка // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №6, с. 6–21.

10. Павлов С. Системы электронного и электротехнического проектирования в 2016 году: обзор достижений и анализ рынка // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2017, №3, с. 23–36.