

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова**



МОЛОДЕЖЬ. ТЕХНИКА. КОСМОС

**Труды X Общероссийской молодежной
научно-технической конференции**

Том 1

18 – 20 апреля 2018 года, Санкт-Петербург, Россия

Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 49

**Санкт-Петербург
2018**

УДК 623.46: 629.78
М75

М75

Молодежь. Техника. Космос: труды X Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Т.1/ Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.; 2018. – 467 с. (Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 49).
ISBN 978-5-907054-31-8
ISBN 978-5-907054-32-5

Представлены статьи и доклады участников X Общероссийской научно-технической конференции «Молодежь. Техника. Космос», которая прошла 18 – 20 апреля 2018 года в БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова (Санкт-Петербург).

Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой объектов ракетно-космической техники и аэрокосмических технологий, созданием различных систем вооружения, исследованиями в области информационных технологий, а также с историей ракетно-космической техники и вооружения.

Отзывы направлять в БГТУ «Военмех» по адресу: Россия, 190005, Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская ул., д. 1. Редакция журнала «Военмех. Вестник БГТУ».

УДК 623.46: 629.78

Редакционный совет: д-р техн. наук, проф. *К. М. Иванов*, д-р техн. наук, проф. *В. А. Бородавкин*,
канд. техн. наук, доц. *А. А. Левихин*, ст. преп. *К. А. Афанасьев*, доц. *М. Н. Охочинский*,
ст. преп. *С. А. Чириков*, *А. В. Побелянский*

Ответственный редактор серии
«Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ»
М.Н. Охочинский

Материалы опубликованы в авторской редакции

Подписано к печати 25.06.2018. Формат бумаги 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Усл.-печ. л. 58.375. Тираж 130 экз. Заказ № 28
Балтийский государственный технический университет «Военмех»
Типография ООО «Издательство ИНФО-ДА»
С.-Петербург, Столярный пер., д. 10/12

ISBN 978-5-907054-31-8
ISBN 978-5-907054-32-5

© БГТУ «Военмех», 2018
© Авторы, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ХРОНОЛОГИЯ ЮБИЛЕЙНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ «МОЛОДЕЖКИ» ВОЕНМЕХА	11
СЕКЦИЯ №1. РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ И АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА	15
<i>В. А. Алтунин, М. Р. Абдуллин, Ю. С. Коханова, М. Л. Яновская</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИК РАСЧЁТА ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗООБРАЗНОМ МЕТАНЕ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ЭНЕРГОУСТАНОВОК И ТЕХНОСИСТЕМ НАЗЕМНОГО, ВОЗДУШНОГО, АЭРОКОСМИЧЕСКОГО И КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ	15
<i>А. Г. Амосов, В. А. Голиков, М. В. Капитонов, М. Ю. Куприков</i> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	19
<i>А. А. Андряков</i> ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРЕБОВАНИЙ, ДЛЯ РАЗРАБОТКИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОННО ОПТИЧЕСКОГО ПРИБОРА ДЛЯ НАНОСПУТНИКА	24
<i>Н. В. Атамасов, А. В. Чернышев</i> УЧЁТ РЕАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГАЗА В МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ КОМПОНЕНТОВ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	29
<i>М. В. Ахтырский, В. А. Бабук, С. Ю. Нарыжный, В. В. Фоменко</i> УСКОРЕНИЕ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ПАСТООБРАЗНОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА	35
<i>И. Ф. Бикеев, А. Э. Султанов</i> АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ РАКЕТНОГО БЛОКА РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ПРИ РАКЕТОДИНАМИЧЕСКОЙ СХЕМЕ СПАСЕНИЯ СТУПЕНИ	39
<i>А. М. Богатырев, Д. Г. Грачев, Е. В. Устюгов</i> АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ ПАНЕЛЕЙ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НАНОСПУТНИКОВ ПОДВИЖНОГО ТИПА	45
<i>А. А. Бондарчук, А. В. Бадьин</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСПИРАЦИОННОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ЖРД	49
<i>М. Ю. Буксар, В. А. Евстафьев, В. Ю. Серебrenников</i> РАЗРАБОТКА И ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИИ МЕХАНИЗМА РАЗВОРОТА БЛОКА БАЛЛАСТНОЙ НАГРУЗКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА	54
<i>В. Ш. Вахитов</i> МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПОДВОДНОЙ ЛОДКЕ	59
<i>К. Ю. Десюкевич, В. В. Шипунов</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И ДАТЧИКА ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ПРОВОЛОЧНОЙ ОСНОВЫ МАТЕРИАЛА МР ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА РАЗРЫВ	62
<i>С. А. Дорогов, М. Ю. Мордвинцев</i> ДЕТОНАЦИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ	65
<i>А. А. Дмитриева</i> К ВОЗМОЖНОСТИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ МНОГОКРАТНОГО ЗАПУСКА ЭЛЕМЕНТОВ ТРАНСПОРТНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	69
<i>Ю. В. Ермолаева, Ю. В. Анискевич</i> ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ДАРСИ К РАСЧЕТУ ПОРИСТОГО ОХЛАЖДЕНИЯ КАМЕРЫ ЖРД	74

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВЫБРАСЫВАТЕЛЕЙ Артиллерийских орудий	361
В. Ф. Захаренков, А. А. Грудина ОЦЕНКА РАССЕЙВАНИЯ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ 57-ММ СНАРЯДОВ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ПОПАДАНИЯ В ПОДВИЖНУЮ ЦЕЛЬ	365
Г. А. Калачёв, Б. С. Квашинин, Н. Н. Бурькин АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И ЗАПРАВКИ ВВТ ГОРЮЧИМ ДЛЯ УСЛОВИЙ АРКТИКИ	372
В. С. Кацуба ТВОРЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ КОНСТРУКТОРА А.А.РИХТЕРА В СОЗДАНИИ 23-ММ АВИАЦИОННОЙ ПУШКИ Р-23	377
В. И. Колесов, И. В. Гречушкин ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ УЧЁТЕ ИЗДЕЛИЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ	381
Д. Д. Коробов, Д. В. Нилова, С. К. Петров, Т. Н. Патрушева РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТИЙ-ЖЕЛЕЗО-ФОСФОРНОГО АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ ВОЕННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ	385
С. И. Кудрявцев, И. И. Могушков, К. Д. Кондратюк ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ЗВЕНЬЕВ МЕХАНИЗМОВ ПЕРЕЗАРЯЖАНИЯ ПУЛЕМЁТА С КОРОТКИМ ОТКАТОМ СТВОЛА И ПОРШНЕВЫМ ЗАТВОРОМ	387
В. В. Кузнецов, И. В. Гречушкин, А. В. Федосеев ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ ГИЛЬЗ В ВОЕННОЕ ВРЕМЯ	390
А. В. Кулешова, Н. И. Нестеров СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МАТРИЦЫ ОБЖИМА ПУЛЬНОЙ ОБОЛОЧКИ	393
В. А. Лобов, С. Е. Попелков АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ГИЛЬЗ КЛБ. 57 ММ НА ОСНОВЕ ШИБЕРНОЙ ПОДАЧИ	396
Р. Ю. Макаренко, А. А. Сушинёв ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖИТЕЛЯ МНОГОЦЕЛЕВЫХ КОЛЁСНЫХ МАШИН	402
Д. В. Молдованов ЗАКОН ПОРАЖЕНИЯ ЦЕЛИ ПРИ СТРЕЛЬБЕ УДАРНЫМИ СНАРЯДАМИ – «ПРОЕКТ ТАНК АРМАТА Т-14».	404
В. В. Морозов., П. Д. Шилин ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ РАССЕЙВАНИЯ СНАРЯДОВ РЕАКТИВНЫХ СИСТЕМ ЗАЛПОВОГО ОГНЯ	406
Ю. С. Опара, А. А. Лебедев, Ю. И. Матвеев. ХАРАКТЕРНЫЕ ОШИБКИ ПРИ ПИЛОТИРОВАНИИ ВЕРТОЛЕТА С ГРУЗОМ НА ВНЕШНЕЙ ПОДВЕСКЕ.	411
Я. О. Павлов, С. С. Жарова ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗООТВОДЯЩЕЙ РЕШЕТКИ	413

**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТИЙ-ЖЕЛЕЗО-ФОСФОРНОГО
АККУМУЛЯТОРА ДЛЯ ВОЕННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ***Д. Д. Коробов, Д. В. Нилова, С. К. Петров, Т. Н. Патрушева**Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова*

Химические источники тока (ХИТ) в военной сфере применяются практически во всех родах войск. Это и стационарные системы связи и телекоммуникаций с энергообеспечением от ХИТ. Во всех видах войск используются портативные средства коммуникаций и портативные компьютеры с различными источниками тока (ИТ). В войсках ХИТ применяются также в шифроаппаратуре, в средствах индивидуального вооружения личного состава, гидроакустических средствах разведки, навигационных приборах и т.п. В артиллерии и ракетной технике применяются литий-тионилхлоридные, резервные (ампульные и тепловые) ХИТ. Военно-морские силы используют резервные и другие ХИТ в торпедах, минах и другом оружии, а также применяют различные ХИТ в навигационных и других приборах и устройствах. Необходимость установки ХИТ на спутниках обусловлена возможностью долгого нахождения космического аппарата (КА) без солнечной энергии, недостаточностью ёмкости аккумуляторных батарей для определённых режимов работы КА (маневрирование, посадка и др.).

Рост использования ракетно-космической техники (РКТ) неизбежно связан с постоянным развитием источников электроэнергии для неё (как по количественным, так и по качественным характеристикам). Для КА требуются ИТ, способные длительно работать на орбите, для ракет-носителей (РН) необходимы ИТ с максимальной удельной мощностью и возможностью отработки всех предстартовых операций на штатных ИТ, а не от наземного оборудования. Для блоков выведения критичным является масса и, как следствие, ИТ должен обладать максимальной удельной энергией. В последнее десятилетие на РН и КА все больше распространение получают литий-ионные аккумуляторные батареи.

В качестве активного материала в традиционных литий-ионных аккумуляторах применяют литированные оксиды кобальта и никеля, а также литий-марганцевые шпинели. Все эти материалы относятся к разряду четырехвольтовых, т.е. при разряде их потенциал составляет 3.5–4.0 В, а при заряде – от 3.7 до 4.3 В. Стоимость современных литий-ионных аккумуляторов в значительной степени определяется стоимостью кобальта. Если при использовании небольших аккумуляторов в портативных устройствах цена аккумулятора не играет особой роли, то при создании крупных аккумуляторных установок (например, для электротранспорта, для сглаживания пиковых нагрузок и т.п.) экономические соображения становятся значимыми. Кроме того, все традиционные материалы положительного электрода рассчитаны на заряд при относительно высоких положительных потенциалах и представляют определённый источник проблем с безопасностью эксплуатации литий-ионных аккумуляторов. Аккумуляторы с литированным фосфатом железа работают при несколько менее положительных потенциалах и является наиболее вероятным кандидатом на замену традиционных материалов [1].

Аккумуляторы Li-ion первого поколения были подвержены взрывному эффекту. Это было обусловлено тем, что в них использовался анод из металлического лития, на котором в процессе многократных циклов зарядки/разрядки возникали пространственные образования (дендриты), приводящие к замыканию электродов и, как следствие, возгоранию или взрыву. Эту проблему удалось окончательно решить заменой материала анода на графит. Подобные процессы происходили и на катодах литий-ионных аккумуляторов на основе оксида кобальта при нарушении условий эксплуатации (перезарядке).

Литий-ферро-фосфатные аккумуляторы полностью лишены этих недостатков. Кроме того, все современные литий-ионные аккумуляторы снабжаются встроенной электронной схемой, которая предотвращает перезаряд и перегрев вследствие слишком интенсивного заряда.

Одно из перспективных направлений улучшения характеристик катодных материалов связано с применением нанотехнологий при синтезе катодных материалов. К нанотехнологиям можно отнести растворные методы, которые позволяют снизить температурные и временные параметры синтеза сложноксидных материалов. Более низкая температура благоприятна для ослабления тенденции к агломерированию в приготовленном материале. Повышение удельной поверхности материалов, связанное с измельчением кристаллитов, вероятно, повысит активность катодных материалов.

Поэтому применение нанотехнологий позволит создавать материалы с высокими эксплуатационными характеристиками.

Нами для синтеза катодных материалов использован растворный экстракционно-пиролитический метод, который заключается в экстракции отдельных металлов из неорганических солей с помощью органических экстрагентов, приводящей к получению чистых жидкофазных прекурсоров, с последующим смешением компонентов в растворе в нужных стехиометрических соотношениях и термической обработке на воздухе с получением сложного оксида.

В нашей работе фосфорсодержащие материалы Li-Fe-P-O впервые получены экстракционно-пиролитическим методом с использованием ди-2-этилгексилфосфорной кислоты.

Рентгенограммы образцов системы Li-Fe-P-O, полученные экстракционно-пиролитическим методом при использовании экстрагента ди-2ЭГФК, представлены на рис.1. После отжига при 500°C вещество сохраняет аморфное состояние. В заметном объеме кристаллизация происходит уже после 600°C. На рентгенограмме отчетливо проявляется пики кристаллической фазы LiFeP₂O₇ [PDF №01-078-2294]. Можно допустить, что за счет присутствия иона фосфора(III) наряду с LiFeP₂O₇ образуется небольшое количество (менее 1 %) восстановленного железа. Отжиг порошка при 700 °C привел к формированию кристаллического продукта LiFeP₂O₇ (Рис. 1).

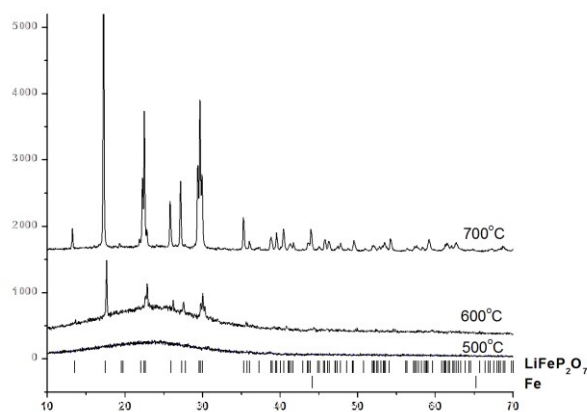


Рис. 1. Рентгенограммы образца Li-Fe-P-O, полученного экстракционно-пиролитическим методом, и, отожженного при 500, 600 и 700 °C в течение 30 мин.

Фосфорсодержащий оксид лития-железа после пиролиза находится в аморфной фазе и кристаллизуется при температуре 700 °C. Полученный материал содержит в своем составе углерод, который будет способствовать улучшению подвижности электронов. Повышенное содержание фосфора в Li-Fe-P-O является отличительной особенностью полученного материала.

Библиографический список

1. Т. Л. Кулова Новые электродные материалы для литий-ионных аккумуляторов // Электрохимия, 2013. Т. 49, № . С. 3–28
2. Ravet N., Chouinard Y., Magnan J. F., Besner S., Gauthier M., Armand M. Electroactivity of natural and synthetic triphylite // J. Power Sources. 2001. V. 97-98. P. 503- 507
3. Н. В. Косова, Е. Т. Девяткина Синтез наноразмерных материалов для литий-ионных аккумуляторов с применением механической активации. // Электрохимия, 2012. Т. 48. № 3. С. 351–361.
4. Холькин А.И. Патрушева Т.Н. Экстракционно-пиролитический метод. Получение оксидных функциональных материалов. М.: Ком.Книга. 2006 - 288 с.

АВТОРЫ СБОРНИКА

- | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| <i>М. Р. Абдуллин 15</i> | <i>В. А. Евстафьев 54</i> | <i>И. В. Матвеев 100</i> |
| <i>Г. А. Акимов 92</i> | <i>А. В. Егоров 211</i> | <i>В. А. Матвеев 251</i> |
| <i>М. М. Алексеева 309</i> | <i>В. В. Егоров 332</i> | <i>В. Ю. Малышев 251</i> |
| <i>В. А. Алтунин 15, 313</i> | <i>С. Н. Ельцин 126</i> | <i>И. И. Мозушков 387</i> |
| <i>А. Г. Амосов 19</i> | <i>В. В. Ермакович 349</i> | <i>Д. В. Молдованов 404, 357</i> |
| <i>Е. И. Амирханов 273</i> | <i>Ю. В. Ермолаева 74</i> | <i>М. Ю. Мордвинцев 65</i> |
| <i>А. А. Андрияков 24</i> | <i>В. И. Ермолаев 176, 180</i> | <i>В. В. Морозов 406</i> |
| <i>Е. А. Андреева 319</i> | <i>С. А. Ерочин 80</i> | <i>С. Ф. Мишкuroв 255</i> |
| <i>В. Д. Аникина 184</i> | <i>Е. В. Жабин 354</i> | <i>К. Н. Михайлов 228, 302</i> |
| <i>Ю. В. Анискевич 74, 119</i> | <i>Д. Н. Журавлева 357, 361</i> | <i>М. Н. Мужикова 104</i> |
| <i>Н. В. Атамасов 29</i> | <i>Г. Г. Задыкин 215</i> | <i>Д. Д. Мубаракзянова 267</i> |
| <i>Е. М. Афанасьева 186</i> | <i>С. А. Замасковцев 83</i> | <i>К. Э. Мурзина 259</i> |
| <i>М. В. Ахтырский 35</i> | <i>В. Ф. Захаренков 365</i> | <i>А. И. Мустейкис 302</i> |
| <i>А. А. Ахматова 267</i> | <i>В. А. Зорин 211</i> | <i>Е. А. Нарушева 107</i> |
| <i>А. Х. Ашурова 239</i> | <i>В. М. Зубанов 241, 247</i> | <i>М. В. Нартон 224</i> |
| <i>В. А. Бабук 54</i> | <i>Н. В. Иванов 86</i> | <i>Н. И. Нестеров 393</i> |
| <i>А. В. Бадьин 49</i> | <i>С. В. Ивакин 209</i> | <i>С. Ю. Нарыжный 35</i> |
| <i>Н. А. Брыков 115, 136</i> | <i>С. Н. Казиев 345</i> | <i>И. А. Новиков 273</i> |
| <i>Т. В. Басова 322</i> | <i>Г. А. Калачёв 372, 334</i> | <i>Д. В. Нилова 385</i> |
| <i>М. В. Басова 322</i> | <i>П. А. Калугин 251</i> | <i>М. Н. Охочинский 146</i> |
| <i>А. А. Баукина 325</i> | <i>Я. В. Каминский 218</i> | <i>Ю. С. Овчинникова 263</i> |
| <i>В. Н. Бакаев 341</i> | <i>М. В. Капитонов 19</i> | <i>Ю. С. Опара 411</i> |
| <i>Д. П. Белошова 332</i> | <i>Ю. В. Каун 222</i> | <i>Я. О. Павлов 413</i> |
| <i>И. Ф. Бикеев 39</i> | <i>В. С. Кацуба 377</i> | <i>В. Е. Патраев 100, 164</i> |
| <i>В. И. Блоцкий, 334</i> | <i>Б. С. Квашинин 372</i> | <i>А. В. Побелянский 191</i> |
| <i>А. А. Бобров 191</i> | <i>М. Ю. Куприков 19</i> | <i>К. С. Полянин 224</i> |
| <i>А. М. Богатырев 45</i> | <i>В. А. Керножицкий 224</i> | <i>А. Ю. Петрова 111</i> |
| <i>А. А. Бондарчук 49</i> | <i>А. А. Киришина 228</i> | <i>С. К. Петров 385</i> |
| <i>М. Ю. Буксар 54</i> | <i>А. Ю. Кишин 228</i> | <i>Е. С. Петрунина 267</i> |
| <i>В. В. Бутко 146</i> | <i>В. И. Колесов 381</i> | <i>Т. Н. Патрушева 385</i> |
| <i>И. А. Бурдейный 188</i> | <i>А. М. Комиссарчук 92</i> | <i>Е. А. Пешкова 113</i> |
| <i>Н. Н. Бурькин 334, 372</i> | <i>К. Д. Кондратюк 387</i> | <i>П. А. Прохоренко 418</i> |
| <i>О. Г. Булатов 354</i> | <i>А. В. Кононистов 231</i> | <i>О. Л. Прусова 83, 113</i> |
| <i>В. Ш. Вахитов 59</i> | <i>Д. Д. Коробов 385</i> | <i>К. Ф. Плохова 269</i> |
| <i>Н. М. Верещагин 197</i> | <i>Р. С. Корсмик 215</i> | <i>Э. И. Погоня 115</i> |
| <i>П. В. Водолазко 361</i> | <i>Е. А. Костенков 236</i> | <i>А. Ю. Попов 119</i> |
| <i>С. П. Вовченко 100</i> | <i>В. А. Костышев 239</i> | <i>И. С. Раснюк 273</i> |
| <i>И. А. Вихрова 201</i> | <i>О. А. Кочетов 354</i> | <i>А. О. Розынок 122</i> |
| <i>А. А. Галаджун 302</i> | <i>Ю. С. Коханова 15</i> | <i>Р. В. Романенко 423</i> |
| <i>Л. С. Гарбузов 204</i> | <i>Д. А. Крючкова 97</i> | <i>В. М. Романов 186</i> |
| <i>Н. Ю. Гардубей 435</i> | <i>С. И. Кудрявцев 387</i> | <i>В. А. Русов 429</i> |
| <i>Д. Г. Грачев 45</i> | <i>В. В. Кузнецов 390</i> | <i>Д. А. Рябуха 431</i> |
| <i>И. В. Гречушкин 385, 390</i> | <i>Е. С. Куимов 313</i> | <i>В. А. Савелов 259</i> |
| <i>А. П. Григорьев 263</i> | <i>А. В. Кулешова 393</i> | <i>В. А. Санников 278, 305</i> |
| <i>А. А. Грудина 365</i> | <i>А. А. Левихин 218</i> | <i>А. Р. Сахапов 278</i> |
| <i>В. А. Голиков 19</i> | <i>Г. Е. Левченко 319</i> | <i>Т. М. Сахимов 104</i> |
| <i>А. Д. Губарев 209</i> | <i>М. Д. Леонов 349</i> | <i>А. Г. Сенникова 282</i> |
| <i>А. А. Данилов 345</i> | <i>В. А. Лобов 396</i> | <i>В. Ю. Серебренников 54</i> |
| <i>К. Ю. Десюкевич 62</i> | <i>В. В. Логунов 273</i> | <i>Д. А. Смирнов 126</i> |
| <i>А. А. Демьянов 341</i> | <i>А. Ф. Магсумова 267</i> | <i>С. И. Сократов 251</i> |
| <i>Н. С. Денисов 345</i> | <i>Р. Ю. Макаренко 402</i> | <i>М. М. Соловейчик 186</i> |
| <i>С. А. Дорогов 65</i> | <i>Ю. В. Максимов 164</i> | <i>М. М. Степанов 126</i> |
| <i>А. А. Дмитриева 69</i> | <i>А. Д. Максимов 241, 247</i> | <i>К. В. Степанов 334</i> |