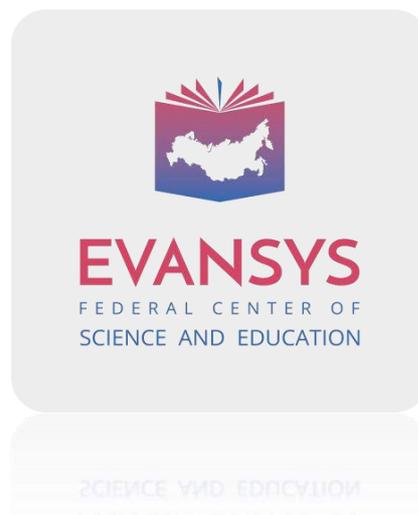


**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ ЭВЕНСИС**

**FEDERAL CENTER OF SCIENCE AND EDUCATION**



**Технические науки: современный взгляд  
на изучение актуальных проблем**

**Выпуск II**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(25 июля 2017 г.)**

**г. Астрахань**

**2017 г.**

УДК 34(06)  
ББК 67я43

**Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем.** / Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. № 2 . г. Астрахань, 2017. 53 с.

**Редакционная коллегия:**

кандидат технических наук, доцент Андреев Сергей Андреевич (г. Москва), доктор технических наук, профессор, действительный член академии проблем качества, действительный член академии информатизации образования Васильков Юрий Викторович (г. Ярославль), доктор технических наук, профессор Горбатюк Сергей Михайлович (г. Москва), доктор технических наук, действительный член международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ) Денисов Валерий Николаевич (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, профессор Куберский Сергей Владимирович (г. Алчевск), кандидат технических наук, действительный член Академии горных наук Кузнецов Николай Матвеевич (г. Апатиты), доктор технических наук, профессор Лагунова Юлия Андреевна (г. Екатеринбург), доктор технических наук, старший научный сотрудник Лысенков Павел Михайлович (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Николаев Михаил Иванович (г. Чистополь), доктор технических наук, доцент Смелков Вячеслав Михайлович (г. Великий Новгород), кандидат технических наук, капитан внутренней службы Филиппов Александр Геннадьевич (г. Санкт-Петербург), кандидат технических наук, доцент Шаров Валерий Васильевич (г. Казань).

В сборнике научных трудов по итогам II Международной научно-практической конференции «**Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем**» (г. Астрахань) представлены научные статьи, тезисы, сообщения студентов, аспирантов, соискателей учёных степеней, научных сотрудников, докторантов, специалистов практического звена Российской Федерации, а также коллег из стран ближнего и дальнего зарубежья.

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за подбор и точность приведенных фактов, цитат, статистических данных, не подлежащих открытой публикации. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов. Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Сборник включен в национальную информационно-аналитическую систему "Российский индекс научного цитирования" (РИНЦ).

© Эвенсис, 2017 г.  
© Коллектив авторов

## Оглавление

<b>СЕКЦИЯ №1.</b>	
<b>ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА, САПР, САД, САЕ.....</b>	<b>6</b>
<b>СЕКЦИЯ №2.</b>	
<b>ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>СЕКЦИЯ №3.</b>	
<b>ЭЛЕКТРОНИКА.....</b>	<b>6</b>
<b>СЕКЦИЯ №4.</b>	
<b>МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>СЕКЦИЯ №5.</b>	
<b>ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>6</b>
ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В МИНИ-ТЭЦ Драбкина Е.В., Игнатов А.Ю.....	6
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ВЕРТИКАЛЬНЫМ ГРУНТОВЫМ ТЕПЛООБМЕННИКОМ Тимофеев Д. В.....	9
<b>СЕКЦИЯ №6.</b>	
<b>ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>14</b>
<b>СЕКЦИЯ №7.</b>	
<b>МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ .....</b>	<b>14</b>
МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КРЕМНИЯ ФОСФОРОМ И ЕГО РЕАГЕНТАМИ Прудников А.Н., Прудников В.А. ....	14
<b>СЕКЦИЯ №8.</b>	
<b>ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ .....</b>	<b>17</b>
СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИИ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТЯГОВО-ДОГРУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ Худовец В.И., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Петров Д.А. ....	17
<b>СЕКЦИЯ №9.</b>	
<b>АЭРО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>19</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРОСОВОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ВОСПРИЯТИЕМ НАГРУЗОК Аджибола О.А., Пономарев Ю.К. ....	20
<b>СЕКЦИЯ №10.</b>	
<b>СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА .....</b>	<b>23</b>
АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА ТЕПЛООВОГО ОСТРОВА НА АРХИТЕКТУРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ГОРОДОВ Березкин И.С. ....	23
ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Ковалев А.В., Потехин А.А. ....	25

21. Duprez M.-E., Dumont E., Frere M. Modeling of reciprocating and scroll compressors // International Journal of Refrigeration. 2007. № 30. P. 873 – 886. Available at: doi:10.1016/j.ijrefrig.2006.11.014.

22. Duprez M.-E., Dumont E., Frere M. Modeling of scroll compressors – Improvements // International Journal of Refrigeration. 2010. № 33. P. 721 – 728.

## **СЕКЦИЯ №6.**

### **ГОРНАЯ И СТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ**

## **СЕКЦИЯ №7.**

### **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

#### **МОДИФИЦИРОВАНИЕ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ КРЕМНИЯ ФОСФОРОМ И ЕГО РЕАГЕНТАМИ**

**Прудников А.Н., Прудников В.А.**

Сибирский Государственный Индустриальный Университет, г. Новокузнецк

Заэвтектические силумины, содержащие 15 % Si и более, являются одними перспективных материалов для ряда специальных областей промышленности, в частности двигателестроения, приборостроения, производства стеклометаллических соединений. Это связано со специфическим комплексом свойств, которым обладают высококремнистые силумины: низким температурным коэффициентом линейного расширения (ТКЛР), малым удельным весом, хорошей теплопроводностью и износостойкостью, а также высокой жидкотекучестью. В то же время эти сплавы не могут применяться без специальной технологической операции – модифицирования. Это обусловлено тем, что силумины, в значительной мере, охрупчиваются из-за присутствия в их структуре крупных кристаллов первичного кремния (КПК). За счет модифицирования сплавов КПК измельчаются, глобулизируются, в результате чего повышаются механические свойства силуминов: прочность, пластичность, их способность к деформированию [8,10]. Причем, в качестве модификаторов заэвтектических силуминов могут быть использованы фосфор- и кислородсодержащие вещества [2,4,5,9], водородсодержащие реагенты [6,7,9], карбиды, нитриды некоторых металлов [9] и комплексные обработки [1,3,4]. Однако в области модифицирования силуминов остается много невыясненных вопросов. Продолжается поиск новых все более эффективных модификаторов особенно для высококремнистых сплавов. Поэтому целью работы являлось определение влияния фосфора и его соединений на структуру и свойства заэвтектических силуминов с высоким содержанием кремния (более 25 % Si).

В качестве шихты при приготовлении двойных высококремнистых силуминов с 30 и 40 % Si использовали алюминий А7 и технически чистый кремний Кр0. Сплавы готовили в электрической печи сопротивления с карбидокремниевыми нагревателями. Температуру приготовления расплава и его модифицирования изменяли в зависимости от содержания кремния в сплаве (900÷1050 °С). Для модифицирования расплава высококремнистых силуминов применяли порошкообразный красный фосфор и обработку парами ортофосфорной кислоты 50 % концентрации. Навеску красного фосфора весом 0,1-0,3 % от веса шихты вводили под зеркало расплава в алюминиевой фольге с помощью окрашенного «колокольчика». После обработки с поверхности жидкого металла снимали шлак, и расплав заливали в алюминиевый кокиль. Для обработки расплава парами ортофосфорной кислоты (Н<sub>3</sub> РО<sub>4</sub>) была взята мерная колба, в которую заливали водный раствор кислоты определенной концентрации. Колба была изготовлена из термического стекла для безопасного нагрева раствора. Колба соединялась резиновой трубкой с кварцевой – диаметром 10 мм, через которую пары раствора подавались в расплав и барботировали через весь столб жидкого металла. Для регулирования потока паров раствора кислоты на резиновой трубке устанавливали кран зажимного типа. Размеры отливок силуминов составляли 120×90×15 мм. В дальнейшем из отливок вырезали образцы для металлографического анализа. Структуру силуминов изучали на оптическом микроскопе ЛабоМет-И1.

Исследована возможность использования красного фосфора в качестве модификатора высококремнистых силуминов с 30 и 40 % кремния. Влияние обработки фосфором в количестве 0,1 % от

веса шихты при температуре расплава 950 °С на структуру отливок из сплава Al-30 % Si показано на рисунке 1. Виден значительный модифицирующий эффект фосфора по сравнению с необработанным силумином. Так, средний размер кристаллов первичного кремния (КПК) уменьшился с 400-800 мкм у сплава без обработки до 30-70 мкм после модифицирования фосфором. В то же время количество КПК возрастает в структуре модифицированного сплава в несколько раз. Однако при обработке фосфором происходит некоторое огрубление эвтектической составляющей (Al + Si). При снижении температуры обработки до 900 °С модифицирующее действие красного фосфора для сплава Al-30 % Si проявляется гораздо слабее.

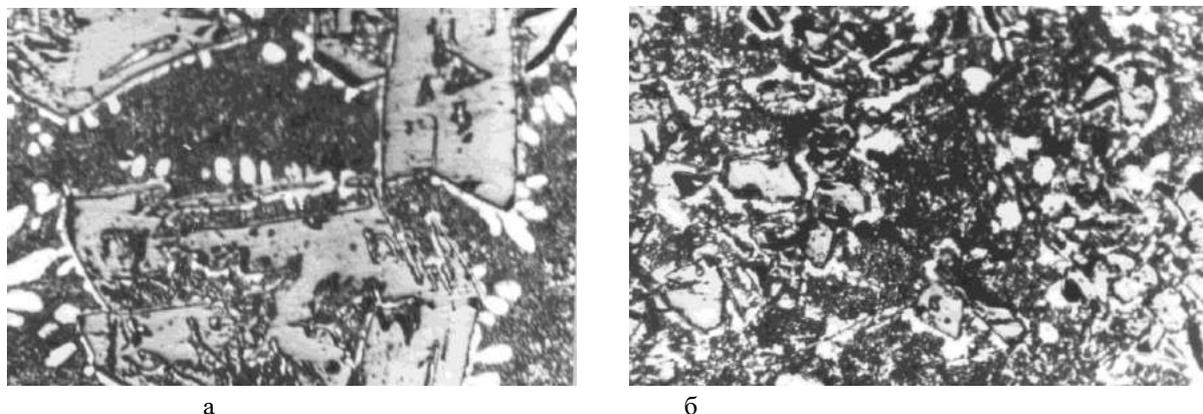


Рисунок 1 – Влияние модифицирования фосфором на микроструктуру сплава Al-30 % Si; а – без обработки, б – модифицированный;  $\times 100$ .

Для силумина с 40 % кремния обработка расплава фосфором в количестве 0,3 % от веса шихты при температуре 950 и 1050 °С измельчает в структуре лишь незначительную часть первичных кристаллов кремния. В целом же структура отливок после модифицирования остается грубокристаллической (рисунок 2).

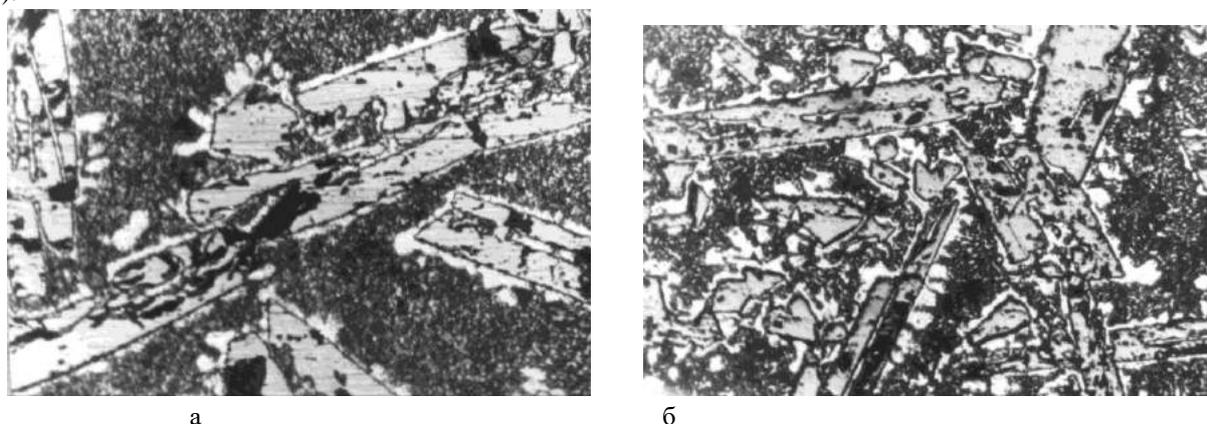


Рисунок 2 – Влияние модифицирования фосфором на микроструктуру сплава Al-40 % Si; а – без обработки, б – модифицированный;  $\times 100$ .

Применение для модифицирования заэвтектических силуминов более сложных веществ, содержащих не только фосфор, но и другие элементы, приводящие к измельчению структуры, дает больший эффект. В качестве такого реагента для высококремнистых силуминов с 30 и 40 % кремния использовали пары 50 %-го водного раствора ортофосфорной кислоты. Результаты воздействия обработки расплава парами водного раствора кислоты в течение 10-12 минут на структуру силуминов с 30 и 40 % кремния показаны на рисунке 3.

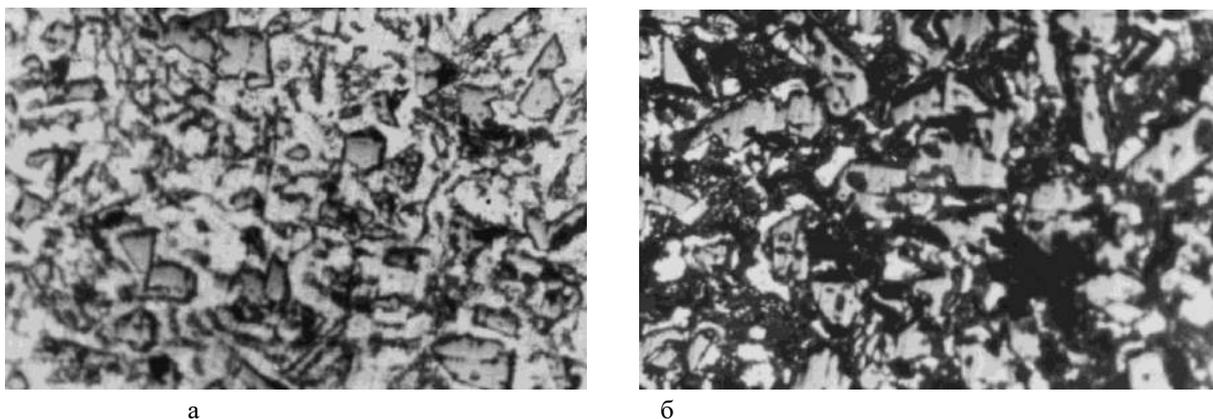


Рисунок 3 – Микроструктура заэвтектических силуминов Al-30 % Si (а) и Al-40 % Si (б) после обработки расплава парами 50 %-го водного раствора ортофосфорной кислоты;  $\times 100$ .

После обработки расплава средний размер КПК в структуре сплава Al-30 % Si составляет 20-60 мкм, для сплава Al-40 % Si – 40-80 мкм. Причем для структуры первого сплава характерно большая доля  $\alpha$ -твердого раствора и более высокая степень огрубления эвтектики (Al + Si) по сравнению со структурой модифицированного сплава Al-40 % Si. В соответствии с особенностями структуры обработанных высококремнистых силуминов временное сопротивление разрыву увеличивается для сплава Al-30 % Si (температура обработки 950 °C) до 140 МПа, для сплава Al-40 % Si (температура обработки 1050 °C) – до 120 МПа.

Таким образом, исследована возможность использования известных модификаторов КПК фосфора и его соединений (водный раствор ортофосфорной кислоты) для улучшения структуры высококремнистых силуминов с содержанием кремния 30 % и более. Показано, что эти реагенты можно использовать для дальнейшей разработки модифицирующих составов для отливок из высококремнистых силуминов.

#### Список литературы

1. Prudnikov A.N. Production, structure and properties of engine pistons made from transeutectic deformable silumin // A.N. Prudnikov // *Steel in Translation*. – 2009. – Т. 39. – № 5. – С. 391-393.
2. Prudnikov A.N. Structure formation in ingots of hypereutectic silumin during melt treatment and inoculation // A.N. Prudnikov // *Металлургия машиностроения*. – 2009. – № 3 – С. 28-31.
3. Деев В.Б. Влияние комплексной обработки расплава на коррозию сплава АК7ч / В.Б. Деев [и др.] // *Литейщик России*. – 2007. – №1. – С. 28-29.
4. Прудников А.Н. Влияние комплексной обработки расплава фосфористой медью и оксидами некоторых металлов / А.Н. Прудников, Е.А. Черенковская. В сб.: *Наследственность в литых сплавах*. – Куйбышев: КПИ, 1987. – С. 99-100.
5. Прудников А.Н. Исследование комплексного модифицирования заэвтектических силуминов с содержанием кремния 20...30 % фосфидами и оксидами некоторых металлов / А.Н. Прудников // *Изв. ВУЗов. Цветная металлургия*. – 1995. – № 2. – С. 38-41.
6. Прудников А.Н. Линейное расширение легированных и наводороженных силуминов, закристаллизованных под давлением / А.Н. Прудников // *Литейное производство*. – 2009. – № 2 – С. 2-5.
7. Прудников А.Н. Повышение свойств жидкоштампованных заготовок из медистых силуминов за счет наводороживания расплава / А.Н. Прудников, А.А. Ружило // *Генезис, теория и технология литых материалов: сб. материалов I Межд. науч.-техн. конф.* – Владимир: изд-во ВлГГУ, 2002. – С. 74–75.
8. Прудников А.Н. Роль условий кристаллизации в формировании структуры и свойств слитков и поковок из заэвтектических силуминов / А.Н. Прудников // *Материаловедение*. – 2014. – № 1. – С. 10-13.
9. Прудников А.Н. Структурно-технологические основы разработки прецизионных силуминов с регламентированным содержанием водорода / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.16.09 / НГТУ, Новосибирск, 2013. – 40 с.

## **СЕКЦИЯ №8.**

### **ТРАНСПОРТ И СВЯЗЬ, КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ**

#### **СИНТЕЗ КОНСТРУКЦИИ ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКИХ ТЯГОВО-ДОГРУЖАЮЩИХ УСТРОЙСТВ**

**Худовец В.И., Кузнецов Е.Е., Поликутина Е.С., Петров Д.А.**

ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Амурская область

Реализация трактором тягово-сцепных свойств зависит от ряда взаимодействующих в его конструкции параметров. Как наиболее важные из них для серийного энергетического средства можно выделить следующие:

- масса трактора;
- мощность двигателя;
- используемый тип ходовой системы;
- применение схем, регулирующих подведение силового потока к движителям трактора;
- компоновка трактора;
- конструкционные особенности движителей.

Например, в тракторах раздельно-агрегатной компоновки большая масса и соответствующая мощность позволяют добиться высоких эксплуатационных характеристик, увеличивающих его тягово-сцепные и энергетические свойства, что во взаимодействии с установленной, в частности, гусеничной ходовой системой, значительно повышает тяговое усилие трактора. Также тракторы раздельно-агрегатной (полурамной) компоновки обладают значительно лучшей поворотливостью, управляемостью в сравнении с тракторами классической моноблочной компоновки [2].

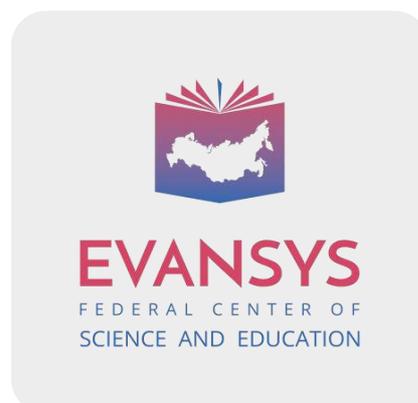
Исследования, проводимые по тематике повышения производительности и эффективности применения колёсных тракторов в агропромышленном комплексе за счёт рационального корректирования сцепного веса показывают, что увеличения тягово-сцепных свойств, как основного компонента достижения поставленных целей можно достичь применением корректирующих тягово-догружающих устройств, которые, в зависимости от условий эксплуатации и характера выполняемых работ, способны повысить тягово-сцепные свойства трактора за счёт корректирования вертикальной весовой нагрузки или перераспределения сцепного веса, приходящегося на движители.

Учитывая, что тракторы, в целях расширения комбинаций агрегатирования с сельскохозяйственными машинами, имеют развитые гидравлические и пневматические системы с выводами точек соединения с магистралями на основные внешние узлы, использование стандартной схемы подключения трактора для работы тягово-догружающих устройств является наиболее предпочтительным [1,3].

В связи с чем предлагается алгоритм синтезирования конструкции тягово-догружающих устройств по предлагаемым критериям (рисунок 1).

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ ЭВЕНСИС**

**FEDERAL CENTER OF SCIENCE AND EDUCATION**



## **Технические науки: современный взгляд на изучение актуальных проблем**

### **Выпуск II**

**Сборник научных трудов по итогам  
международной научно-практической конференции  
(25 июля 2017 г.)**

**г. Астрахань**

**2017 г.**

Печатается в авторской редакции  
Компьютерная верстка авторская

Подписано в печать 24.07.2017.  
Формат 60×90/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,1.  
Тираж 250 экз. Заказ № 073.

Отпечатано по заказу ЭВЕНСИС в ООО «Ареал»  
603000, г. Нижний Новгород, ул. Студеная, д. 58.