

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет»

ВЕСТНИК  
ПЕРМСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА**

---

BULLETIN OF THE PERM NATIONAL  
RESEARCH POLYTECHNIC UNIVERSITY  
**AEROSPACE ENGINEERING**

№ 56

Издательство  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета  
2019

УДК 629.73.05

В38

Тематическая направленность исследований: авиационные двигатели и энергетические установки; измерительно-вычислительные комплексы и системы управления летательных аппаратов; проектирование и производство изделий из композиционных материалов; технология специального машиностроения; ракетно-космическая техника; химическая технология полимерных композиций и твердых ракетных топлив; расчет и проектирование гидравлических и пневматических агрегатов и систем в авиационной и ракетно-космической технике, тепловые и газодинамические расчеты.

Предназначено для научно-технических специалистов, преподавателей вузов, аспирантов, работающих в области приборостроения, авиации, ракетостроения и высоких технологий.

Журнал включен в перечень ВАК с 1 декабря 2015 г.

### **Главный редактор**

*Р.В. Бульбович* профессор, д-р техн. наук (Пермь, Россия)

### **Заместители главного редактора**

*В.Я. Модорский* профессор, д-р техн. наук (Пермь, Россия)

*Ю.В. Соколкин* профессор, д-р техн. наук (Пермь, Россия)

### **Члены редколлегии**

*Г.Н. Амарантов* профессор, д-р техн. наук (Пермь, Россия)

*С.Д. Ваулин* профессор, д-р техн. наук (Челябинск, Россия)

*Ю.М. Давыдов* академик АН Туркмении, Киргизии, Испании, д-р физ.-мат. наук (Москва, Россия)

*В.Г. Дмитриев* чл.-корр. РАН, д-р техн. наук (Москва, Россия)

*А.А. Иноземцев* чл.-корр. РАН, д-р техн. наук (Пермь, Россия)

*П.И. Камнев* профессор, д-р техн. наук (Екатеринбург, Россия)

*С.А. Карabasов* профессор, д-р физ.-мат. наук (Лондон, Великобритания)

*В.Ф. Копьев* профессор, д-р физ.-мат. наук (Москва, Россия)

*П. Куосманен* профессор, д-р наук (Эспоо, Финляндия)

*А.М. Липанов* академик РАН, д-р техн. наук (Москва, Россия)

*А.В. Меньшиков* д-р физ.-мат. наук (Абердин, Великобритания)

*Б.Г. Мингазов* профессор, д-р техн. наук (Казань, Россия)

*Г.М. Младенов* чл.-корр. БАН, д-р наук (София, Болгария)

*О. Саарела* профессор, д-р наук (Эспоо, Финляндия)

*С.Б. Сапожников* профессор, д-р техн. наук (Челябинск, Россия)

*М.И. Соколовский* чл.-корр. РАН, д-р техн. наук (Пермь, Россия)

*С.Ф. Тимушев* профессор, д-р техн. наук (Москва, Россия)

*В.М. Фомин* академик РАН, д-р физ.-мат. наук (Новосибирск, Россия)

*Х. Ханнинен* профессор (Эспоо, Финляндия)

*Д.А. Ягодников* профессор, д-р техн. наук (Москва, Россия)

### **Ответственный секретарь**

*В.В. Павлоградский* доцент, канд. техн. наук (Пермь, Россия)

Журнал «Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Аэрокосмическая техника» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор), свидетельство ПИ № ФС 77 - 56516 от 26 декабря 2013 г.

Периодическое печатное издание (журнал) выходит 4 раза в год. Публикация статей осуществляется бесплатно.

Учредитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

Адрес учредителя, издателя и редакции: 614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский просп., д. 29.

Тел. (342) 2-198-371, e-mail: aerospace@pstu.ru.

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – 40534.

Научное издание

ВЕСТНИК  
ПЕРМСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

**АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА**

---

BULLETIN OF THE PERM NATIONAL  
RESEARCH POLYTECHNIC UNIVERSITY  
**AEROSPACE ENGINEERING**

№ 56

Редактор и корректор *Е.Б. Денисова*

---

Выход в свет 29.03.2019. Формат 60×90/8.  
Усл. печ. л. 14.75. Тираж 100 экз. Заказ 51/2019.  
Свободная цена

---

Отпечатано в типографии издательства  
Пермского национального исследовательского  
политехнического университета.  
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113.  
Тел. (342) 219-80-33.