

9-10-2020

## AMMONIUM-SULPHATE NITRATE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ITS MELT

Abdurasul Abdumalikovich Mamataliyev

*nstitute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Begali Sheralievich Primkulov

*nstitute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Aziz Baxtiyorovich Ibragimov

*nstitute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Shafolat Sattarovich Namazov

*nstitute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan*

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu>

 Part of the [Education Commons](#)

---

### Recommended Citation

Mamataliyev, Abdurasul Abdumalikovich; Primkulov, Begali Sheralievich; Ibragimov, Aziz Baxtiyorovich; and Namazov, Shafolat Sattarovich (2020) "AMMONIUM-SULPHATE NITRATE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ITS MELT," *Scientific Bulletin of Namangan State University*. Vol. 2 : Iss. 9 , Article 6. Available at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol2/iss9/6>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific Bulletin of Namangan State University by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

---

## AMMONIUM-SULPHATE NITRATE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ITS MELT

Cover Page Footnote

???????

Erratum

???????

ISSN:2181-0427

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС  
ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**НАМАНГАН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ИЛМИЙ АХБОРОТНОМАСИ**

**НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК НАМАНГАНСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**



**2020 йил 9 сон**

02.00.00

**КИМЁ ФАНЛАРИ  
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ  
CHEMICAL SCIENCES**

УДК 631.84.313

**СУЛЬФАТ-НИТРАТ АММОНИЯ И РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ЕЁ РАСПЛАВА**

Маматалиев Абдуракул Абдумаликович,  
Примкулов Бегали Шералиевич,  
Ибрагимов Азиз Бахтиёрович  
Намазов Шафоат Саттарович

*Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан*

*Аннотация.* В статье изучен процесс получения сульфат-нитрата аммония на основе смешения плава нитрата аммония с сульфатом аммония. При этом массовое соотношение  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  варьировали от 97 : 3,0 до 60 : 40. Для них определён химический состав, рН 10 %-ного раствора, плотность, вязкость, прочность и скорости растворения гранул в воде. Введение в расплав аммиачной селитры 40% сульфата аммония повышает прочность гранул продукта с 1,32 до 7,75 МПа.

**Ключевые слова:** аммиачная селитра, расплав, сульфат аммония, азотсераддержащее удобрение, состав и свойства.

**СУЛЬФАТ-НИТРАТ АММОНИЙ ВА УНИ СУЮҚЛАНМАСИНИНГ РЕОЛОГИК  
ХОССАЛАРИ**

Маматалиев Абдуракул Абдумаликович,  
Примкулов Бегали Шералиевич,  
Ибрагимов Азиз Бахтиёрович  
Намазов Шафоат Саттарович

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Умумий ва ноорганик кимё институти

*Аннотация.* Мақолада аммоний нитрат суюқланмасини аммоний сульфати билан аралатириб сульфат-нитрат аммоний олиши жараёни ўрганилган. Бунда  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  масса нисбатлари 97 : 3,0 дан 60 : 40 гача оралиқда бўлади. Уларнинг кимёвий таркиби, зичлиги ва қовушқоқлиги, 10 %-ли эритманинг рН, доналарининг мустаҳкамлиги ва сувда эриши тезликлари аниқланган. Аммиакли селитраси суюқланмасига 40% аммоний сульфати қўшиб олинган маҳсулот доналарининг мустаҳкамлиги 1,32 дан 7,75 МПа гача ортган.

**Ключевые слова:** аммиакли селитра, суюқланма, аммоний сульфат, азотолтингурутли ўғит, таркиб ва хосса.

**AMMONIUM-SULPHATE NITRATE AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF ITS  
MELT**

Mamataliyev Abdurasul Abdumalikovich,  
Primkulov Begali Sheralievich  
Ibragimov Aziz Baxtiyorovich  
Namazov Shafoat Sattarovich

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

**Abstract.** *In this article the process of obtaining ammonium sulfate-nitrate based on mixing ammonium nitrate melt with ammonium sulfate was studied. The mass ratio of  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  :  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  was varied from 97 : 3.0 to 60 : 40. The chemical composition, pH of a 10% solution, density and viscosity, strength and dissolution rate of granules in water were determined. The introduction of 40% ammonium sulfate into the ammonium nitrate melt increases the strength of the product granules from 1.32 to 7.75 MPa.*

**Keywords:** *ammonium nitrate, melt, ammonium sulfate, nitrogen-sulfur fertilizer, composition and properties.*

**Введение.** В Узбекистане выпускается несколько видов азотных удобрений: таких как аммиачная селитра (34,4% N), сульфат аммония (21% N), карбамид (46,2% N), фосфомочевина (34% N и 8%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ), жидкий КАС (карбамида-аммиачная селитра, 28-32% N), жидкая кальциевая селитра (10% N), АФУ (азотнофосфорное удобрение, 22-28% N и 2-6%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ). Последнее получается путем введения в плав нитрата аммония перед приллированием в грануляционной башне рядовой фосфоритовой муки Централных Кызылкумов (17-18%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) [1-3] и известняковой муки различных месторождений Узбекистана [4, 5].

Аммиачная селитра является самым распространенным в мире и эффективным азотным удобрением. В 2007 г. мировые мощности производства её составляли 43 млн. т в год [6]. В Узбекистане совокупные мощности трёх заводов, производящих аммиачную селитру (АО «Максам-Чирчик», «Навоиазот» и «Ферганаазот»), превысили 1 млн. 700 тыс. т в год. Она используется в сельском хозяйстве под все виды культур и на любых типах почв. Но ей присущ один очень серьёзный недостаток – взрывоопасность [7]. Взрыв аммиачной селитры на складе химического предприятия в городе Тулузе (Франция) в 2001 году и в городе Бейруте (Ливан) в 2020 году, серия террористических актов в Юго-Восточной Азии, России, Узбекистане и других странах с использованием аммиачной селитры в качестве взрывчатки поставили в сложное положение потребителей и производителей удобрения. Ряд стран - Китай, Филиппины, Колумбия, Ирландия и Алжир наложили запрет на использование аммиачной селитры в сельском хозяйстве. В связи с этим были ужесточены требования к качеству аммиачной селитры и к условиям её хранения. А перед производителями поставлена задача - обеспечить переход на выпуск удобрений на базе аммиачной селитры, сохраняющих агрохимическую эффективность, с существенно большей устойчивостью к внешним воздействиям и, соответственно, меньшей взрывоопасностью.

Одним из вариантов является организация производства NS-удобрений на основе нитрата и сульфата аммония. Наблюдаемое в последнее время возрастающее



обеднение почв серой повышает потребность в таких серосодержащих удобрениях. Наиболее перспективным видом NS-удобрений является сульфат-нитрат аммония марки  $N : S = (25-28) : (13-16)$ . Сульфат-нитрат аммония относится к пожаровзрывобезопасным удобрениям в соответствии с международной классификацией, так как содержание  $NH_4NO_3$  в нем не превышает 50% [8]. Этот продукт, несмотря на меньшее содержание азота, в перспективе может заменить аммиачную селитру [9]. Патент [10], по которому получается невзрывоопасный композитный материал, содержащий сульфат-нитрат аммония имеет следующий состав: 14-35% сульфата аммония; 60-85% двойной соли  $(NH_4)_2SO_4 \cdot 2NH_4NO_3$ ; до 5% комбинации двойной соли  $(NH_4)_2SO_4 \cdot 3NH_4NO_3$  и  $NH_4NO_3$ . Этот материал обладает превосходной устойчивостью против детонации, высокой плотностью и устойчивостью к влажности. В работе [11] показано, что введение сульфат ионов в виде сульфата аммония в расплав нитрата аммония приводит к снижению начальной скорости термического разложения нитрата аммония и отсутствию увеличения скорости разложения по ходу процесса по сравнению с кинетическими закономерностями разложения чистого нитрата аммония. При одинаковых внешних условиях взрывобезопасность высокотемпературной переработки сложных удобрений на основе смесей нитрата и сульфата аммония выше, чем для нитрата аммония, выпускаемого в качестве удобрения. В запатентованном способе [12] получения сульфат-нитрата аммония в качестве исходного сырья вместо раствора используют пульпу сульфата аммония, что потребует меньшие энергозатраты для испарения воды. Однако в этом случае размер кристаллов сульфата аммония в пульпе становится критичным для получения конечного продукта с улучшенными свойствами. Для наиболее полного протекания взаимодействия с образованием двойных солей размер кристаллов сульфата аммония в пульпе должен составлять менее 0,3 мм. Требуемый размер кристаллов сульфата аммония в пульпе может достигаться как за счет изменения технологических параметров кристаллизации, так и при измельчении в дезинтеграторе мокрого помола.

Для получения сульфат-нитрата аммония лучше всего использовать расплав аммиачной селитры с введением в него порошковидного сульфата аммония.

Целью настоящей работы было определение компонентного состава и свойств (прочность гранул, плотность и вязкость) сульфат-нитрата аммония, получаемого путём взаимодействия плава АС с порошковидным сульфатом аммония (СА). Кристаллический СА, предварительно размолотый в фарфоровой ступке до размера частиц 0,25 мм.

**Объекты и методы исследования.** Эксперименты проводили следующим образом. Навеска АС расплавлялась в металлической чашке путем электрообогрева. Затем в расплав вводили  $(NH_4)_2SO_4$  при массовых соотношениях  $NH_4NO_3 : (NH_4)_2SO_4$  от 97 : 3 до 60 : 40. Далее нитратно-сульфатный расплав АС выдерживали в течение 5 мин. при 180-185°C, после чего его переливали в лабораторный гранулятор, представляющий из себя металлический стакан с перфорированным дном диаметр отверстий в котором равнялся 1,2 мм. Насосом в верхней части стакана создавалось давление и плав расплылся с высоты 35 м на полиэтиленовую пленку, лежащую на земле. Полученные гранулы рассеивались по размерам частиц. Частицы размером 2-3

мм подверглись испытанию на прочность по ГОСТу 21560.2-82. После чего продукты измельчались и анализировались по известным методикам [13]. Плотность определяли пикнометрическим методом, а вязкость - с помощью вискозиметра ВПЖ-2. Результаты приведены в таблицах 1, 2 и на рисунках 1, 2.

**Результаты и их обсуждение.** Из данных таблицы 1 видно, что с увеличением количество  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  от 3 до 40г по отношению от 97 до 60г расплава  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , в получаемом продукте уменьшается содержание общего азота от 34,53% до 29,26%, нитратного азота от 16,96 до 10,41%, при этом содержание аммиачного азота увеличивается от 17,57 до 18,85%, а содержание S увеличивается от 0,70 до 9,59%, и в этом случае сумма питательных компонентов, в образцах азотосерных удобрений колеблется в пределах 35,23-38,85%.

Таблица 1

**Химический состав и прочность гранул азотосерных удобрений**

№	Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Содержание в продуктах, %				Прочность гранул, МПа
		N <sub>общ.</sub>	N <sub>аммиач.</sub>	N <sub>нитр.</sub>	S	
1	Гранулированная $\text{NH}_4\text{NO}_3$ марки «ч»	35,0	17,50	17,50	–	1,32
2	АС с магнизиальной добавкой (0,28% MgO)	34,5	17,25	17,25	–	1,58
3	97 : 3,0	34,53	17,57	16,96	0,70	3,85
4	95 : 5,0	34,28	17,66	16,62	1,16	4,27
5	93 : 7,0	34,0	17,73	16,27	1,64	4,62
6	90 : 10	33,50	17,80	15,70	2,38	5,0
7	86 : 14	33,02	18,02	15,0	3,35	5,34
8	80 : 20	32,12	18,17	13,95	4,76	6,03
9	75 : 25	31,47	18,37	13,10	6,0	7,08
10	70 : 30	30,71	18,48	12,23	7,14	7,21
11	65 : 35	30,05	18,69	11,36	8,40	7,37
12	60 : 40	29,26	18,85	10,41	9,59	7,75

Таблица 2

**Реологические свойства плава азотсеросодержащего удобрения**

Массовое соотношение $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Плотность, (г/см <sup>3</sup> ) при температуре, °С				Вязкость, (сПз) при температуре, °С			
	170	175	180	185	170	175	180	185
Гранулированный $\text{NH}_4\text{NO}_3$ марки «ч»	1,418	1,412	1,405	1,397	5,60	5,24	4,92	4,69
АС с магниальной добавкой (0,28% MgO)	1,450	1,448	1,446	1,437	5,71	5,34	5,02	4,83
97 : 3,0	1,516	1,503	1,495	1,481	6,92	6,60	6,18	5,87
95 : 5,0	1,589	1,548	1,532	1,522	7,45	7,72	7,45	7,19
93 : 7,0	—*	1,616	1,597	1,564	—*	8,71	8,61	8,30
90 : 10	—*	1,680	1,649	1,631	—*	9,56	9,24	8,89
86 : 14	—*	1,712	1,691	1,675	—*	11,38	11,06	10,92
80 : 20	—*	1,779	1,753	1,728	—*	12,63	12,37	11,65
75 : 25	—*	1,817	1,80	1,792	—*	13,47	13,09	12,76
70 : 30	—*	1,896	1,859	1,823	—*	15,19	14,82	14,43
65 : 35	—*	1,934	1,915	1,809	—*	16,25	16,03	15,82
60 : 40	—*	1,976	1,944	1,916	—*	17,49	17,11	16,84

\* Температура плавления 175 °С.

Как видно, из вышеуказанных данных таблицы 1, введение в расплав аммиачной селитры  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  увеличивает прочность гранул. При изучаемых соотношениях  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  прочность гранул азотносерных удобрений лежат в пределах 3,85-7,75 МПа, в то время как этот показатель чистого  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  равен 1,32 МПа, а для АС с магниальной добавкой (0,28% MgO) –

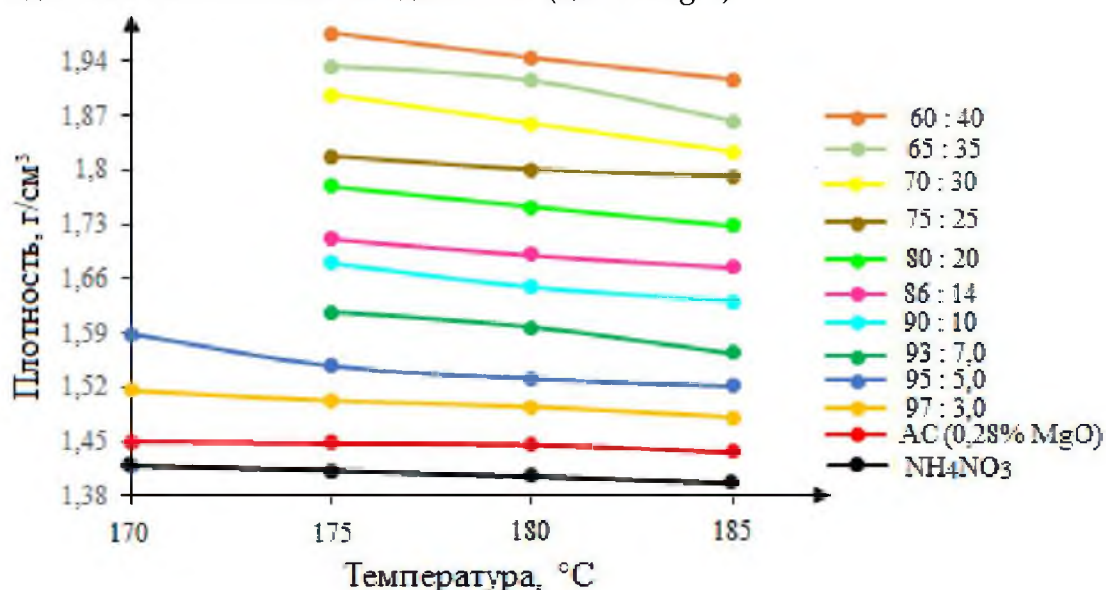


Рисунок 1. Зависимость изменения плотности плава аммиачной селитры от массового соотношения  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и температуры.



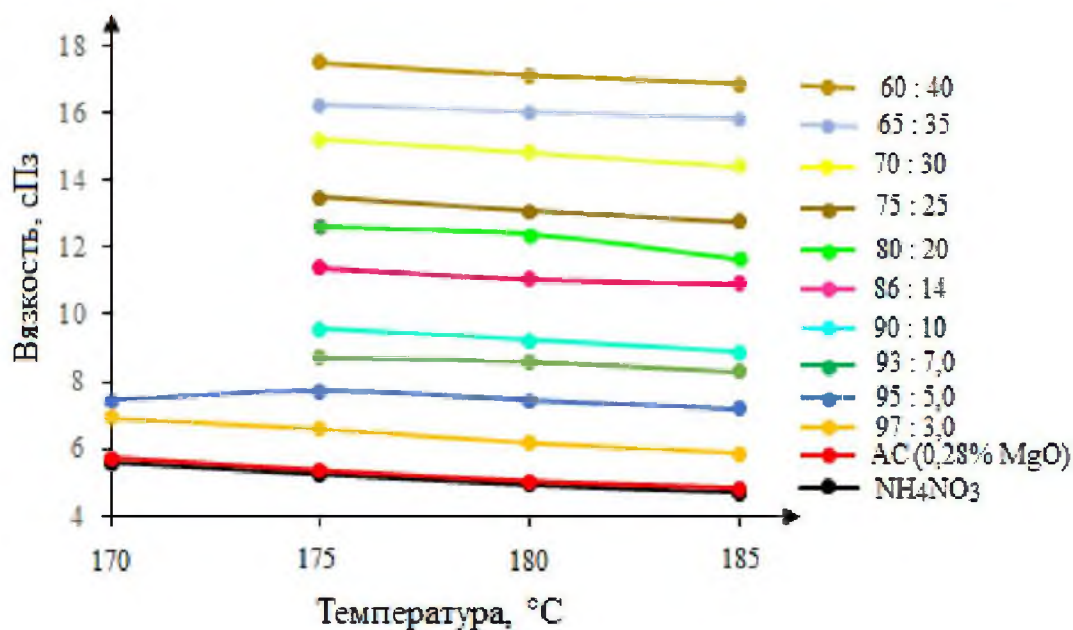


Рисунок 2. Зависимость изменения вязкости плава аммиачной селитры от массового соотношения  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  и температуры.

1,58 МПа. Высокая прочность гранул азотносерных удобрений свидетельствует о её термической стабильности.

Как видно из результатов опытов, что плотность и вязкость плава селитры значительно увеличивается с увеличением количества вводимых добавок. Чистая АС при 169,6°C плавится. А добавка  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  приводит к повышению её температуры плавления. Смесь АС с СА при массовом соотношении  $\text{NH}_4\text{NO}_3 : (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  от 93 : 7 до 60 : 40 начинает плавиться уже при 175°C и, хотя расплав обладает большой вязкостью, но легко течёт (таблица 2). А увеличение массовой доли  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  с 3 до 40 г на с 97 до 60 г  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  приводит к повышению плотности и вязкости нитратно-сульфатного расплава при 175°C от 1,503 до 1,976 г/см<sup>3</sup> и от 6,60 до 17,49 сПз соответственно. С повышением температуры плотность и вязкость его плавок уменьшается.

**Заключение.** Таким образом результаты по определению реологических свойств нитратно-сульфатных расплавов показывают, что они обладают легко текучими в интервале температур 170-180°C, позволяющими перекачивать их из одного аппарата в другой и гранулировать в существующей промышленной грануляционной башне без особых технологических трудностей.

#### Библиография:

1. Курбаниязов Р.К., Реймов А.М., Дадаходжаев А.Т., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Азотнофосфорные удобрения, получаемые введением в плава аммиачной селитры фосфатного сырья Центральных Кызылкумов // Химическая промышленность. – Санкт-Петербург. – 2007. – Т. 84. – №5. – С. 242-248.
2. Патент № IAP 04527 РУз. Кл. С 05 G 1/00, С 05 В 7/00, С 05 С 1/00. Способ получения азотнофосфорного удобрения / Ш.С.Намазов, Б.Б.Ботиров, В.В.Пак,

Ш.И.Салихов, А.М.Реймов, Р.Якубов, Б.М.Беглов, Р.К.Курбаниязов, Н.Н.Пирманов, Б.С.Закиров. – Б.И. 2012. – № 7.

3. Курбаниязов Р.К. Технология сложного азотнофосфорного удобрения на основе плава аммиачной селитры и фосфоритов Центральных Кызылкумов // Автореф. дис. канд. техн. наук, г. Ташкент. – 2011. – 28 с.

4. Жураев Н.Ё., Маматалиев А.А., Намазов Ш.С. Гранулированной известково-аммиачной селитры на основе плава нитрата аммония и известняка // Электронный научный журнал. UNIVERSUM. Технические науки. – Россия. – 2018. – № 9 (54). – С. 41-45.

5. Жураев Н.Ё. Разработка и внедрение технологии экспортоориентированной модифицированной аммиачной селитры с добавкой местного известняка: Дис. техн. наук (PhD). – Ташкент. – 2020. – 101 с.

6. Аммиачная селитра: свойства, производство, применение / А.К.Чернышев, Б.В.Левин, А.В.Туголуков, А.А.Огарков, В.А.Ильин. М.: ЗАО «ИНФОХИМ». – 2009. – 544 с.

7. Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности аммиачной селитры и удобрений на её основе // Научно-технические новости: ЗАО «ИНФОХИМ» - Спецвыпуск. – 2004. – № 2. – С. 44-49.

8. Левин Б.В., Соколов А.Н. // Труды НИУИФ, 1919-2014. М. – 2004. – С. 235-249.

9. Trussell P. // International Conference & Exhibition «Nitrogen 2006 Vienna Austria». – PP. 23-33.

10. Патент США N 6689181, Кл. C05C 1/00. Сульфат-нитрат аммония / R.E.Highsmith, I.A.Kweeder, S.T.Correale. - РЖХим 2004. – N19 (II).

11. Казаков А.И., Иванова О.Г., Курочкина Л.С., Плишкин Н.А. Кинетика и механизм термического разложения смесей нитрата и сульфата аммония // Журнал прикладной химии. – 2011. Т. 84. Вып. 9. – С. 1465-1472.

12. Патент РФ №2279416. Авторы: Хайсмит Р., Корил С., Куидер Д. Оpubл. – 10.02.2006. – Бюл. №19.

13. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов / М.М. Винник, Л.Н. Ербанова, П.М. Зайцев и др. – М.: Химия. – 1975. – 213 с.

## МУНДАРИЖА

### ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА ФАНЛАРИ

01.00.00

### ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

### PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

- 1 Magnit suyuqliklar magnitlanishini o'lchash tajriba qurilmasi  
Quvondiqov O.Q, Quvondiqov Sh. J, Qayumov X. A, Qirg'izov S. E..... 3
- 2 Об одной краевой задаче, возникающих при моделировании к динамике  
почвенной влаги и грунтовых вод.  
Абдуллаев А.А..... 9
- 3 Гиперболик текисликнинг ҳаракатлари группаси таъсирига нисбатан йўлларнинг  
эквивалентлиги  
Мўминов Қ.Қ, Жўрабоев С. С ..... 14
- 4 Muller's method for solving nonlinear functional equations with complex variables  
Salimov. Sh, Mavlonov. T ..... 20
- 5 Conservative schemes of the non-stationary problem for the optimal selection of the  
location of heat sources in the rod  
Tukhtasinov M, Khayitkulov B. K ..... 27

### КИМЁ ФАНЛАРИ

02.00.00

### ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

### CHEMICAL SCIENCES

- 6 Сульфат-нитрат аммония и реологические свойства  
её расплава  
Маматалиев А. А, Примкулов Б.Ш, Ибрагимов А Б, Намазов Ш. С ..... 39
- 7 Кротон альдегиди ва о-аминобензой кислота асосида шифф асоси синтези ва  
уларнинг комплекс бирикмалари  
Назаров Н.И, Бекназаров Ҳ.С ..... 46
- 8 Твердое фосфорнокальциевое и жидкое азотносерное удобрения путем глубокой  
аммонизации фосфорнокислотной гипсовой пульпы  
Нуъмонов Б.О, Бадалова О. А, Намазов Ш С, Сейтназаров А. Р, Шамуратов С.Х..... 49
- 9 Комплексные соединения переходных металлов на основе продуктов конденсации  
ферроценоилацетона с гидразидами карбоновых кислот  
Умаров Б. Б, Сулаймонова З.А , Тиллаева Д. М ..... 58
- 10 Влияние различных сроков хранения консервированной эритроцитарной массы  
на ферментные показатели углеводного обмена.  
Убайдуллаева З.И, Турсунова Х. Р, Рузиев Ю.С, Уктамов М. Ф ..... 64

### БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ

03.00.00

### БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

### BIOLOGICAL SCIENCES

- 11 Жиззах вилояти агро-ландшафтларида тарқалган шилликқуртларнинг биологик  
хилма-хиллиги (ғаллаорол ва фориш туманлари мисолида)  
Абдурасулова С Ш , Базарова.Р.Ш..... 70
- 12 Минерал ўғитлар меъёрларини тупроқдаги азот динамикасига таъсири.  
Сулаймонов И.Ж Жураев А. А ..... 76