

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ГОЛОСОВ ВЫДАЮЩИХСЯ СОПРАНО

Александр Юфа

Аннотация. Статья посвящена спектральному анализу голосов выдающихся сопрано. Полученные формальные результаты сопоставлены с результатами многочисленных сравнительных прослушиваний многих выдающихся исполнительниц. Предложенная методика позволила объективно выявить певиц, голоса и тембр которых наиболее близки друг к другу, на примере двух наиболее популярных оперных арий.

Введение

Задачей данного исследования является применение ранее разработанной автором объективной методики сравнительного анализа звучания и исполнительской манеры певцов и певиц, поющих те же самые произведения [1]. Это сравнение осуществляется с помощью графиков спектра – зависимости амплитуды (дБ) от частоты (Гц) с помощью программы Audacity [2]. На графике спектра по оси абсцисс откладывается частота спектральных составляющих (измеренная в Гц), а по оси ординат – амплитуда этих спектральных составляющих.

Чтобы его получить, нужно сделать быстрое преобразование Фурье, или, как говорят, провести спектральный анализ звуковой волны. В Audacity для этого есть функция «Построить график спектра». Сам по себе график спектра — это всего лишь графическое представление ряда Фурье, это график, который показывает, из каких частот (гармоник / обертонов) составлен звук и какая у каждой из этих составляющих амплитуда. Для лучшей сопоставимости графиков спектра каждый звуковой файл нормируется по громкости в программе Audacity.

В данном исследовании рассмотрены две популярные оперные арии Пуччини в исполнении выдающихся сопрано: 1) ария Тоски из одноименной оперы (рис. 1 и табл. 1) – 32 сопрано; 2) вальс Мюзетты из оперы «Богема» (рис. 2 и табл. 2) – 22 сопрано. Приведенные на рис. 1 и 2 графики спектра для различных исполнительниц позволяют оценивать их близость визуально, а показанные в таблицах 1 и 2 соответствующие корреляционные матрицы разрешают делать это формально. Наиболее близкие по высокому значению коэффициента парной корреляции исполнительницы отмечены оранжевым (1.00), жёлтым (0.99) и зелёным (0.98) цветами в соответствующих клетках корреляционных матриц). Рассмотрим последовательно две вышеупомянутые арии.

Ария Тоски

Мария Каллас, Грэйс Мур, Леонтина Прайс и Роза Ронселле уникальны в исполнении арии Тоски. **Грэйс Бамбри** наиболее близка с Магдой Оливеро, Монсеррат Кабалье, Миреллой Френи, Каритой Маттила, Нелли Мельба, Ренатой Скотто, Галиной Вишневской, Эммой Эймс, Джеральдин Фаррар, Биргит Нильсон, Элеонор Стибер и Ренатой Тебальди. **Монсеррат Кабалье** близка с Миреллой Френи, Ренатой Тебальди, Галиной Вишневской, Грэйс Бамбри, Каритой Маттила, Биргит Нильсон, Магдой Оливеро, Ренатой Скотто и Элеонор Стибер. **Лина Кавальери** близка с Джоан Сазерленд, Марией Ерица, Розой Раисой и Элеонор Стибер. **Эмми Дестин** близка с Розой Раисой, Марией Ерица, Медеей Мей-Фигнер и Джоан Сазерленд. **Деанна Дурбин** близка с Сондрой Родвановски. **Эмма Эймс** близка с Джеральдин Фаррар, Нелли Мельба, Грэйс Бамбри, Магдой Оливеро и Ренатой Скотто. **Джеральдин Фаррар** близка с Эммой Эймс, Нелли Мельба, Грэйс Бамбри и Ренатой Скотто. **Ренё Флеминг** близка с Марией

Гулегиной, Анной Моффо и Анной Нетребко. **Мирелла Френи** близка с Монсеррат Кабалье, Каритой Маттила, Биргит Нильсон, Галиной Вишневской, Грэйс Бамбри, Магдой Оливеро, Ренатой Скотто, Элеонор Стибер, Ренатой Тебальди, Анжелой Георгиу, Нелли Мельба и Джоан Сазерленд. **Анжела Георгиу** близка с Биргит Нильсон, Монсеррат Кабалье, Миреллой Френи, Каритой Маттила, Элеонор Стибер, Ренатой Тебальди и Галиной Вишневской. **Мария Гулегина** близка с Ренё Флеминг и Анной Нетребко. **Мария Ерица** близка с Линой Кавальери, Клаудией Муцио, Розой Раиса, Элеонор Стибер, Джоан Сазерленд, Эмми Дестин и Медеей Мей-Фигнер. **Карита Маттила** близка с Миреллой Френи, Грэйс Бамбри, Монсеррат Кабалье, Биргит Нильсон, Магдой Оливеро, Ренатой Скотто, Элеонор Стибер, Ренатой Тебальди, Анжелой Георгиу, Нелли Мельба и Джоан Сазерленд. **Медеей Мей-Фигнер** близка с Эмми Дестин, Марией Ерица, Клаудией Муцио, Розой Раиса и Габриэллой Туччи. **Нелли Мельба** близка с Грэйс Бамбри, Эммой Эймс, Джеральдин Фаррар, Ренатой Скотто, Миреллой Френи, Каритой Маттила и Магдой Оливеро. **Анна Моффо** близка с Марией Гулегиной, Ренё Флеминг и Анной Нетребко. **Клаудиа Муцио** близка с Марией Ерица, Медеей Мей-Фигнер и Розой Раиса. **Анна Нетребко** близка с Ренё Флеминг, Марией Гулегиной и Анной Моффо. **Биргит Нильсон** близка с Миреллой Френи, Галиной Вишневской, Монсеррат Кабалье, Анжелой Георгиу, Каритой Маттила, Элеонор Стибер, Ренатой Тебальди, Грэйс Бамбри, Магдой Оливеро, Ренатой Скотто и Джоан Сазерленд. **Магда Оливеро** близка с Грэйс Бамбри, Миреллой Френи, Каритой Маттила, Ренатой Скотто, Эммой Эймс, Нелли Мельба, Биргит Нильсон, Ренатой Тебальди и Галиной Вишневской. **Сондра Родвановски** близка с Деанной Дурбин. **Роза Раиса** близка с Линой Кавальери, Эмми Дестин, Марией Ерица, Джоан Сазерленд, Медеей Мей-Фигнер, Клаудией Муцио и Элеонор Стибер. **Рената Скотто** близка с Грэйс Бамбри, Миреллой Френи, Каритой Маттила, Магдой Оливеро, Монсеррат Кабалье, Эммой Эймс, Джеральдин Фаррар, Биргит Нильсон и Галиной Вишневской. **Элеонор Стибер** близка с Линой Кавальери, Миреллой Френи, Марией Ерица, Каритой Маттила, Анной Нетребко, Джоан Сазерленд, Галиной Вишневской, Грэйс Бамбри, Монсеррат Кабалье, Анжелой Георгиу, Розой Раиса и Ренатой Тебальди. **Джоан Сазерленд** близка с Линой Кавальери, Марией Ерица, Розой Раиса, Элеонор Стибер, Эмми Дестин, Миреллой Френи, Каритой Маттила, Биргит Нильсон и Галиной Вишневской. **Рената Тебальди** близка с Монсеррат Кабалье, Галиной Вишневской, Миреллой Френи, Каритой Маттилой, Биргит Нильсон, Грэйс Бамбри, Анжелой Георгиу, Магдой Оливеро и Элеонор Стибер. **Габриэла Туччи** близка с Медеей Мей-Фигнер. **Галина Вишневская** близка с Монсеррат Кабалье, Миреллой Френи, Биргит Нильсон, Ренатой Тебальди, Грэйс Бамбри, Каритой Маттилой, Элеонор Стибер, Анжелой Георгиу, Магдой Оливеро, Ренатой Скотто и Джоан Сазерленд.

Вальс Мюзетты

Анна Нетребко, Кристина Ополаис, Леонтин Прайс и Рената Скотто не имеют аналогов. **Монсеррат Кабалье** близка с Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Каритой Маттилой, Анной Моффо, Дианой Дамрау, Альмой Глюк, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк, Марией Каллас, Марией Чеботари и Любой Велич. **Мария Каллас** близка с Марией Чеботари, Каритой Маттилой, Любой Велич, Монсеррат Кабалье, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Альмой Глюк, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк и Ренатой Тебальди. **Мария Чеботари** близка с Марией Каллас, Любой Велич, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Монсеррат Кабалье, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу и

Биду Сайон. **Диана Дамрау** близка с Ренё Флеминг, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Ренатой Тебальди, Монсеррат Кабалье, Марией Чеботари, Миреллой Френи, Альмой Глюк, Каритой Маттилой, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк, Любой Велич и Марией Каллас. **Виктория Де Лос Анжелес** близка с Альмой Глюк и Элизабет Шварцкопф. **Ренё Флеминг** близка с Монсеррат Кабалье, Дианой Дамрау, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Ритой Стрейк, Ренатой Тебальди, Марией Чеботари, Миреллой Френи, Элизабет Шварцкопф, Любой Велич и Марией Каллас. **Мирелла Френи** близка с Монсеррат Кабалье, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Ритой Стрейк, Ренатой Тебальди, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Биду Сайон, Элизабет Шварцкопф, Марией Чеботари и Любой Велич. **Аида Гарифулли** близка с Монсеррат Кабалье, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Анжелой Георгиу, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Ренатой Тебальди, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк, Марией Чеботари и Любой Велич. **Анжела Георгиу** близка с Монсеррат Кабалье, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Ренатой Тебальди, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Биду Сайон, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк, Марией Чеботари и Любой Велич. **Альма Глюк** близка с Ренё Флеминг, Биду Сайон, Монсеррат Кабалье, Марией Чеботари, Дианой Дамрау, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Каритой Маттила, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк, Ренатой Тебальди, Любой Велич, Марией Каллас и Викторией Де Лос Анжелес. **Карита Маттила** близка с Монсеррат Кабалье, Ренё Флеминг, Анной Моффо, Ренатой Тебальди, Марией Каллас, Марией Чеботари, Дианой Дамрау, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Альмой Глюк, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк и Любой Велич. **Анна Моффо** близка с Монсеррат Кабалье, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Каритой Маттила, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Ритой Стрейк, Ренатой Тебальди, Марией Чеботари, Альмой Глюк, Элизабет Шварцкопф, Любой Велич и Марией Каллас. **Патрис Мюнсел** близка с Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Анной Моффо, Биду Сайон, Ренатой Тебальди, Монсеррат Кабалье, Марией Чеботари, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк, Любой Велич и Марией Каллас. **Биду Сайон** близка с Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Аидой Гарифуллиной, Альмой Глюк, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Ритой Стрейк, Ренатой Тебальди, Монсеррат Кабалье, Миреллой Френи, Анжелой Георгиу, Каритой Маттила, Элизабет Шварцкопф, Марией Чеботари и Любой Велич. **Элизабет Шварцкопф** близка с Монсеррат Кабалье, Марией Чеботари, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Ритой Стрейк, Ренатой Тебальди, Любой Велич, Марией Каллас и Викторией Де Лос Анжелес. **Рита Стрейк** близка с Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Анной Моффо, Биду Сайон, Монсеррат Кабалье, Марией Чеботари, Дианой Дамрау, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Патрис Мюнсел, Элизабет Шварцкопф, Ренатой Тебальди, Марией Каллас и Любой Велич. **Рената Тебальди** близка с Монсеррат Кабалье, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Каритой Маттила, Анной Моффо, Патрис Мюнсел, Биду Сайон, Марией Чеботари, Альмой Глюк, Элизабет Шварцкопф, Ритой Стрейк, Любой Велич и Марией Каллас. **Люба Велич** близка с Марией Чеботари, Марией Каллас, Дианой Дамрау, Ренё Флеминг, Альмой Глюк, Каритой Маттила, Анной Моффо, Патрис Мюнсел,

Элизабет Шварцкопф, Ренатой Тебальди, Монсеррат Кабалье, Миреллой Френи, Аидой Гарифуллиной, Анжелой Георгиу, Биду Сайон и Ритой Стрейк.

Заклучение

С помощью предложенной методики сравнительного спектрального анализа голосов певцов получены нетривиальные результаты о близости звучания различных сопрано.

Источники

1. Александр Юфа. Сравнительный спектральный анализ голосов выдающихся теноров. – Второе дыхание, 2017, вып. 33.
2. Audacity.

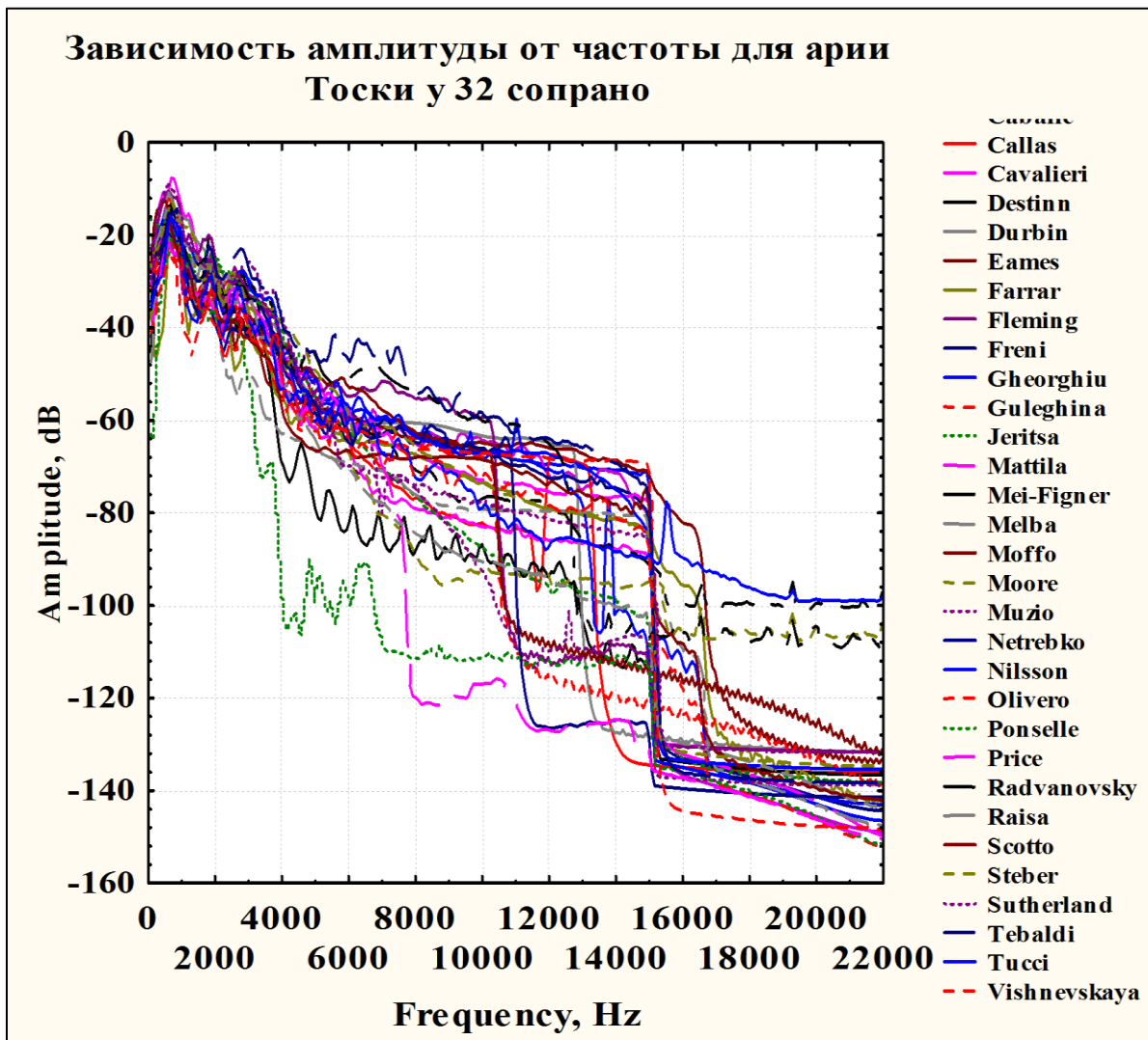


Рис. 1

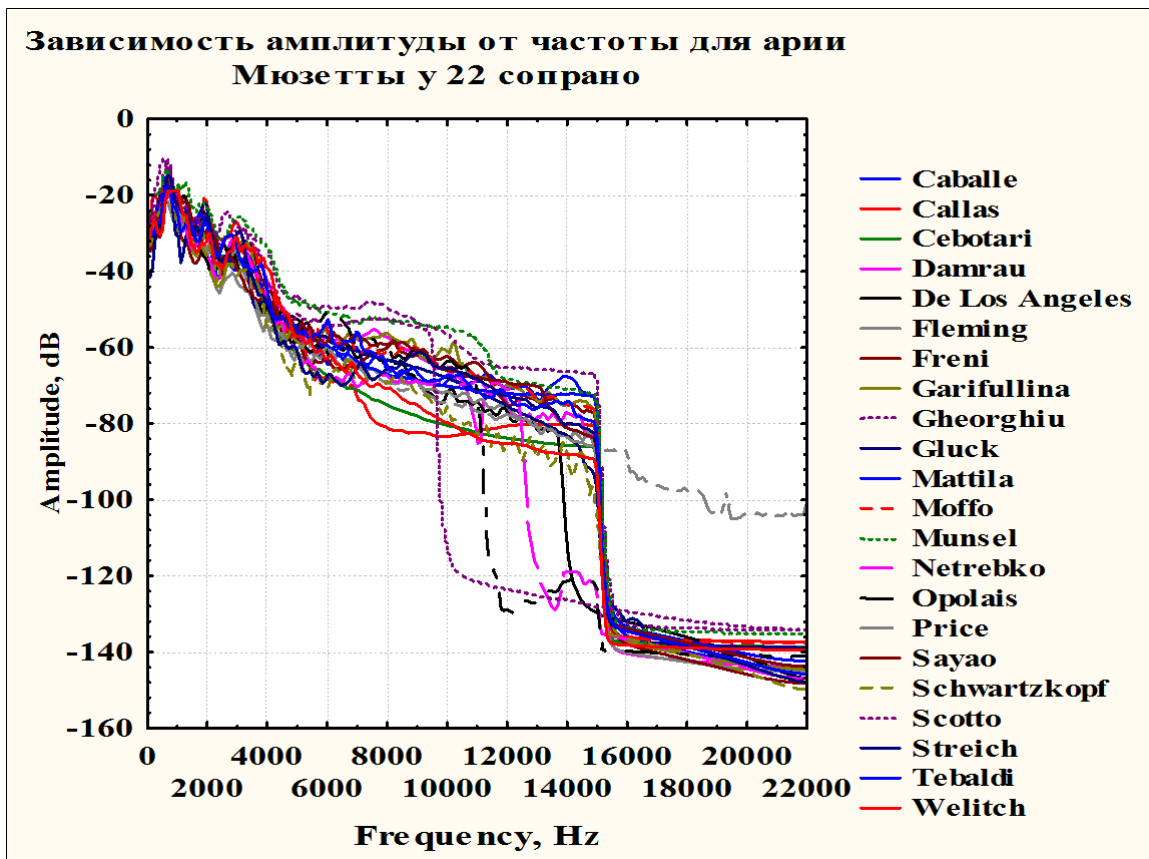


Рис. 2

Корреляционная матрица для вальса Мюзетты у 22 сопрано

<i>Soprano</i>	Caballe	Callas	Cebotari	Damrau	De Los Angeles	Fleming	Freni	Garifullina	Gheorghiu	Gluck	Mattila	Moffo	Munsel	Netrebko	Opolais	Price	Sayao	Schwartzkopf	Scotto	Streich	Tebaldi	Welitch	
<i>Caballe</i>	1.00	0.98	0.98	0.99	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	0.93	0.87	0.90	0.99	0.99	0.80	0.99	1.00	0.98	
<i>Callas</i>	0.98	1.00	1.00	0.98	0.95	0.98	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.98	0.98	0.93	0.89	0.95	0.97	0.98	0.85	0.98	0.98	0.99	
<i>Cebotari</i>	0.98	1.00	1.00	0.99	0.97	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.95	0.91	0.96	0.98	0.99	0.87	0.99	0.99	1.00	
<i>Damrau</i>	0.99	0.98	0.99	1.00	0.97	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.95	0.91	0.92	1.00	0.99	0.85	0.99	1.00	0.99	
<i>De Los Angeles</i>	0.95	0.95	0.97	0.97	1.00	0.97	0.95	0.96	0.95	0.98	0.96	0.96	0.96	0.97	0.93	0.95	0.97	0.98	0.89	0.96	0.96	0.97	
<i>Fleming</i>	1.00	0.98	0.99	1.00	0.97	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.95	0.90	0.92	1.00	0.99	0.84	1.00	1.00	0.99	
<i>Freni</i>	1.00	0.97	0.98	0.99	0.95	0.99	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.94	0.89	0.90	0.99	0.99	0.81	1.00	1.00	0.98	
<i>Garifullina</i>	1.00	0.97	0.98	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.94	0.89	0.90	1.00	0.99	0.82	0.99	1.00	0.98	
<i>Gheorghiu</i>	1.00	0.97	0.98	1.00	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.94	0.89	0.90	0.99	0.99	0.83	0.99	1.00	0.98	
<i>Gluck</i>	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.96	0.92	0.93	1.00	0.99	0.86	0.99	0.99	0.99	
<i>Mattila</i>	1.00	0.99	0.99	0.99	0.96	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.94	0.89	0.92	0.99	0.99	0.82	0.99	1.00	0.99	
<i>Moffo</i>	1.00	0.98	0.99	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.94	0.90	0.91	1.00	0.99	0.83	1.00	1.00	0.99	
<i>Munsel</i>	0.99	0.98	0.99	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00	0.95	0.91	0.91	1.00	0.99	0.84	0.99	1.00	0.99	
<i>Netrebko</i>	0.93	0.93	0.95	0.95	0.97	0.95	0.94	0.94	0.94	0.96	0.94	0.94	0.95	1.00	0.94	0.94	0.94	0.95	0.96	0.89	0.95	0.94	0.96
<i>Opolais</i>	0.87	0.89	0.91	0.91	0.93	0.90	0.89	0.89	0.89	0.92	0.89	0.90	0.91	1.00	1.00	1.00	0.92	0.90	0.93	0.94	0.89	0.90	0.93
<i>Price</i>	0.90	0.95	0.96	0.92	0.95	0.92	0.90	0.90	0.90	0.93	0.92	0.91	0.91	0.94	0.92	1.00	0.92	0.95	0.92	0.92	0.92	0.92	0.95
<i>Sayao</i>	0.99	0.97	0.98	1.00	0.97	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	0.95	0.90	0.92	1.00	0.99	0.84	1.00	1.00	0.98	
<i>Schwartzkopf</i>	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.96	0.93	0.95	0.99	1.00	0.88	0.99	0.99	0.99	
<i>Scotto</i>	0.80	0.85	0.87	0.85	0.89	0.84	0.81	0.82	0.83	0.86	0.82	0.83	0.84	0.89	0.94	0.92	0.84	0.88	1.00	0.82	0.84	0.89	
<i>Streich</i>	0.99	0.98	0.99	0.99	0.96	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.95	0.89	0.92	1.00	0.99	0.82	1.00	0.99	0.98	
<i>Tebaldi</i>	1.00	0.98	0.99	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	0.94	0.90	0.92	1.00	0.99	0.84	0.99	1.00	0.99	
<i>Welitch</i>	0.98	0.99	1.00	0.99	0.97	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.96	0.93	0.95	0.98	0.99	0.89	0.98	0.99	1.00	

Табл. 2