# Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков

## Часть V. Сфера *PLM*, включая *CAE* и *EDA*

*Сергей Павлов, Dr. Phys.*

Вниманию читателей предлагается пятая 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] и четвертая [4,5] части нашего восьмого по счету комплексного обзора, выходящего под привычной общей "шапкой".

Часть V включает в себя обзор рынка систем *PLM* и его *CAE*- и *EDA*-сегментов (расшифровка всех аббревиатур будет дана чуть позже). В 2018 году, когда была проведена реструктуризация отчета, мы подробно аргументировали мотивацию в отношении содержания и построения этой части – с ней можно ознакомиться в [6]. Предыдущие обзоры рынков *CAE*- и *EDA*-систем ([7] и [8] соответственно), подготовленные во времена, когда эти рынки еще обсуждались отдельно, по-прежнему свободно доступны на нашем сайте *www.cad-cam-cae.ru*.

Структура V части обзора осталась такой же, как и в прошлом году. Актуализированная информация об интересующих нас сегментах компьютерного рынка распределена между следующими разделами, куда теперь, по сложившейся в ковидный период традиции, добавлены несколько показателей из анамнеза мировой экономики:

**1. Некоторые индикаторы мировой экономики в условиях пандемии**

- Государственный долг США
- Цена на золото
- Цены на нефть

**2. 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
- Структура доходов ведущих поставщиков *PLM*-решений

*Comprehensive (up) and mainstream (down) PLM market structure for 2019 (market segments' capacity and share are noted in USD billions and percent)*

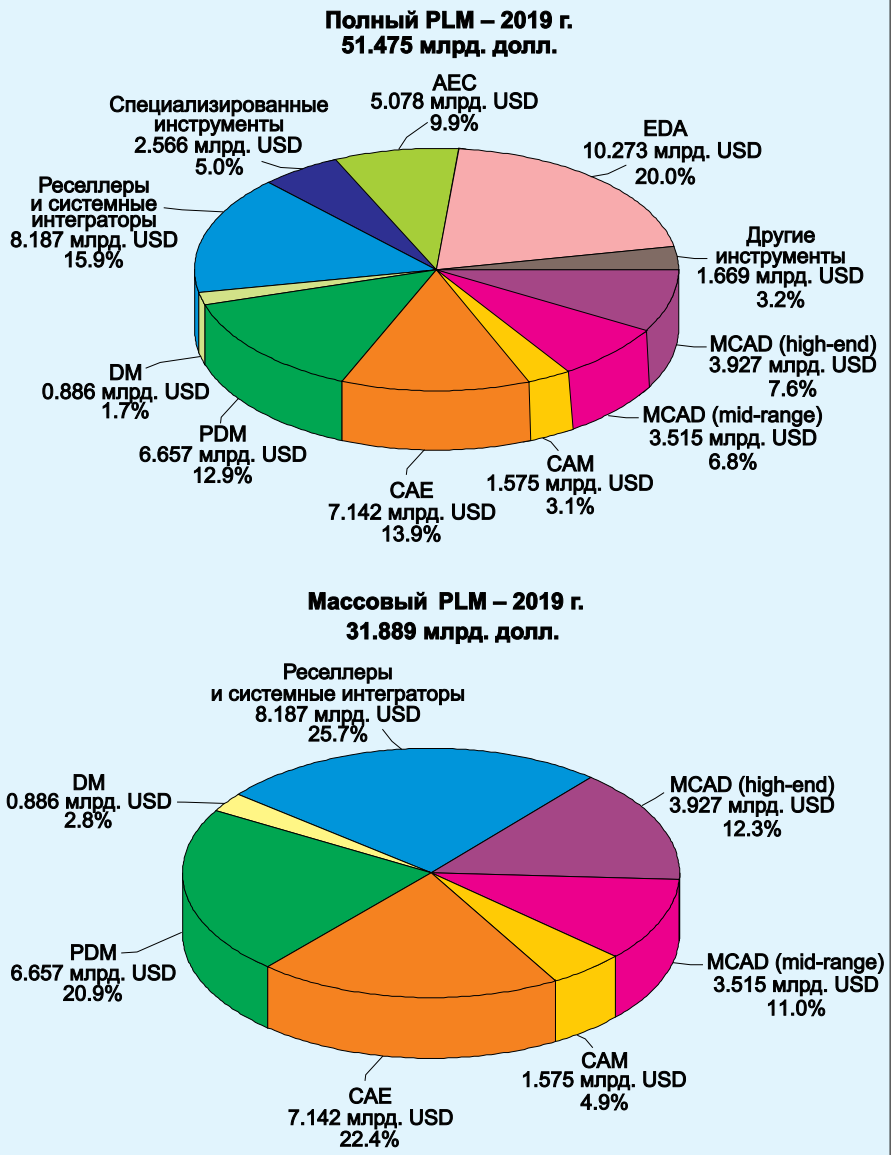


*Рис. 1. Структура рынка полного (сверху) и массового (снизу) PLM в 2019 году (указан объем рыночного сегмента в млрд. долларов и доля в процентах)*

*CAD/CAM/CAE Observer по данным CIMdata*

**3. Рынок *CAE***
- Доходы “короля” рынка *CAE*
- “Король” рынка *CAE* среди “королей” *PLM*
- Доходы других поставщиков *CAE*-технологий
- Десятка ведущих поставщиков *CAE*-технологий
- Поглощения на рынке *CAE*
- Объем рынка *CAE*

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

Напомним данные аналитиков компании *Hyperion Research*, относящиеся в 2018 году, приведенные в прошлогоднем обзоре [9]: объем рыночного сегмента суперкомпьютерных систем, использовавшихся в 2018 году в качестве аппаратной поддержки *PLM*-технологий, составил 2.257 млрд. долларов, из которых 59.2% отводилось на системы *CAE*, а 38.3% – на *EDA*. Аналогичные данные *Hyperion Research* за 2019 год, но только для сегмента аппаратной поддержки *PLM* в публичных облаках, таковы: 1.038 млрд. долларов, из которых 70.6% пришлось на системы *CAE* и 27.5% – на *EDA* [4].

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. Некоторые индикаторы мировой экономики в условиях пандемии

Для затравки зафиксируем некоторые важные индикаторы мировой экономики. Предыдущие

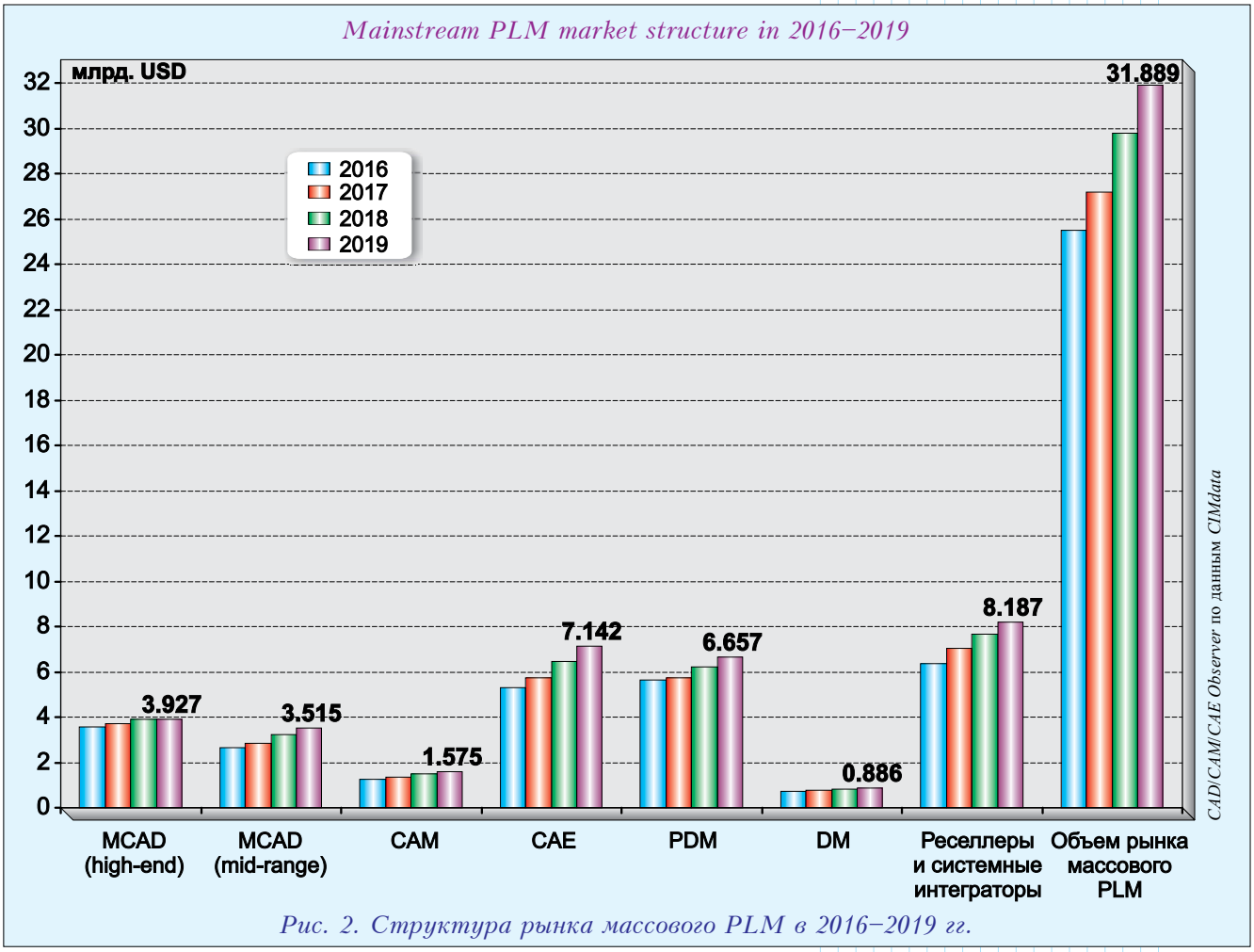


*Рис. 2. Структура рынка массового PLM в 2016–2019 гг.*

данные рассматривались в предыдущих частях нашего обзора[1–4].

✓ **Государственный долг США**

По состоянию на сентябрь 2020 года государственный долг США вырос до 26.945 трлн. долларов.

Напомним, что в августе 2020 года этот показатель составлял 26.729 трлн. долларов, в июне 2020 года – 26.477 трлн. долларов, а в мае 2020 года – 25.746 трлн. долларов (*tradingeconomics.com/united-states/government-debt*).

✓ **Цена на золото**

Цена тройской унции золота (*XAU*) во время биржевых торгов 26 августа 2020 года колебалась около отметки 1900 долларов США. Рекорд был установлен 6 августа 2020 года – 2067.15 долларов. Напомним, что 1 января 2020 года унция золота стоила на четверть дешевле – 1527.1 долларов США.

✓ **Цены на нефть**

Цена бочки нефти марки *Brent* на 23.10.2020 г. составляла 41.77 *USD*, марки *WTI* – 39.85 *USD*, марки *Urals* – 39.6 *USD* (*https://oilprice.com/ru/Нефтяные-котировки*).

Восстановим в памяти ситуацию месячной давности: на 14.09.2020 г. цена нефти марки *Urals* составляла 40.15 *USD/bbl*; марки *Brent* – 39.53 *USD/bbl*; марки *WTI* – 37.2 *USD/bbl*.

## 2. Рынок *PLM*

### 2.1. 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:

1. ***Comprehensive PLM*** – полный (*Overall*), или всеобъемлющий рынок *PLM;*
2. ***Mainstream PLM*** – массовый, или мейнстримовский рынок *PLM*.

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

**Табл. 1. Структура рынка массового *PLM* в 2016–2019 гг.**

| | 2016 г. | | 2017 г. | | 2018 г. | | 2019 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 (%) |
| *MCAD (high-end)* | 3,585 | 14,1% | 3,730 | 13,7% | 3,901 | 13,1% | 3,927 | 12,3% |
| *MCAD (mid-range)* | 2,658 | 10,4% | 2,833 | 10,4% | 3,236 | 10,9% | 3,515 | 11,0% |
| *CAM* | 1,270 | 5,0% | 1,368 | 5,0% | 1,498 | 5,0% | 1,575 | 4,9% |
| *CAE* | 5,280 | 20,7% | 5,716 | 21,0% | 6,464 | 21,7% | 7,142 | 22,4% |
| *PDM* | 5,634 | 22,1% | 5,733 | 21,1% | 6,205 | 20,9% | 6,657 | 20,9% |
| *DM* | 0,717 | 2,8% | 0,767 | 2,8% | 0,816 | 2,7% | 0,886 | 2,8% |
| Реселлеры и системные интеграторы | 6,371 | 25,0% | 7,014 | 25,8% | 7,640 | 25,7% | 8,187 | 25,7% |
| **Объем рынка массового *PLM*** | **25,515** | **100,0%** | **27,161** | **100,0%** | **29,760** | **100,0%** | **31,889** | **100,0%** |
| *Примечание: Расчеты сделаны автором на основании данных компании CIMdata* | | | | | | | | |

**Табл. 2. Структура рынка полного *PLM* в 2016–2019 гг.**

| | 2016 г. | | 2017 г. | | 2018 г. | | 2019 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*** | 25,515 | 62,8% | 27,161 | 62,1% | 29,760 | 62,2% | 31,889 | 62,0% |
| Специализированные инструменты | 2,092 | 5,1% | 2,227 | 5,1% | 2,404 | 5,0% | 2,566 | 5,0% |
| *AEC* | 3,363 | 8,3% | 3,585 | 8,2% | 4,270 | 8,9% | 5,078 | 9,9% |
| *EDA* | 8,376 | 20,6% | 9,358 | 21,4% | 9,875 | 20,7% | 10,273 | 20,0% |
| Другие инструменты | 1,284 | 3,2% | 1,374 | 3,1% | 1,501 | 3,1% | 1,669 | 3,2% |
| **Объем рынка полного *PLM*** | **40,630** | **100,0%** | **43,705** | **100,0%** | **47,810** | **100,0%** | **51,475** | **100,0%** |

• 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***);

• 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).

**Табл. 3. Изменение величины (%) сегментов рынка массового *PLM* в 2017–2019 гг. в сравнении с предыдущими годами**

| | 2017 г. в сравнении с 2016 г. (%) | 2018 г. в сравнении с 2017 г. (%) | 2019 г. в сравнении с 2018 г. (%) |
|---|---|---|---|
| *MCAD (high-end)* | +4,0% | +4,6% | +0,7% |
| *MCAD (mid-range)* | +6,6% | +14,2% | +8,6% |
| *CAM* | +7,7% | +9,5% | +5,1% |
| *CAE* | +8,3% | +13,1% | +10,5% |
| *PDM* | +1,8% | +8,2% | +7,3% |
| *DM* | +7,0% | +6,4% | +8,6% |
| Реселлеры и системные интеграторы | +10,1% | +8,9% | +7,2% |
| **Объем рынка массового *PLM*** | **+6,5%** | **+9,6%** | **+7,2%** |
| *Примечание: Расчеты сделаны автором на основании данных компании CIMdata* | | | |

**Табл. 4. Изменение величины (%) сегментов рынка полного *PLM* в 2017–2019 гг. в сравнении с предыдущими годами**

| | 2017 г. в сравнении с 2016 г. (%) | 2018 г. в сравнении с 2017 г. (%) | 2019 г. в сравнении с 2018 г. (%) |
|---|---|---|---|
| **Объем рынка массового *PLM*** | **+6,5%** | **+9,6%** | **+7,2%** |
| Специализированные инструменты | +6,5% | +7,9% | +6,7% |
| *AEC* | +6,6% | +19,1% | +18,9% |
| *EDA* | +11,7% | +5,5% | +4,0% |
| Другие инструменты | +7,0% | +9,2% | +11,2% |
| **Объем рынка полного *PLM*** | **+7,6%** | **+9,4%** | **+7,7%** |

### 2.2. 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 2016 по 2019 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 [7].

Приведем некоторые характерные цифры и факты:

✓ Объем рынка массовых средств *PLM* в 2019 году увеличился на +7.2% в сравнении с 2018 годом: с 29.76 до 31.889 млрд. долларов.

В 2018 году прирост по сравнению с 2017-м составлял +9.6%, а в 2017 году по в сравнению с 2016-м – +6.5%.

✓ Объем интересующего нас сегмента рынка *PLM*-систем, относящегося к сфере *CAE*

*CAE, EDA, mainstream and comprehensive PLM markets' size for 2016–2019 and forecast for 2020–2024 as well as comprehensive PLM market size growth rates (%) for 2016–2019 and forecast for 2020–2024*

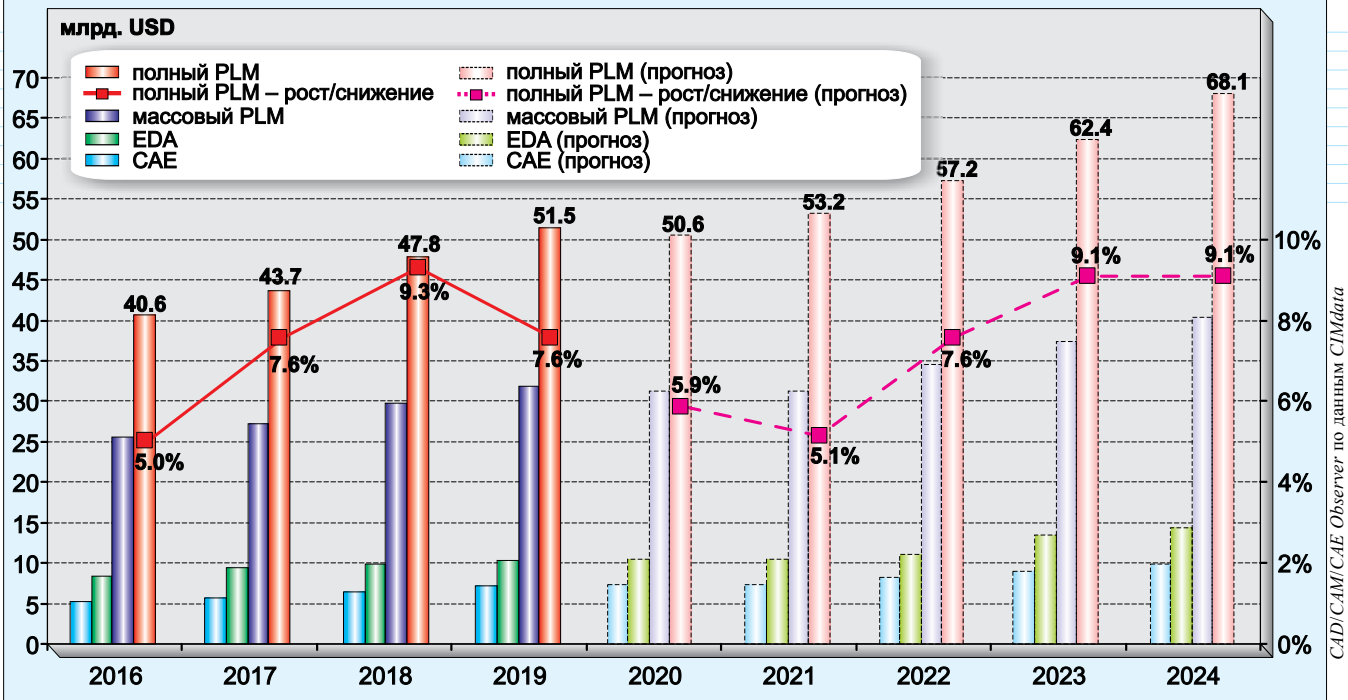


*Рис. 3. Объемы рынков CAE, EDA, массового PLM и полного PLM в 2016–2019 гг. с прогнозом на 2020–2024 гг., а также темпы роста/снижения (%) рынка полного PLM в 2016–2019 гг. с прогнозом на 2020–2024 гг.*

(или, для краткости, рынка *CAE*), в 2019 году достиг 7.142 млрд. долларов, то есть вырос в сравнении с 2018 годом на +10.5%.

В 2018 году, по сравнению с 2017-м, этот показатель составлял +13.1%, а в 2017 году, по сравнению с 2016-м, объем вырос на +8.3%.

✓ Объем полного рынка *PLM* в 2019 году увеличился на +7.7% в сравнении с 2018 годом: с 47.81 до 51.475 млрд. долларов.

Напомним, что в 2018 году, в сравнении с 2017-м, этот показатель составлял +9.4%, а в 2017 году, в сравнении с 2016-м, рынок вырос на +7.6%.

✓ Объем еще одного интересующего нас сегмента рынка *PLM* – того, что относится к *EDA*-системам, в 2019 году достиг 10.273 млрд. долларов (надо отметить, что в этом году данные *CIMdata* совпадают с данными *ESD Alliance*), а прирост составил +4% в сравнении с 2018-м.

В 2018 году, в сравнении с 2017-м, этот показатель составлял +5.5%, тогда как в 2017 году, в сравнении с 2016-м, процентный прирост был в два раза бóльшим (+11.7%).

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

| | 2018 г. | | 2019 г. | |
|---|---|---|---|---|
| | Объем рынка (млрд. *USD*) | Доля *CAE* (%) | Объем рынка (млрд. *USD*) | Доля *CAE* (%) |
| Полный *PLM* | 47,810 | 13,5% | 51,475 | 13,9% |
| Массовый *PLM* | 29,760 | 21,7% | 31,889 | 22,4% |
| Массовый *PLM* в ценах вендоров | 22,120 | 29,2% | 23,702 | 30,1% |
| Классический *PLM* в ценах вендоров | 21,304 | 30,3% | 22,816 | 31,3% |

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

### 2.3. Доля *CAE*- и *EDA*-сегментов на рынке *PLM*

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

В 2019 году доля *CAE*-инструментов, в зависимости от принятого определения *PLM*, составляла (рис. 1÷3, табл. 1, 3, 5):

- 31.3% – в случае классических средств *PLM* в ценах вендоров (в 2014 г. – 27.3%; в 2015 г. – 27.8%; в 2016 г. – 28.7%; в 2017 г. – 29.5%; в 2018 г. – 30.3%);
- 30.1% – в случае массовых средств *PLM* в ценах вендоров (в 2014 г. – 26.4%; в 2015 г. – 26.9%; в 2016 г. – 27.6%; в 2017 г. – 28.4%; в 2018 г. – 29.2%);

**Табл. 6. Изменение (%) объема рынка *PLM* для различных его определений в 2017–2019 гг. в сравнении с предыдущими годами**

| | 2017 г. в сравнении с 2016 г. (%) | 2018 г. в сравнении с 2017 г. (%) | 2019 г. в сравнении с 2018 г. (%) |
|---|---|---|---|
| Полный *PLM* | +7,6% | +9,4% | +7,7% |
| Массовый *PLM* | +6,5% | +9,6% | +7,2% |
| Массовый *PLM* в ценах вендоров | +5,2% | +9,8% | +7,2% |
| Классический *PLM* в ценах вендоров | +5,2% | +9,9% | +7,1% |

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

- 22.4% – в случае массовых средств *PLM* (в 2014 г. – 19.7%; в 2015 г. – 20.2%; в 2016 г. – 20.7%; в 2017 г. – 21.0%; в 2018 г. – 21.7%);
- 13.9% – в случае всеобъемлющего рынка *PLM* (в 2014 г. – 12.4%; в 2015 г. – 12.5%; в 2016 г. – 13.0%; в 2017 г. – 13.1%; в 2018 г. – 13.5%).

В 2019 году доля *EDA*-сегмента (рис. 1, 3, табл. 3), которая определяется исходя из структуры всеобъемлющего рынка *PLM*, составила 20% (в 2014 г. – 19.8%; в 2015 г. – 20.5%; в 2016 г. – 20.6%; в 2017 г. – 21.4%; в 2018 г. – 20.7%).

Увеличение доли *CAE* во всеобъемлющем рынке *PLM* в 2014–2019 годах с 12.4% до 13.9%, а также сохранение доли средств *EDA* на величине примерно 20% (в 2014–2019 годах 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. Наблюдается также повышение степени интеграции этих инструментов в *PLM*-решения и взаимодействия с инструментами машиностроительного проектирования.

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

Результаты краткосрочного прогнозирования рынка *PLM* на пятилетний период (с 2020 по 2024 гг.), выполненного аналитиками *CIMdata*, в сочетании с их же ранее опубликованными данными в период с 2016 по 2019 гг., воспроизведены на рис. 3 в принятом нами стиле; цифры получены методом оцифровки оригинального графика *CIMdata*.

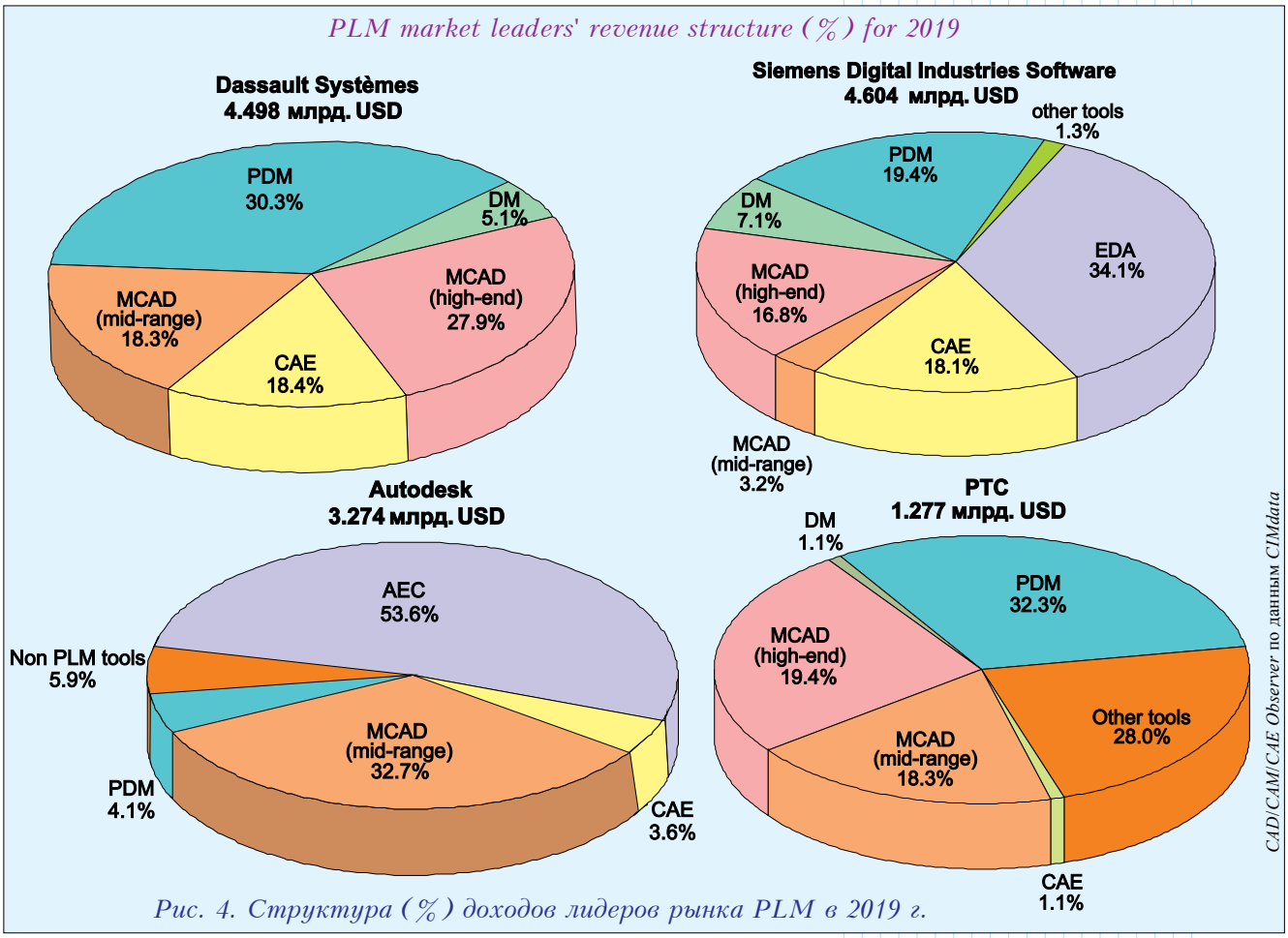


*Рис. 4. Структура (%) доходов лидеров рынка PLM в 2019 г.*

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 2024 году вырастет в сравнении с 2019 годом на +32.3% – с 51.5 до 68.1 млрд. долларов, то есть среднегодовые темпы роста составят +6.5%. Для сравнения: в период 2016–2019 гг. рынок рос в среднем на +6.7% в год;
- у рынка массовых средств *PLM* среднегодовые темпы роста будут ниже: +5.4%. Таким образом, объем рынка к 2024 году в сравнении с 2019-м увеличится на +26.8% – с 31.9 до 40.4 млрд. долларов. В прошедшие четыре года среднегодовой прирост составлял +6.2%;
- Самые высокие среднегодовые темпы роста будут у рынка *EDA:* +8.1%. Всего ожидается рост на +40.4% – с 10.3 млрд. долларов в 2019 году до 14.4 млрд. долларов в 2024-м. В прошедшие четыре года среднегодовой прирост составлял +5.7%;
- среднегодовые темпы роста рынка *CAE* составят +7.8%. Итого к 2024 году ожидается рост на +39.1%, то есть до 9.9 млрд. долларов, начиная отсчет с 7.1 млрд. долларов в 2019 году. В прошедшие четыре года среднегодовой прирост составлял +8.8%.

### 2.5. Структура доходов ведущих поставщиков *PLM*-решений

Теперь воспроизведем наглядно структуру годового дохода четырех ведущих поставщиков *PLM*-систем, или "королей" рынка *PLM:* это компании *Dassault Systèmes*, *Siemens Digital Industries Software* (*Siemens DI Software*), *Autodesk* и *PTC*.

Как известно, сами "короли" *PLM* не публикуют информацию о структуре своих доходов в интересующем нас разрезе, то есть по сегментам рынка *PLM*. Эти данные мы почерпнули из отчета *CIMdata*, подвергнув обратной оцифровке столбчатую диаграмму, после чего воспроизвели их в виде круговых диаграмм (рис. 4) без всякой корректировки, за исключением уточнения годового дохода по публично доступным финансовым отчетам (у *Siemens DI Software* таковой отсутствует). Таким образом, несмотря на невысокую точность оценок, отображенных на рис. 4, они становятся едва ли не единственным источником сведений о структуре "августейших" финансов.

Приведем *CAE*-доходы "королей" рынка *PLM* в 2019 году, исходя из данных *CIMdata*:

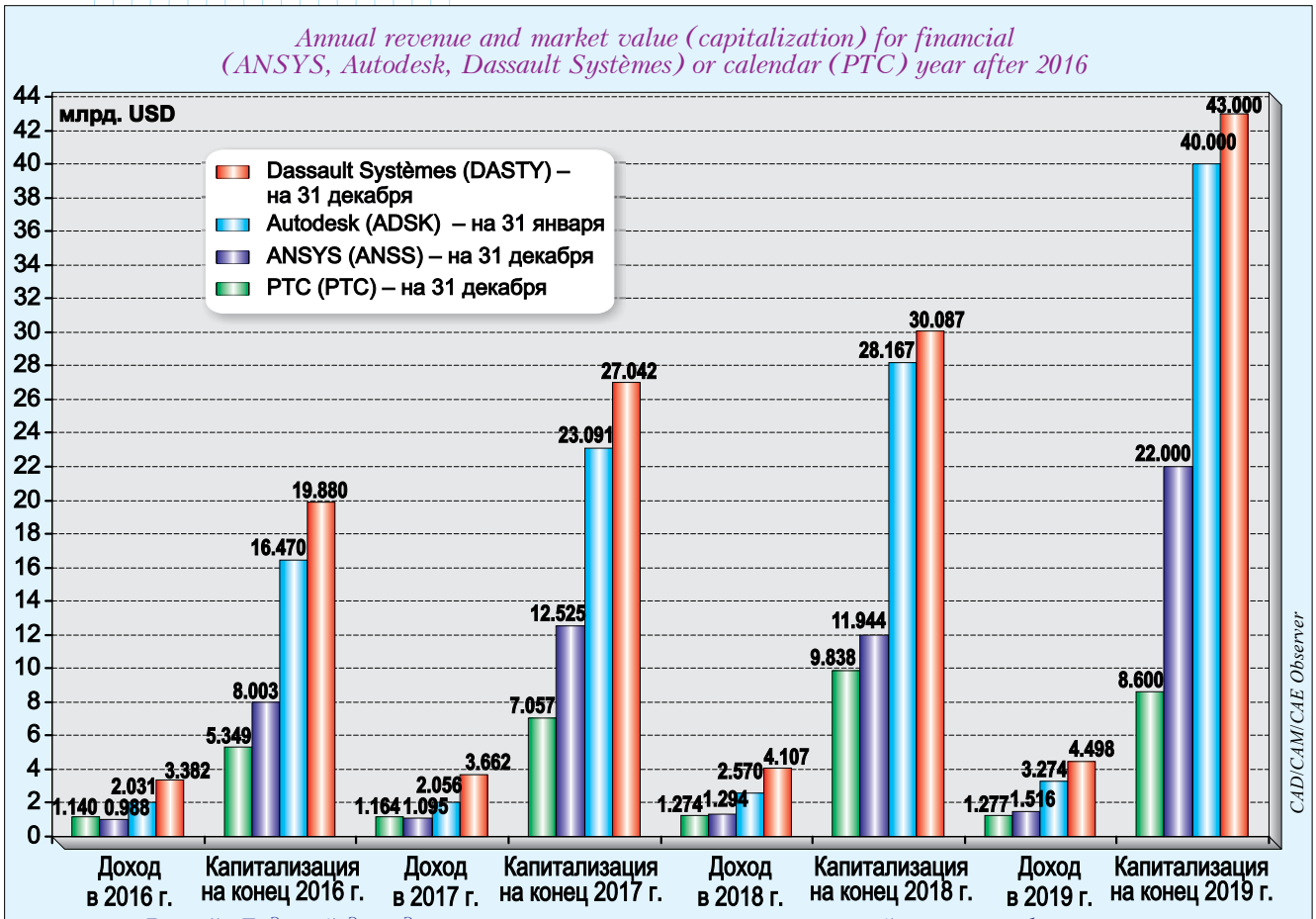


*Рис. 5. Годовой доход и рыночная капитализация компаний на конец финансового (ANSYS, Autodesk, Dassault Systèmes) или календарного (PTC) года в период после 2016 г.*

• *Siemens DI Software* – 835.4 млн. долларов (в 2017 г. – 600.1 млн.; в 2018 г. – 757.7 млн.);

• *Dassault Systèmes* – 827.0 млн. долларов (в 2017 г. – 630.2 млн.; в 2018 г. – 685.5 млн.);

• *Autodesk* – 118.1 млн. долларов (в 2017 г. – 84.0 млн.; в 2018 г. – 91.8 млн.);

• *PTC* – 13.7 млн. долларов (в 2017 г. – 9.4 млн.; в 2018 г. – 10.5 млн.).

В отношении *EDA*-дохода известно, что в 2019 году их получил только один из "королей" рынка *PLM* – компания *Siemens DI Software*; величина доходов составила 1571.5 млн. долларов. Год назад, в 2018-м, сумма была меньше – 1366.1 млн. долларов.

Что касается наших собственных оценок, то опираться на них в дальнейшем уже не представляется возможным, поскольку за время наших наблюдений за *CAE*-рынком в них накопилась значительная погрешность. Это связано с тем, что методика базировалась на экстраполяции доходов *CAE*-компаний, поглощенных "королями" рынка *PLM:* как правило, на момент приобретения в пресс-релизах сообщался годовой доход поглощаемых компаний, даже непубличных. (Каким образом проводилась экстраполяция, подробно описано в наших старых обзорах – см. ссылки в [7].)

## 3. Рынок *CAE*

### 3.1. Доходы "короля" рынка *CAE*

Компания *Ansys* (биржевой индекс *ANSS*) основана в 1970 году, в ней работает более 4100 профессионалов (данные на 31.12.2019 г.). Штаб-квартира располагается в городе *Canonsburg* (шт. Пенсильвания, США).

Доход компании в 2019 году достиг величины **1.516 млрд. долларов** (рис. 5, 6). Прирост в сравнении с 2018 годом (1.294 млрд. долларов) составил +17.2%, то есть темп немножечко упал: прирост в 2018 году в сравнении с 2017-м (1.095 млрд.) составлял +18.1%. Напомним, что доход *Ansys* в 2017 году, когда он впервые превысил миллиард долларов, увеличился по сравнению с 2016 годом (988.5 млн. долларов) на +10.8%, а в 2016 году в сравнении с 2015-м (942.8 млн.) – на +4.8%.

### 3.2. "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. 5).

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

При этом, если рассматривать отношение капитализации компании к её годовому доходу, то,

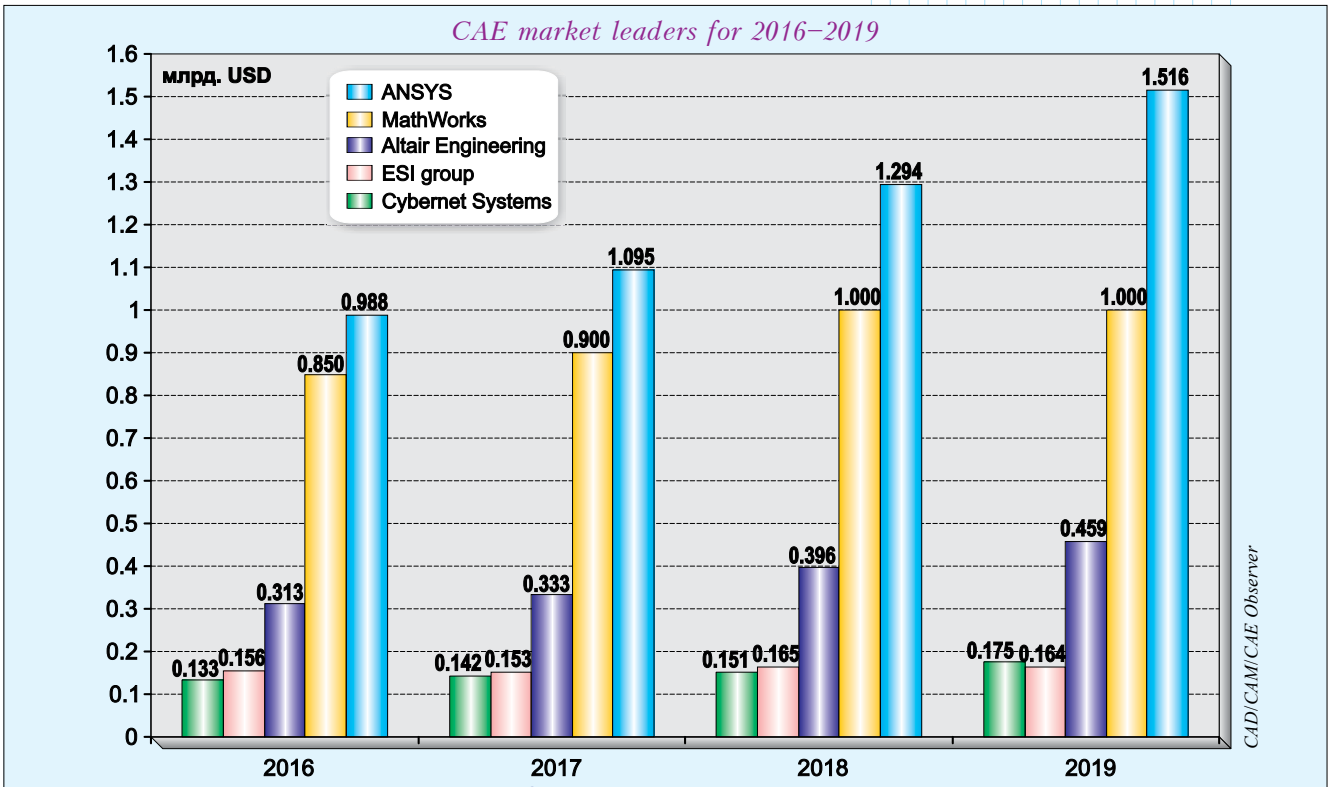


*Рис. 6. Лидеры рынка CAE в 2016–2019 гг.*

исходя из данных диаграмм, получается, что *Ansys* лидирует:

- *Ansys* – 14.5;
- *Autodesk* – 12.2;
- *Dassault Systumes* – 9.6;
- *PTC* – 6.7.

Что же касается результатов компании *Siemens DI Software* за 2019 год, то, по оценкам аналитиков *CIMdata*, её *PLM*-доходы составили 4.604 млрд. долларов, что на 106 млн. больше "евровых" доходов *Dassault Systèmes*, пересчитанных в доллары по среднегодовому курсу Европейского центробанка – 4.498 млрд. долларов. Ранее, в 2018 году, софтверное подразделение концерна *Siemens*, заработавшее на *PLM*-инструментах 4.052 млрд. долларов (также по оценке *CIMdata)*, на 55 млн. отставало от компании *Dassault Systèmes*, доход которой составил тогда 4.107 млрд. долларов.

### 3.3. Доходы других поставщиков *CAE*-технологий

На рис. 6 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 свой годовой доход она указывает. Мониторинг изменений, вносимых в размещенный на сайте компании *PDF*-файл, дает следующие цифры: доходы в размере 800, 800, 850, 900, 1000 и 1000 млн. долларов в 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 и 2019 годах соответственно. По всей видимости, это красиво округленные данные, причем используемый авторами рекламных материалов инкремент инвариантен – 50 "лимонов".

Таким образом, доход *MathWorks* в 2019 году второй год подряд составил **ровно 1 млрд. долларов** (в отличие от предыдущих обзоров [7], доходы компании ополовиниваться не будут); а в 2018 году *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 2019 году составил **458.9 млн. долларов**, что на +15.8% больше, чем в 2018 году (396.4 млн. долларов). В 2018 году прирост в сравнении с 2017 годом (333.3 млн. долларов) составил +18.9%, а в 2017 году в сравнении с 2016-м (313.2 млн. долларов) доход увеличился на +6.4%.

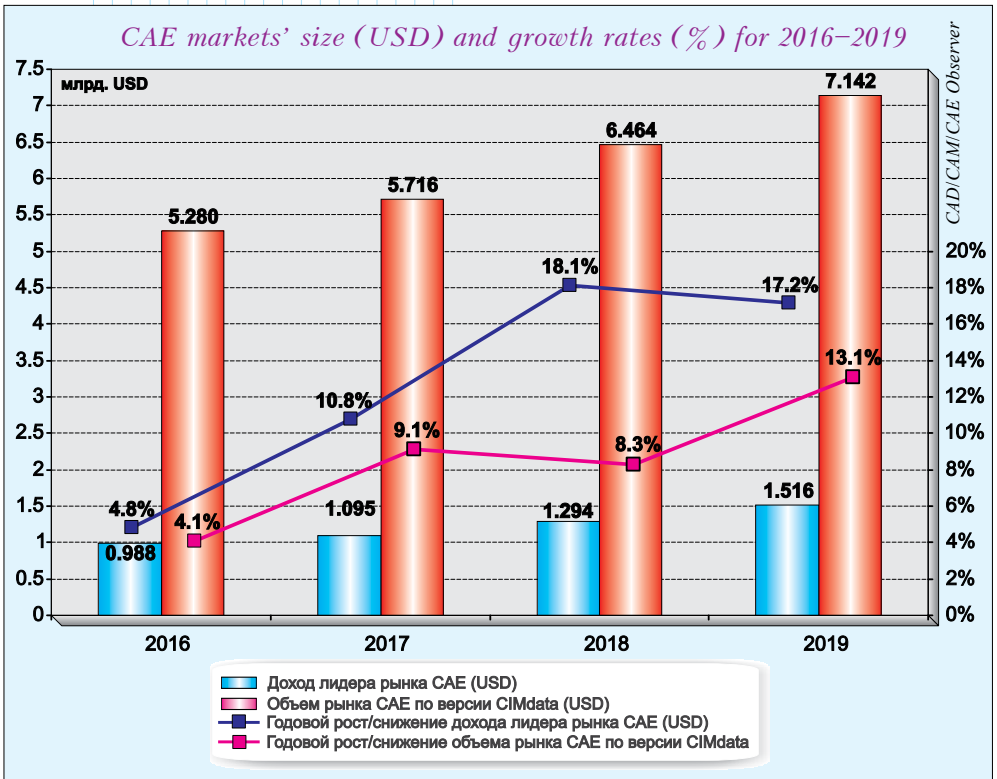


*Рис. 7. Объем (доллары) и темпы роста/снижения (%) объема рынка CAE в 2016–2019 гг.*

#### ✓ *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 (Япония). В штате *Cybernet Systems* насчитывается более 600 сотрудников.

В 2019 году компания заработала 21 350 млрд. иен (примерно **174.99 млн. долларов**). По сравнению с 2018 годом, когда доходы составили 19 719 млрд. иен (примерно 151.2 млн. долларов), мы видим рост на +8.3% или +15.7% – при учете в иенах и долларах соответственно.

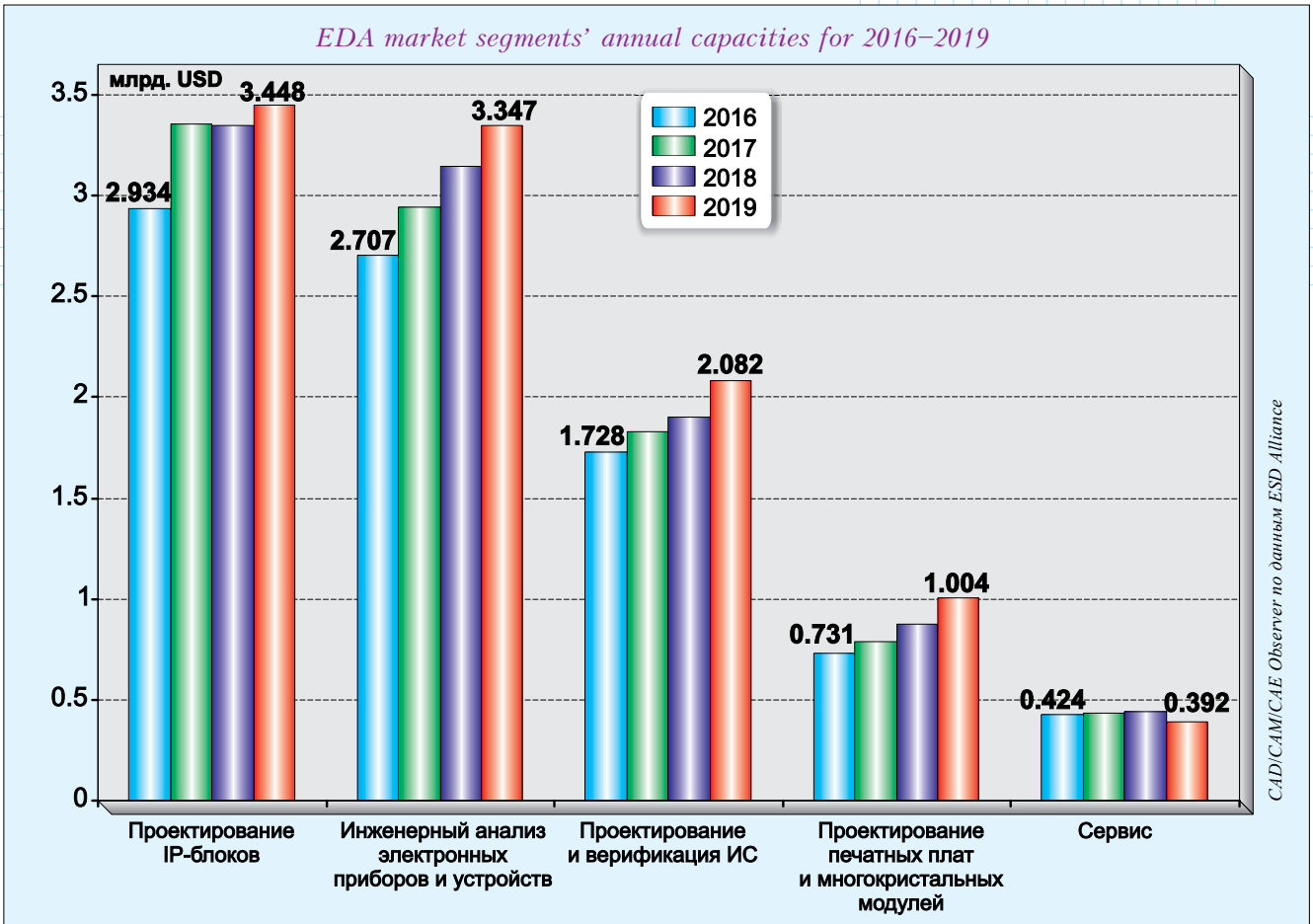


*Рис. 8. Годовые объемы сегментов рынка EDA в 2016–2019 гг.*

Год назад, в 2018-м, тоже имел место 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. Два года назад, в 2017-м, наблюдалось увеличение доходов по сравнению с 2016 годом (16 132 млрд. иен или 133.8 млн. долларов): +12.2% или +6.4% соответственно. В 2016 году показатели были более скромными: в сравнении с 2015 годом, когда компания *Cybernet Systems* заработала 15 518 млрд. иен (128.2 млн. долларов), прирост составил +3.3% (в иенах) или +4.1% (в долларах).

### ✓ *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 2019 финансовом году (завершился 31.01.2020 г.) *ESI Group* заработала 146.2 млн. евро или **163.7 млн. долларов**. По сравнению с показателями 2018 года (139.4 млн. евро или 164.6 млн. долларов) увеличение годового дохода в евро составило +4.9%, тогда как в долларах годовой доход даже уменьшился на -0.6%.

Год назад, в 2018-м, по сравнению с показателями 2017 года (135.3 млн. евро или 152.8 млн. долларов) наблюдался прирост: увеличение годового дохода в евро и в долларах составило +3.0% и

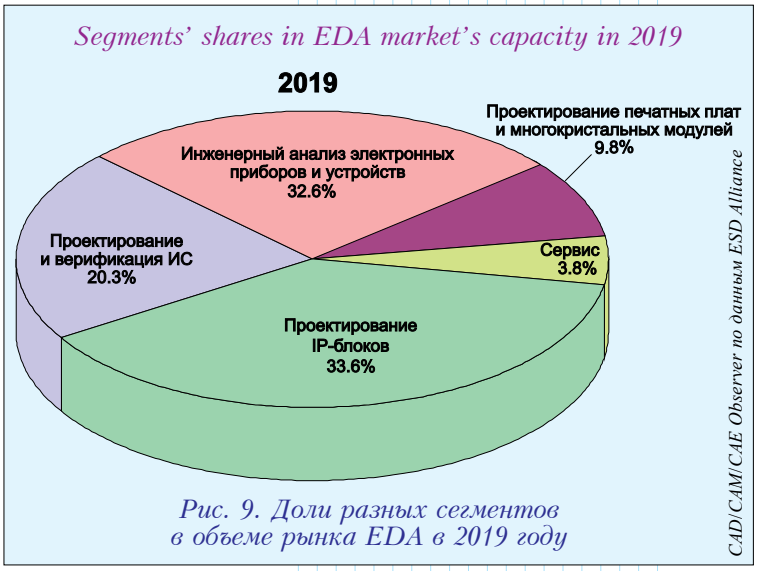


*Рис. 9. Доли разных сегментов в объеме рынка EDA в 2019 году*

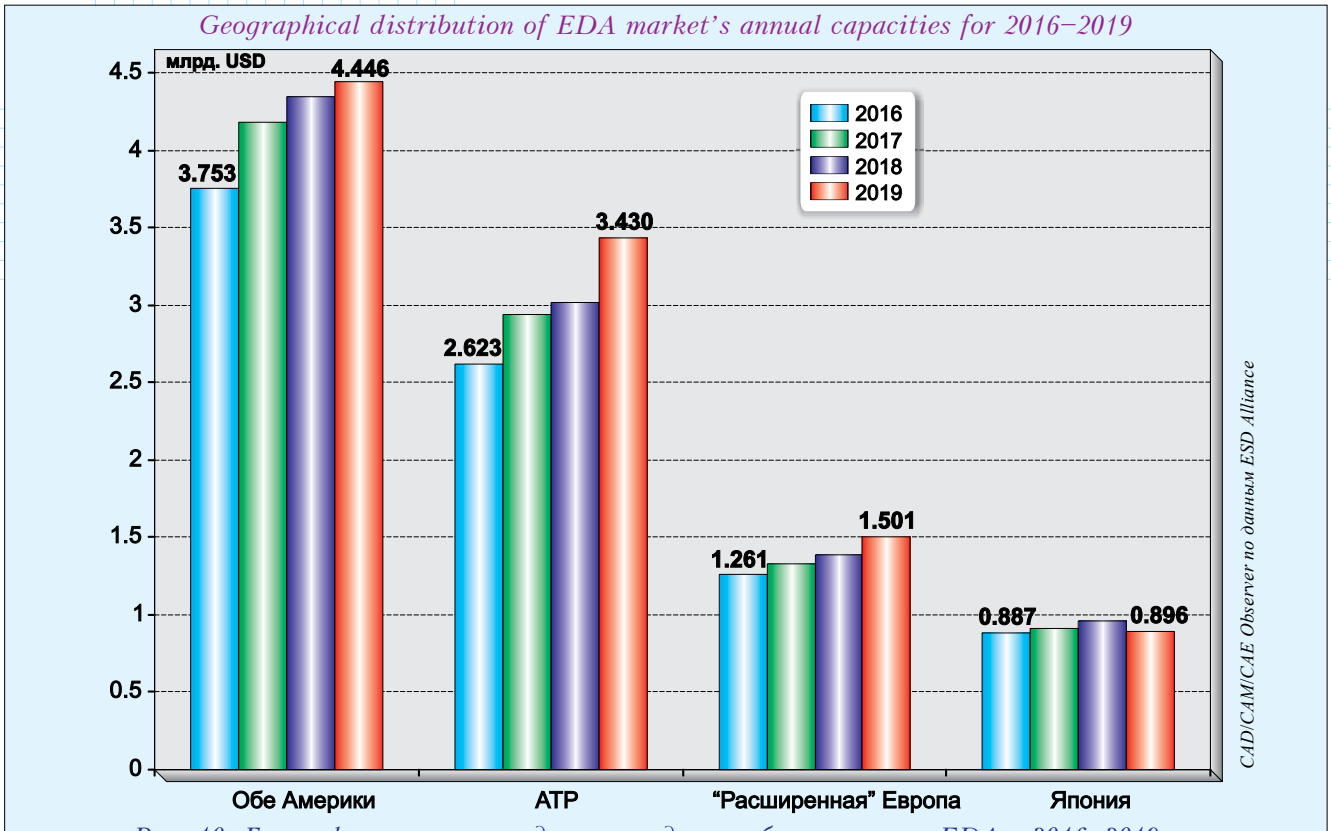


*Рис. 10. Географическое распределение годовых объемов рынка EDA в 2016–2019 гг.*

+7.7% соответственно. Два года назад, в 2017-м, по сравнению с показателями 2016 года (140.6 млн. евро или 155.6 млн. долларов) был зафиксирован спад: -3.8% в евро и -1.8% в долларах. В 2016 финансовом году дела шли лучше: в сравнении с показателями 2015 года (124.7 млн. евро или 138.3 млн. долларов) рост годового дохода в евро и в долларах составил +12.8% и +12.5% соответственно.

### 3.4. Десятка ведущих поставщиков *CAE*-технологий

Дополнив объединенный список *CAE*-вендоров из раздела 3.3 и *PLM*-вендоров из раздела 2.5 еще двумя компаниями (см. ниже позиции 6 и 9), получим Топ-10 ведущих поставщиков *CAE*-технологий, годовой доход которых превышает 100 млн. долларов (по оценкам *CIMdata*):

1. *Ansys* – 1.516 млрд.
2. *MathWorks* – 1.013 млрд.
3. *Siemens DI Software* – 835.4 млн.
4. *Dassault Systèmes* – 827.0 млн.
5. *Altair Engineering* – 458.9 млн.
6. *MSC Software* (входит в состав *Hexagon*) – 253.2 млн.
7. *Cybernet Systems* – 174.99 млн.
8. *ESI Group* – 163.7 млн.
9. *COMSOL* – 126.6 млн.
10. *Autodesk* – 118.1 млн.

### 3.5. Поглощения на рынке *CAE*

✓ ***Ansys***

Лидер рынка *CAE*, американская компания *Ansys*, в 2019–2020 гг. заключил следующие крупные сделки:

- в середине сентября 2019 года подписано соглашение о приобретении за **775 млн. долларов** основанной в 1989 году американской компании *Livermore Software Technology Corporation* (***LSTC***), разработчика системы ***LS-DYNA***;

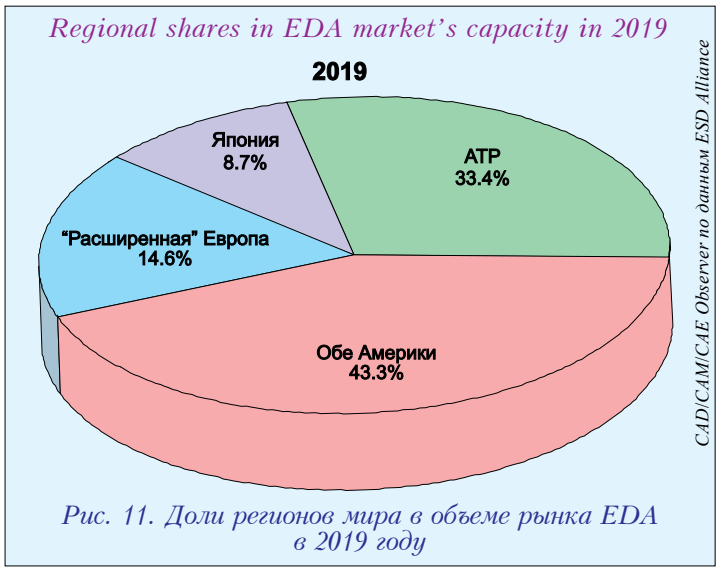


*Рис. 11. Доли регионов мира в объеме рынка EDA в 2019 году*

• 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 аэрокосмической, оборонной и телекоммуникационной отраслях, а также интеллектуальных приложений.

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

• в конце января 2019 года куплен *Helic*, американский разработчик решений для анализа электромагнитных перекрестных помех в однокристальных системах (*System on Chip, SoC*);

• тогда же приобретен *Granta Design*, британский поставщик инструментов для обработки информации о свойствах материалов, применяемых в инженерных расчетах;

• в начале мая 2019 года куплены активы американской компании *DfR Solutions*, разработчика решений для анализа надежности электронной аппаратуры;

• в начале марта 2020 года приобретена канадская компания *Lumerical*, разработчик инструментов для проектирования, моделирования и оптимизации схем и систем фотонной электроники.

В качестве других скромных покупателей в 2019–2020 гг. выступали тоже хорошо знакомые нам компании.

✓ ***Altair Engineering***

Список приобретений компании *Altair Engineering* весьма обширен:

• в начале апреля 2019 года у британской компании *Cambridge Collaborative* куплена система *SEAM* для анализа высокочастотного шума и вибраций;

• в первой декаде октября 2019 года приобретена южно-корейская компания *Polliwog*, поставщик ПО для проектирования печатных плат;

• в первой декаде ноября 2019 года в собственность *Altair* перешла британская компания *DEM Solutions*, разработчик средств моделирования перемещения сыпучих материалов на основе метода дискретных элементов (*Discrete Element Method, DEM*);

• в начале января 2020 года поглощена испанская компания *newFASANT*, поставщик ПО для моделирования высоко-частотных 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

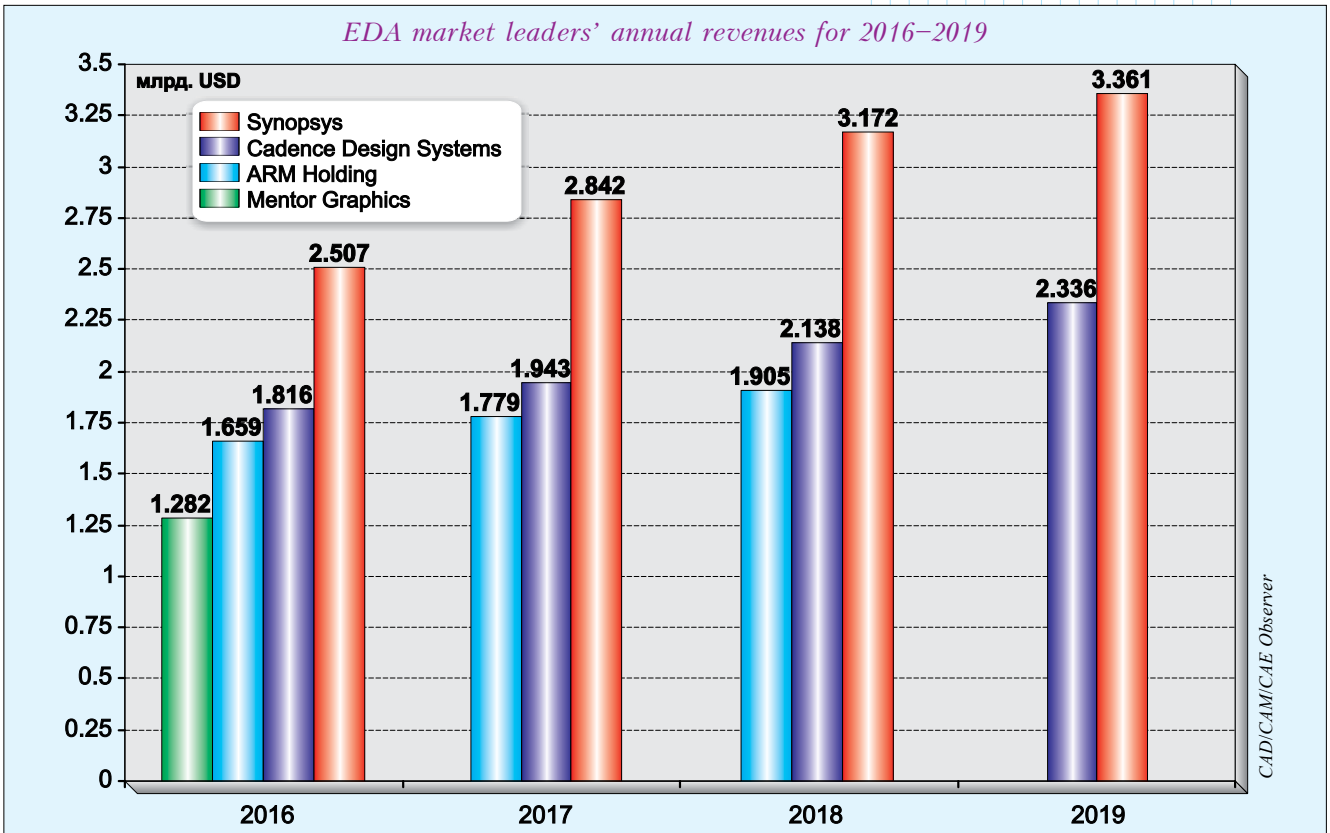


*Рис. 12. Годовые доходы лидеров рынка EDA в 2016–2019 гг.*

корпоративных систем высокопроизводительных вычислений и искусственного интеллекта, развернутых на предприятии или размещенных в облаке;

- тогда же приобретен британский *Ellexus*, разработчик программных инструментов анализа ввода/вывода больших объемов данных для систем ВПВ;
- совсем недавно, в начале октября 2020 года, куплена немецкая компания *M-Base Engineering+Software*, ведущий поставщик информационных систем и баз данных материалов (основное внимание уделяется пластмассам).

✓ ***MSC Software***

В конце июня 2019 года компания *Hexagon* для своего подразделения *MSC Software* приобрела немецкий стартап *AMendate* – поставщика решения для поддержки разработки и оптимизации изделий, изготавливаемых методами аддитивного производства.

### 3.6. Объем рынка *CAE*

В соответствии с данными компании *CIMdata*, объем рынка *CAE*-систем в 2019 году достиг **7.142 млрд. долларов** (табл. 1), что соответствует росту на +10.5% (табл. 2) в сравнении с 2018 годом (6.464 млрд. долларов). Годом ранее, в 2018-м, прирост объема составил +13.1% в сравнении с 2017 годом (6.464 млрд. долларов). Двумя годами ранее, в 2017-м, рынок *CAE* вырос на +8.3% в сравнении с 2016 годом (5.28 млрд. долларов).

Суммарные доходы за 2019 год тех пяти компаний, доходы которых публиковались открыто, составили 3.314 млрд. долларов или **46.4% всего объема рынка *CAE***. Годом ранее, в 2018 году, доля упомянутого квинтета была такой же – 46.5% (3.006 млрд. долларов из 6.464 млрд.), а в 2017 году их доля была немного меньше – 45.9% (2.623 млрд. долларов из 5.28 млрд.).

В соответствии с данными компании *CIMdata*, объем рынка *CAE* в 2019 году составил 7.142 млрд. долларов, что соответствует росту на +10.5% в сравнении с 2018 годом.

## 4. Рынок *EDA*

### 4.1. Структура рынка *EDA*

Напомним читателям классификацию, предложенную *ESD Alliance*, в соответствии с которой этот рынок (рис. 8, 9) 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 пятый год подряд занимает первую позицию по общему объему доходов. В 2019 году доходы выросли на +2.9% по сравнению с 2018-м; в денежном измерении величина сегмента составила 3.448 млрд. долларов.

*EDA market annual capacities, market leaders' total revenue and its growth rates (%) for 2016–2019*

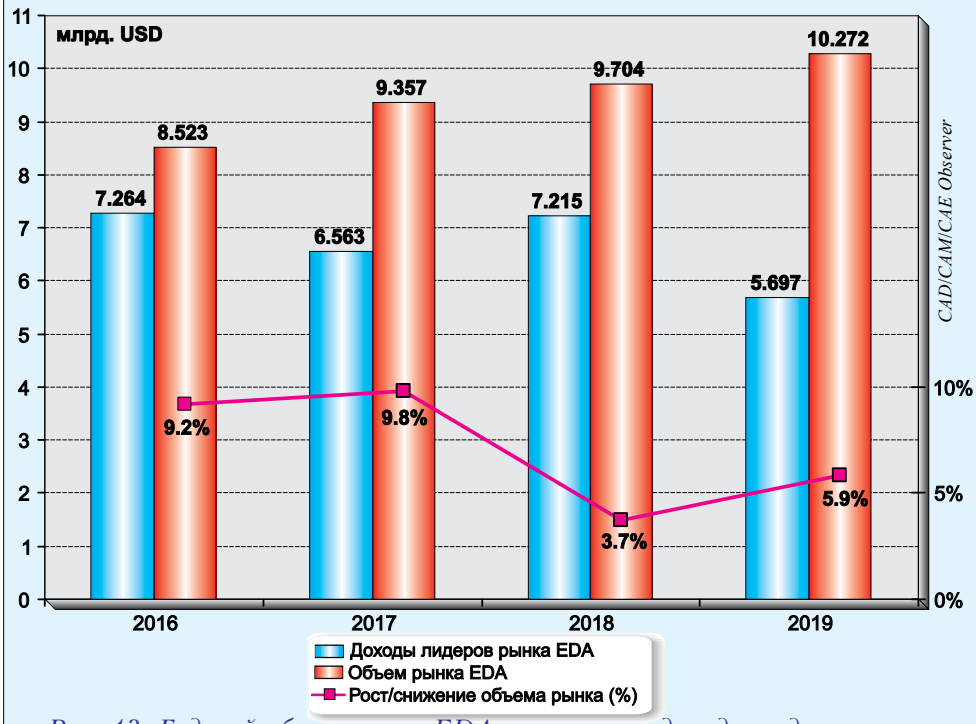


*Рис. 13. Годовой объем рынка EDA, суммарные доходы лидеров рынка и темпы роста/снижения доходов (%) в 2016–2019 гг.*

За последние 15 лет доля сегмента *SIP* в общем пироге существенно увеличилась: с 16.8% в 2004 году до своего максимума – 33.6% в 2019 году.

✓ **Системы *ECAE***

Пятый год подряд сегмент *ECAE*, уступив лидерство, занимает вторую позицию по объему доходов. В 2019 году этот показатель вырос на +6.5% и достиг 3.347 млрд. долларов. При этом доля сегмента *ECAE*, прежде самого крупного, в общем объеме рынка постоянно усыхает. С 2004 года она уменьшилась весьма заметно – с 43.1% до 32.6%.

✓ **Системы проектирования и верификации интегральных схем**

Прирост этого, находящегося на третьем месте, сегмента в 2019 году составил +9.5%, а объем достиг 2.082 млрд. долларов. Однако по сравнению с 2007 годом доля этого сегмента заметно уменьшилась – с 27.1% до 20.3%.

✓ **Системы разработки печатных плат и многокристальных модулей**

Объем этого, четвертого по величине, сегмента в 2019 году вырос на +15.1%, до 1.004 млрд. долларов.

По сравнению с 2004 годом, доля сегмента немного увеличилась – с 7.6% до 9.8%. Максимального значения она достигала в 2009 году: 10.3% от общего объема рынка.

✓ **Сервис**

В 2019 году объем сервисных доходов уменьшился на -10.9% и составил 0.392 млрд. долларов. Доля этого сегмента в общем *EDA*-пироге в 2019 году сократилась до 3.8%.

### 4.2. Географическое деление рынка *EDA*

Для изучения географического среза *EDA*-рынка мы опираемся на классификацию *ESD Alliance*, введенную с I квартала 2009 года (рис. 10, 11). 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 2019 году наибольшие, по сравнению с годом 2018-м, темпы роста продемонстрировали АТР и

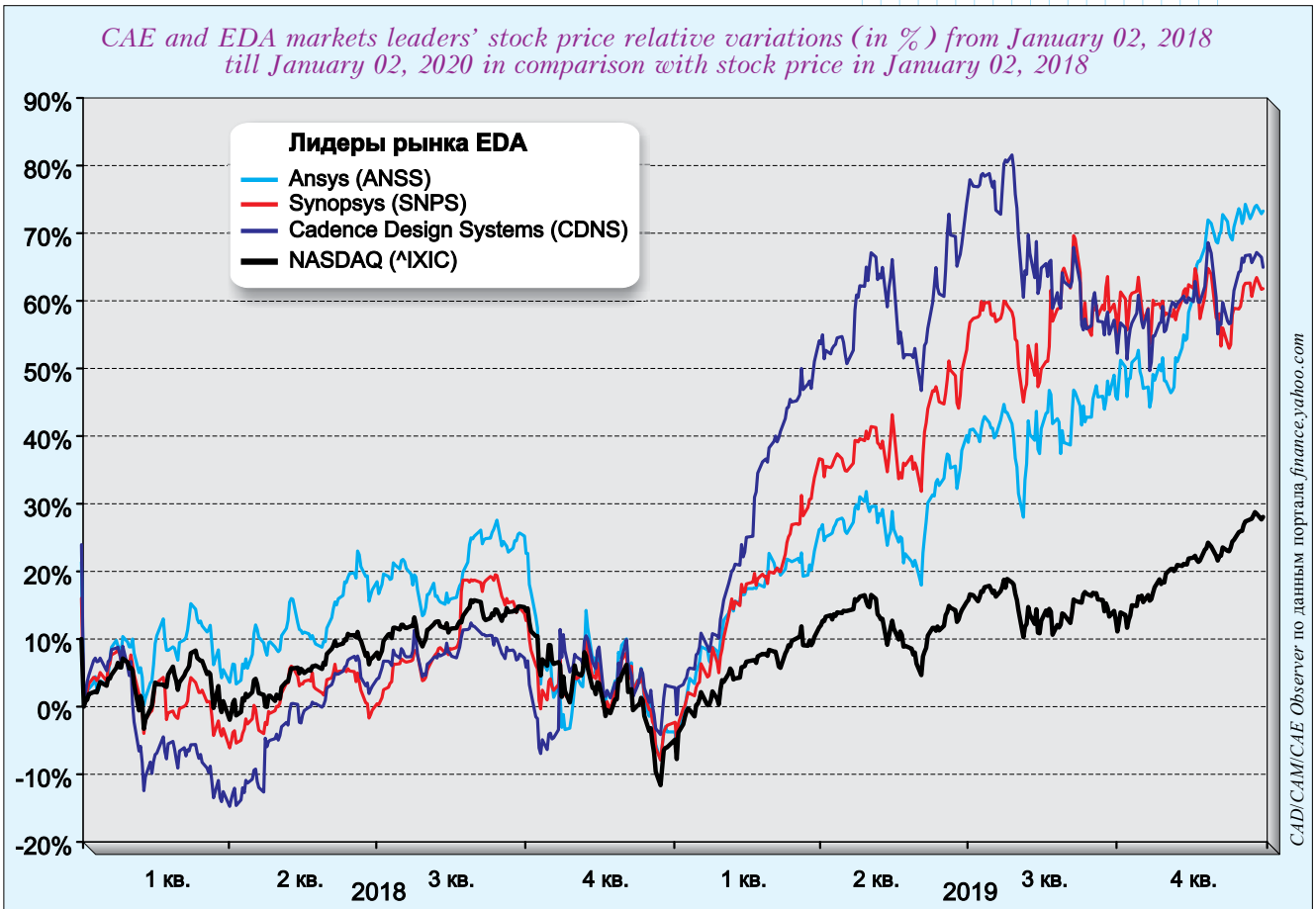


*Рис. 14. Изменение котировок акций (в %) лидеров рынков CAE и EDA в период 02.01.2018–02.01.2020 гг. в сравнении с котировками на 02.01.2018 г.*

европейский регионы: на +13.6% и +8.6% соответственно, вырос также и американский рынок – на +2.4%. Продажи на японском рынке снизились на -6.7%.

Объем европейского рынка (1.501 млрд. долларов) уже восьмой год превышает объем рынка японского (0.896 млрд. долларов). Объем рынка АТР достиг 3.43 млрд. долларов, то есть 77.1% американского (4.446 млрд.).

Доли регионов в процентном выражении в 2019 году выглядят так (рис. 11):

- Япония – 8.7%;
- расширенная Европа – 14.6%;
- АТР – 33.4%;
- обе Америки – 43.3%.

Объем европейского рынка в период 2016–2019 гг. составлял: 1.261; 1.328; 1.383 и 1.501 млрд. долларов соответственно. При пересчете в евро по средним значениям годового курса *USD/EUR* (1.107; 1.130; 1.181 и 1.120 соответственно) получаем: 1.140; 1.175; 1.171 и 1.341 млрд. евро.

Годовые темпы роста/снижения рынка *EMEA* в период 2016–2019 гг. весьма различаются при расчете в долларах (+5.4%; +5.3%; +4.1%; +8.6%) и расчете в евро (+5.6%; +3.1%; -0.4%; +14.2%), что, как мы знаем, вызвано изменениями соотношения курсов этих валют.

### 4.3. Доходы "королей" рынка *EDA*

Согласно итогам за 2019 год, в виртуальный клуб миллиардеров по-прежнему входит квартет хорошо знакомых нам компаний:

- *Synopsys*,
- *Cadence Design Systems*,
- *ARM Holdings*, которая в течение 18 месяцев должна перейти в собственность компании *NVIDIA* после недавнего подписания соглашения о поглощении [4].
- некогда преимущественно *MCAD*-овская компания *Siemens DI Software*, завершившая поглощение *Mentor Graphics*.

В нашем распоряжении имеются финансовые данные о первых двух компаниях.

#### ✓ *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 2019 году (за период с 01.02.2019 г. по 31.01.2020 г.) составил **3.361 млрд. долларов** (рис. 12), что на +5.9% больше, чем в 2018-м, когда компания заработала 3.172 млрд. Пересчет сделан с использованием квартальных данных, поскольку финансовый год *Synopsys* завершается на квартал раньше – 31 октября.

Темпы роста доходов *Synopsys* в 2016, 2017, 2018 и 2019 гг. были следующими: +10.5%; +13.4%; +11.6% и +5.9% 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-Хосé (шт. Калифорния, США).

В 2019 году (финансовый год компании совпадает с календарным) *Cadence* заработала **2.336 млрд. долларов** (рис. 12); прирост в сравнении с 2018 годом (2.138 млрд. долларов) составил +9.3%.

Темпы роста доходов *Cadence* в 2016, 2017, 2018 и 2019 гг. были следующими: +6.7%; +7.0%; +10.0% и +9.3% соответственно.

### 4.4. Поглощения на рынке *EDA*

#### ✓ Сделки компании *Synopsys*

Список приобретений *Synopsys* в 2019–2020 гг. включает:

- немецкую компанию *Qtronic GmbH* (06.08.2019);
- *IP*-активы американской компании *eSilicon* (11.11.2019);
- американскую компанию *DINI Group* (11.11.2019);
- *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 2019–2020 гг. включает две американские компании:

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

### 4.5. Объем рынка *EDA*

Объем рынка *EDA*, подсчитанный *ESD Alliance*, в 2019 году достиг 10.273 млрд. долларов (рис. 13).

В 2016, 2017 и 2018 годах этот показатель был следующим: 8.523, 9.357 и 9.704 млрд. долларов соответственно.

Темпы роста рынка в 2019 году составили +5.9%. В 2016, 2017 и 2018 годах этот показатель был равен +9.4%, +9.8% и +3.7% соответственно.

По данным *ESD Alliance*, объем рынка *EDA* в 2019 году вырос на +5.9% по сравнению с 2018 годом и составил 10.273 млрд. долларов.

Отметим, что в 2019 году тандем лидеров *EDA*-рынка – *Synopsys* и *Cadence Design Systems* – заработал немного больше половины (55.5%) всех денег на этом рынке. 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%.

### 4.6. 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 высокотехнологичной отрасли (рис. 14).

**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 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть I. Мировая экономика в период пандемии коронавируса // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №3, с. 71–79.

2. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. Серверы, облачная ИТ-инфраструктура // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №4, с. 68–79.

3. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть III. Суперкомпьютеры // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №5, с. 6–21.

4. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть IV. *HPC*-серверы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №6, с. 66–76.

5. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2019–2020 годах: обзор достижений и анализ рынков. Дополнение к части IV. Квантовые вычисления // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2020, №7, с. 22–23.

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

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

9. Павлов С. Системы высокопроизводительных вычислений в 2018–2019 годах: обзор достижений и анализ рынков. Часть II. *HPC*-системы // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2019, №4, с. 79–87.

◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

Металлообработка. Сварка – Урал

16–19 марта 2021
Екатеринбург

международная выставка технологий, оборудования, материалов для машиностроения, металлообрабатывающей промышленности и сварочного производства

крупнейший специализированный региональный проект в России

ВЫСТАВОЧНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ПЕРМСКАЯ ЯРМАРКА

(342) 264-64-27
egorova@expoperm.ru
www.metal-ekb.expoperm.ru