

Анализ экологических аспектов применения перспективных схем силовых установок ближне- и среднемагистральных самолетов

С.А. Бурцев, канд. техн. наук, доцент

М.Ю. Самойлов, старший преподаватель

М.В. Симаков, ассистент

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

e-mail: burtsev@bmstu.ru, som60@mail.ru, simakov@bmstu.ru

Ключевые слова:

гражданская авиация, авиационный двигатель, гибридная силовая установка, топливная эффективность, альтернативное топливо, экологические требования.

Исследовано влияние схемных решений гибридной силовой установки ближне- и среднемагистральных самолетов на их топливную экономичность и экологические характеристики. Проанализированы пути совершенствования традиционных схем силовых установок самолетов на примере двигателя ПД-14. Показано, что использование двухконтурных турбореактивных двигателей традиционных схем, работающих на авиационном керосине, не позволит выполнить требования, выдвигаемые Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) к перспективному самолету 2025–2035 гг. Выполнен анализ трех схем гибридных силовых установок. Показано, что использование в представленных схемах альтернативного топлива может уменьшить выбросы CO₂ на 19–20% по сравнению с традиционными двухконтурными турбореактивными двигателями, работающими на керосине ТС-1. Показано, что при этом топливная экономичность возрастает на 2–3%, а суммарная масса силовой установки – на 6–16%.

1. Введение

В настоящее время в нашей стране идет проектирование перспективных турбовентиляторных двигателей семейства ПД-14 для ближне- и среднемагистральных самолетов (БМС) в диапазоне тяги на взлетном режиме (высота полета $H = 0$ м; число Маха полета $M = 0$) от 11 до 16 (в перспективе до 18) тс. Летные испытания базового варианта двигателя на летящей лаборатории Ил-76ЛЛ в ЛИИ им. Громова начнутся в 2015 г., тогда же планируется сертификация авиадвигателя ПД-14 по российским нормам летной годности. Сертификация по европейским нормам летной годности запланирована на 2017 г. [1].

ПД-14 — двухконтурный двухвальный двигатель, без смешения потоков наружного и внутреннего контуров, с реверсом и эффективной системой шумоглушения. По своим характеристикам он относится к

двигателям пятого поколения. По сравнению с лучшими российскими (совместными) турбореактивными двухконтурными двигателями (SaM146, ПС-90А2) и зарубежными аналогами (CFM56, V2500) был сделан качественный скачок в повышении основных параметров, обеспечивающий снижение удельного расхода топлива двигателя ПД-14 на 12–16% [2].

Для перспективных самолетов гражданской авиации к 2025–2035 гг. прогнозируемый ИКАО (Международная организация гражданской авиации — ICAO — International Civil Aviation Organization) уровень целевых показателей предполагает снижение расхода топлива на 60–70%, уменьшение на 50% уровня эмиссии по CO₂ и на 75–80% — по NO_x, снижение уровня шума в 2 раза и т.д. [3]. В то же время прогнозируется, что уменьшение удельного расхода топлива (а также уровня эмиссии CO₂) на пассажи-

ро-километр на 50% может быть достигнуто лишь при одновременном улучшении аэродинамических характеристик самолёта, повышении эффективности силовой установки и совершенствовании системы управления воздушным движением [4].

В настоящее время в семействе двигателей ПД-14 используются все современные технологии: полые широкохордные титановые лопатки, бесполочная конструкция вентилятора, моноколеса (блиски) и сварная секция в роторе компрессора высокого давления, малоэмиссионная камера сгорания из интерметаллидного сплава, монокристаллические лопатки турбины высокого давления с перспективной системой охлаждения, керамические покрытия на деталях горячей части, эффективная система шумоглушения, полые лопатки турбины низкого давления и композитная мотогондола [5]. Однако их использование, как и повышение качества обработки и покрытий элементов проточной части (см., например, [6]), позволяет только выйти на современный уровень двигателестроения, но не выполнить требования к перспективным двигателям 2025–2035 гг.

2. Пути повышения топливной эффективности двигателей и снижения выбросов CO₂

Существующие тенденции в развитии гражданской авиации и эволюция экологических требований к авиации рассмотрены в [7]. Основной упор сделан на снижение шума и уменьшение выбросов CO₂ и NO_x. Анализ развития норм ИКАО по шуму, перспективы введения новых требований и пути их выполнения представлены в [8]. Пути снижения вредных выбросов активно обсуждаются, но единого подхода к решению этого вопроса пока нет.

В качестве глобальной цели 37-я Ассамблея ИКАО наметила ежегодно повышать на 2% топливную эффективность авиаперевозок в мире вплоть до 2050 г. [3]. Для реализации этой цели необходимо резко повысить эффективность двигателей перспективного БСМС при одновременном снижении вредных выбросов, что возможно или за счет перехода на новые виды топлива [9, 10], или изменения схемных решений силовой установки самолета (см., например, [11]).

Использование альтернативных видов топлива объявлено одним из приоритетных направлений развития авиации. ИКАО провела Конференцию по авиации и альтернативным видам авиационного топлива (CAAF), на которой принята глобальная рамочная программа по альтернативным видам авиационного топлива (ГРПАТ — www.icao.int/AltFuels). Европейская комиссия настаивает, чтобы к 2020 г. в авиационной отрасли использовалось около 4% топлива, полученного из биологических

источников. Экологичные смесевые альтернативные виды топлива, производимые из биомассы или возобновляемых масел, предоставляют возможность уменьшить жизненный цикл эмиссии парниковых газов и тем самым снизить воздействие авиации на глобальное изменение климата [9, 12].

На рис. 1 представлена динамика глобального потребления топлива в течение всего полета применительно к периоду 2006–2036 гг. Для 2006 г. представлены фактические данные, а для периода 2016–2036 — данные, смоделированные для различных сценариев развития технологий. Этими результатами охватываются как внутренние, так и международные перевозки (на базовый 2006 г. — суммарный объем потребления 187 млн т топлива, в том числе на долю внутренних перевозок приходилось примерно 38% общего количества, а на долю международных перевозок — 62%) [3].

Сценарии развития технологий производства воздушных судов и условий эксплуатации, отражающие потребление авиационного топлива в течение всего полета (по данным [3]):

- S1 — сценарий 1 базовый — отсутствие улучшения технологий производства воздушных судов и эксплуатационных улучшений;
- S3 — сценарий 3 — умеренные улучшения технологий производства воздушных судов и эксплуатационные улучшения, предусматривается уменьшение объема потребления топлива на 0,96% в год для всех воздушных судов, которые были введены в состав парка после 2006 г. и будут вводиться в состав парка до 2036 г.;
- S4 — сценарий 4 — продвинутое улучшение технологий производства воздушных судов

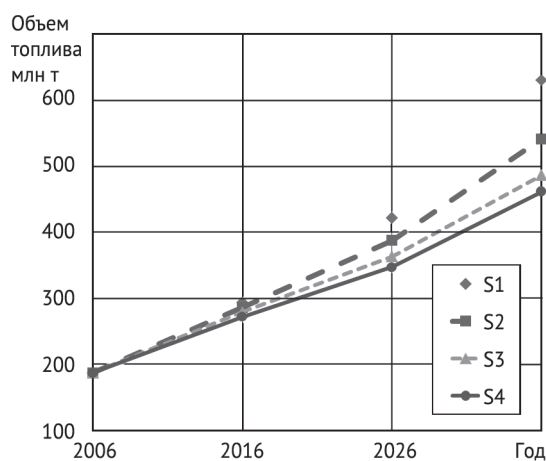


Рис. 1. Глобальное потребление авиационного топлива в течение всего полета при различных сценариях развития технологий

и эксплуатационные улучшения, в рамках которых предусматривается уменьшение потребления топлива на 1,16% в год для всех воздушных судов, которые были введены в состав парка после 2006 г. и будут вводиться до 2036 г.;

- S5 — сценарий 5 оптимистичный — улучшения технологий производства воздушных судов и продвинутые эксплуатационные улучшения, в рамках которых предусматривается оптимистичное уменьшение потребления топлива на 1,5% в год для всех воздушных судов, которые были введены в состав парка после 2006 г. и будут вводиться в состав парка до 2036 г. Этот сценарий выходит за рамки отраслевых рекомендаций, касающихся потенциальных усовершенствований.

По прогнозам ИКАО, объем пассажирских перевозок в период 2006–2036 гг. предположительно будет расти в среднем на 4,8% в год. За тот же период объем потребляемого авиационного топлива будет увеличиваться на 3,0–3,5% в год [3].

На рис. 2 представлена динамика среднего за полет показателя топливной эффективности коммерческих воздушных судов (CASFE) в период с 2006 по 2036 г. Для базового 2006 г. значение CASFE составляет 0,32 кг топлива на перевезенный тонно-километр (кг/т-км). Так же на рис. 2 пунктирной линией показан примерный расчет значений желаемой цели ИКАО в отношении выбросов CO₂.

Из приведенных данных видно, что даже при самом оптимистичном сценарии развития технологий темпы снижения среднего за полет показателя топливной эффективности коммерческих воздушных судов будут приблизительно в 1,5–2 раза мень-

ше, чем необходимо для достижения желаемой цели ИКАО в отношении выбросов CO₂. Для удовлетворения этого требования необходимо применять новые схемные решения силовой установки, которые позволят резко повысить эффективность и одновременно снизить выбросы CO₂.

3. Анализ гибридных схем двигателей при работе на альтернативном топливе

В настоящее время за рубежом созданы опытно-промышленные образцы синтетического реактивного топлива из природного газа, угля и биомассы, соответствующие требованиям спецификации ASTM D7566-09 на синтетическое жидкое топливо (СЖТ). США планируют к 2016 г. удовлетворить потребности ВВС в топливе за счет смесей топлива JP-8 с синтетическим топливом 50 : 50; компания Airbus планирует к 2020 г. 30% самолетов эксплуатировать на СЖТ [12]. Проведенный анализ показал, что переход на маловязкие смеси альтернативные жидкие авиационные топлива возможен без серьезного изменения топливной системы [13], а использование «тяжелых» углеводородных фракций потребует значительной переделки системы.

Исследования выполнены по методике, аналогичной изложенной в [11]. Дополнительно принято, что работа гибридной силовой установки происходит на сжиженном природном газе (СПГ) или топливе с аналогичным химическим составом [9]. В [12] показано, что если силовые установки транспортных самолетов работают на СПГ (его аналоге), то абсолютная эмиссия CO₂ за полет на 17% ниже, чем у установок, работающих на авиационном керосине ТС-1 (за счет меньшего содержания углерода). Снижение для авиационного сконденсированного топлива (АСКТ) составит 4%, для синтетического жидкого углеводородного топлива из газа (СЖТ) — 3%.

Для дальнейшего анализа в качестве альтернативного топлива для гибридных схем принят сжиженный природный газ; для традиционной схемы — авиационный керосин ТС-1. Это условие не противоречит требованиям ИКАО [9].

Известно, что газотурбинные двигатели могут работать на различных видах топлива, поэтому первыми кандидатами на апробацию альтернативного горючего в авиации стали ближние магистральные (дальность полета от 1000 до 2500 км) и средние магистральные (дальность от 2500 до 6000 км) рейсы. В большинстве случаев на самолетах этих перевозчиков стоят двухконтурные двигатели с большой степенью двухконтурности. Использование схемы летательного аппарата с дополнительным хвостовым винтом в данном случае не нарушает общую концепцию самолета.

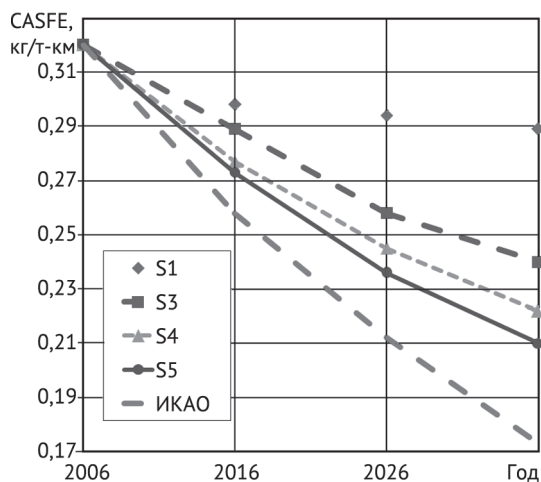


Рис. 2. Средний за полет показатель топливной эффективности коммерческих воздушных судов (CASFE) при различных сценариях развития технологий

В [11] проанализированы пять схем силовых установок перспективного дальнемагистрального самолета. Из них для перспективного БСМС интерес могут представлять три схемы гибридных силовых установок (рис. 3) (схемы А, В и Е из [11]). Конкретная схема используемых маршевых ТРДД (турбовинтовые, винтовентиляторные и т.д.) в рамках данной работы не анализируется.

Схема А — схема гибридной силовой установки с механической связью между ТРДД и хвостовым (выносным) винтовентилятором (вентилятором). Отбор мощности для привода хвостового винтовентилятора производится от ротора газогенератора ТРДД.

Схема Б — схема гибридной силовой установки с электрической связью между ТРДД и хвостовым (выносным) винтовентилятором (вентилятором). Для электропривода винтовентилятора предполагается использовать регулируемый по частоте вращения электродвигатель постоянного тока. Механическую трансмиссию заменяет электрическая проводка. Отбор мощности для электрических генераторов осуществляется с вала маршевых ТРДД.

Схема В — схема гибридной силовой установки с приводом хвостового (выносного) винтовентилятора (вентилятора) от батареи топливных элементов. Маршевые ТРДД работают независимо от хвостового

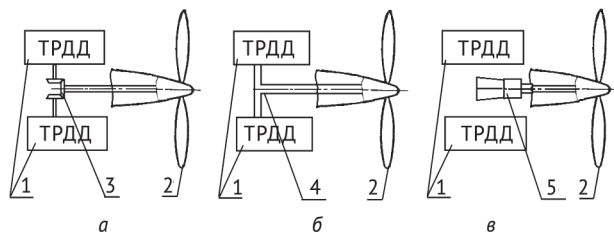


Рис. 3. Схемы гибридных силовых установок БСМС
а — с механической связью между ТРДД и хвостовым вентилятором (схема А); *б* — с электрической связью между ТРДД и хвостовым вентилятором (схема Б); *в* — с приводом хвостового вентилятора от батареи топливных элементов (схема В); 1 — маршевый ТРДД; 2 — хвостовой (выносной) винтовентилятор; 3 — механическая система привода выносного винтовентилятора; 4 — электрическая система привода выносного винтовентилятора; 5 — электрохимический генератор на основе топливных элементов для привода выносного винтовентилятора.

винтовентилятора, для привода которого используется батарея топливных элементов. В качестве аналога топливных элементов использованы перспективные для дальнейшей разработки твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ), предложенные ИЭ УрО РАН [14].

Анализ массогабаритных характеристик и КПД элементов перспективных ТРДД выполнен в соответствии с прогнозом развития ТРДД на период до 2025–2030 гг. [15]. При анализе принято условие, что при полете на крейсерском режиме хвостовой винтовентилятор должен обеспечить 20% суммарной тяги. Результаты сопоставления схем гибридных силовых установок представлены в таблице.

4. Заключение

Использование технологий, применяемых в настоящее время при создании двигателя пятого поколения для ближне- и среднемагистральных самолетов, позволяет выйти на современный уровень двигателестроения, но не выполнить требования к перспективным двигателям 2025–2035 гг. Для реализации глобальных целей, намеченных ИКАО в области топливной эффективности и снижения выбросов CO₂, необходимо переходить на альтернативные виды топлива и/или создавать новые схемные решения гибридной силовой установки самолета.

Переход на альтернативные виды топлива позволяет снизить выбросы CO₂ на 3–17% при сохранении топливной эффективности. Наиболее эффективным альтернативным топливом, позволяющим снизить выбросы CO₂ на 17%, является сжиженный природный газ.

По результатам проведенного анализа можно отметить, что влияние схемного решения силовой установки на топливную эффективность и объем выбросов CO₂ было незначительное: для рассмотренных трех схем гибридных силовых установок находилось в диапазоне от 2 до 3%. Дополнительно следует отметить, что если тенденции снижения веса электрического оборудования и топливных элементов не изменятся, то рост суммарной массы силовой установки составит от 6 до 16%, что в свою очередь приведет к дополнительным затратам топлива.

Таблица

Результаты сопоставления схем гибридных силовых установок перспективного БСМС с традиционной схемой

Параметр	Схема гибридной силовой установки		
	Схема А	Схема Б	Схема В
Повышение топливной эффективности по сравнению с традиционной схемой, %	2	2	3
Снижение выбросов CO ₂ при работе на СПГ, %	19	19	20
Увеличение суммарной массы силовой установки, %	6	8	16

Литература

1. Деловой Авиационный портал. Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/> (дата обращения 11.03.2015).
2. Иноземцев А. Двигатель ПД-14 — будущее российского авиапрома // ВПК: военно-промышленный курьер. 2013. № 33 (501). Режим доступа: <http://vpk-news.ru/articles/17206> (дата обращения 11.03.2015).
3. Нынешние и будущие тенденции в области авиационного шума и эмиссии авиационных двигателей. Рабочий документ А37-WP/26. — Монреаль: ИКАО, 2010. — 10 с.
4. Эзрохи Ю.А., Каленский С.М., Полев А.С., Дрыгин А.С. Предварительное исследование характеристик гибридных турбореактивных двухконтурных двигателей различных схем для ближне- и среднемагистральных самолетов // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. — № 3. — Режим доступа: <http://technomag.bmstu.ru/doc/381537.html> (дата обращения 16.01.2015).
5. Семейство перспективных двигателей ПД-14// ОАО «Авиадвигатель»: сайт. Режим доступа: <http://www.avid.ru/pd14/> (дата обращения 11.03.2015).
6. Галиев В.Э., Фаткуллина Д.З., Таминдаров Д.Р. О проблемах и перспективах изготовления прецизионных компрессорных лопаток // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. — № 4. — С. 10–25. DOI: 10.7463/0414.0705085.
7. Николайкин Н.И. Новые приоритеты в сфере защиты окружающей среды от воздействия гражданской авиации двигателями // Безопасность в техносфере. 2013. — Т. 2, — № 5. — С. 25–30.
8. Халецкий Ю.Д. ИКАО: новый стандарт на шум самолетов гражданской авиации // Двигатель. 2014. — № 2. — С. 8–11.
9. Авиация и альтернативные виды авиационного топлива. Рабочий документ А37-WP/23. — Монреаль: ИКАО, 2010. — 5 с.
10. Марков В.А., Девянин С.Н., Маркова В.В. Оценка экологической безопасности силовых установок с дизельными двигателями // Безопасность в техносфере. 2014. — Т. 3, — № 2. — С. 23–32.
11. Эзрохи Ю.А., Каленский С.М., Полев А.С., Дрыгин А.С., Рябов П.А. Сравнительный анализ параметров и характеристик различных схем силовой установки с дополнительным выносным винтовентилятором // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2012. — № 12. — С. 541–556. DOI: 10.7463/1212.0511469
12. Яновский Л.С., Разносчиков В.В. Эмиссия углекислого газа силовыми установками транспортных самолетов на альтернативных топливах // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2012. — № 4. — С. 32–37.
13. Шумилов И.С., Чурсова Л.В., Седова Л.С. Рабочие жидкости авиационных гидросистем, их свойства // Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. — № 4. — С. 187–226. DOI: 10.7463/0414.0705577
14. Ярославцев А.Б., Никоненко В.В. Ионнообменные мембранные материалы: свойства, модификация и практическое применение // Российские нанотехнологии. 2009. — Т. 4, — № 3–4. — С. 33–53.
15. Ланшин А.И., Палкин В.В., Федякин В.Н. Анализ тенденций развития двигателей для самолётов гражданской авиации // Двигатель. 2010. — № 6. — С. 2–6.

References

1. *Delovoi Aviatsionnyi portal* [Aviation Business Portal]. Available at: <http://www.ato.ru/content/> (accessed 11 March 2015) (in Russian).
2. Inozemtsev A. The PD-14 engine is the future of Russian aviation industry. *VPK: voenno-promyshlenniy kur'er* [Military-Industrial Courier], 2013, I. 33 (501). Available at: <http://vpk-news.ru/articles/17206> (accessed 11 March 2015) (in Russian).
3. Present and Future Aircraft Noise and Emissions Trends. Working Paper A37-WP/26. ICAO, 2010. 9 p.
4. Ezrokhi Yu.A., Kalenskii S.M., Polev A.S., Drygin A.S. Preliminary research of characteristics of various implementations of hybrid turbofan engines for short- and medium-haul aircrafts. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education of the Bauman MSTU]. 2012, I. 3. Available at: <http://technomag.bmstu.ru/doc/381537.html> (accessed 16 January 2015) (in Russian).
5. Family of advanced engines PD-14. *JSC "Aviadvigatel"* [Aircraft Engine]: website. Available at: <http://www.avid.ru/pd14/> (accessed 11 March 2015) (in Russian).
6. Galiev V.E., Fatkullina D.Z., Tamindarov D.R. About the problems and perspectives of making precision compressor blades. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education of the Bauman MSTU], 2014, I. 4, pp. 10–25. DOI: 10.7463/0414.0705085 (in Russian).
7. Nikolaikin N.I. New Priorities in the Environment Protection against Civil Aviation Influence. *Bezopasnost' v tekhnosfere* [Safety in Technosphere], 2013, V. 2, I. 5, pp. 25–30 (in Russian).
8. Khaletskii Yu.D. ICAO: a new standard for civil aircraft noise. *Dvigatel'*, 2014, I. 2, pp. 8–11 (in Russian).
9. Aviation and Alternative Fuels. Working Paper A37-WP/23. ICAO, 2010. 5 p.
10. Markov V.A., Devyanin S.N., Markova V.V. Assessment of Ecological Safety of Power Plants with Diesel Engines. *Bezopasnost' v tekhnosfere* [Safety in Technosphere], 2014, V. 3, I. 2, pp. 23–32 (in Russian).
11. Ezrokhi Yu.A., Kalenskii S.M., Polev A.S., Drygin A.S., Ryabov P.A. Comparative analysis of parameters and

- characteristics of different power plant schemes with an additional remote propfan. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education of the Bauman MSTU], 2012, I. 12, pp. 541–556. DOI: 10.7463/1212.0511469 (in Russian).
12. Yanovskii L.S., Raznoschikov V.V. Carbon dioxide emission by power units of transport aircrafts on alternative fuels. *Zashchita okruzhayushchei sredy v neftegazovom komplekse* [Environmental protection in the oil and gas industry], 2012, I. 4, pp. 32–37 (in Russian).
13. Shumilov I.S., Chursova L.V., Sedova L.S. Process fluids of aero-hydraulic systems and their properties. *Nauka i obrazovanie MGTU im. N.E. Baumana* [Science and Education of the Bauman MSTU], 2014, I. 4, pp. 187–226. DOI: 10.7463/0414.0705577 (in Russian).
14. Yaroslavtsev A.B., Nikonenko V.V. Ion-exchange membrane materials: Properties, modification, and practical application. *Rossiiskie nanotekhnologii*, 2009, V. 4, I. 3-4, pp. 33–53. (English translation: *Nanotechnologies in Russia*, 2009, vol. 4, no. 3–4, pp. 137–159. DOI: 10.1134/S199507800903001X).
15. Lanshin A.I., Palkin V.V., Fedyakin V.N. Analysis of development trends of engines for civil aircraft. *Dvigatel'*, 2010, I. 6, pp. 2–6 (in Russian).

Ecological Aspects of Implementing Prospective Propulsion Schemes of Short and Medium Haul Aircrafts

S.A. Burtsev, Ph.D. of Engineering, Bauman Moscow State Technical University

M.Yu. Samoylov, Senior Lecturer, Bauman Moscow State Technical University

M.V. Simakov, Assistant, Bauman Moscow State Technical University

The influence of the circuitry of the hybrid power plant short and medium haul aircraft on their fuel efficiency and environmental characteristics have been investigated. Directions of improvement of traditional patterns of power plants of aircraft on the example of PD-14 engine were analyzed. It has been shown that the use of turbojet engines and traditional schemes operating on aviation kerosene, will not allow to fulfill the demands made by the International Civil Aviation Organization (ICAO) to perspective plane 2025–2035. The analysis of the three schemes hybrid propulsion systems has been performed. It has been shown that using the presented hybrid propulsion systems of alternative fuels can reduce CO₂ emissions by 19% to 20% compared with conventional turbojet engines, which run on kerosene TS-1. It has been shown that this fuel efficiency is increased by 2–3%, and the total mass of the power plant increases of 6 to 16%.

Keywords: civil aviation, aircraft engine, hybrid propulsion system, fuel efficiency, alternative fuel, environmental requirements.

О предоставлении списка кандидатов из числа аспирантов на назначение стипендий Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации

(письмо Минобрнауки России от 13 мая 2015 г. № АК-1277/05)

В соответствии с Положением о стипендиях Президента Российской Федерации, утвержденным распоряжением Президента Российской Федерации от 6 сентября 1993 г. № 613-рп, и Положением о стипендиях Правительства Российской Федерации для аспирантов и студентов государственных организаций, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 6 апреля 1995 г. № 309, приказом Минобрнауки России от 17 апреля 2015 г. № 408, государственным образовательным организациям установлены квоты на стипендии Президента Российской Федерации и стипендии Правительства Российской Федерации для аспирантов (адъюнктов) на 2015/16 учебный год.

Минобрнауки России обращается к государственным образовательным организациям в срок не позднее 1 августа 2015 г. предоставить сведения о кандидатах на получение стипендий Президента Российской Федерации и стипендий Правительства Российской Федерации в соответствии с установленными квотами, заполнив списки кандидатов.

Сведения необходимо предоставить в электронном виде через интернет-сайт www.asp.cbias.ru в разделе

«Стипендии Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации для аспирантов» / «Федеральные органы исполнительной власти, главные распорядители средств федерального бюджета», а также направить на бумажном носителе в установленном порядке в адрес Департамента государственной политики в сфере высшего образования Минобрнауки России.

Авторизация доступа для ввода информации на сайте осуществляется с вводом «имени» и «пароля». Прежние «имена» и «пароли» действуют. Для их получения вновь или восстановления необходимо до 1 июня 2015 г. послать запрос по электронной почте на адрес polotnovmm@mpei.ra (контактное лицо — Полотнов Михаил Михайлович, тел. (495) 362-70-06) с указанием фамилии, имени и отчества уполномоченного представителя, его служебного телефона и служебного адреса электронной почты.

Контактное лицо в Департаменте государственной политики в сфере высшего образования Минобрнауки России: Селихов Дмитрий Николаевич.

Тел.: (495) 629-17-03.