



ISBN 978-1-64655-065-4

SCIENTIFIC ELECTRONIC
LIBRARY
LIBRARY.RU

Google
scholar

[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)



LIBRARY OF
CONGRESS (USA)

XVII INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC SPECIALIZED CONFERENCE

INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES

Boston. USA. September 16-17, 2020

ISBN 978-1-64655-065-4

UDC 08

**XVII INTERNATIONAL CORRESPONDENCE
SCIENTIFIC SPECIALIZED CONFERENCE
«INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF
THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS
AND COMPUTER SCIENCE»
(Boston. USA. September 16-17, 2020)**

BOSTON. MASSACHUSETTS
PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA
2020

INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE / COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES. XVII INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC SPECIALIZED CONFERENCE (Boston, USA, September 16-17, 2020). Boston. 2020

EDITOR: EMMA MORGAN
TECHNICAL EDITOR: ELIJAH MOORE
COVER DESIGN BY DANIEL WILSON

CHAIRMAN OF THE ORGANIZING COMMITTEE: *VALTSEV SERGEI*
CONFERENCE ORGANIZING COMMITTEE:

Abdullaev K. (PhD in Economics, Azerbaijan), *Alieva V.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Akbulaev N.* (D.Sc. in Economics, Azerbaijan), *Alikulov S.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Anan'eva E.* (D.Sc. in Philosophy, Ukraine), *Asaturova A.* (PhD in Medicine, Russian Federation), *Askarhodzhaev N.* (PhD in Biological Sc., Republic of Uzbekistan), *Bajtasov R.* (PhD in Agricultural Sc., Belarus), *Bakiko I.* (PhD in Physical Education and Sport, Ukraine), *Bahor T.* (PhD in Philology, Russian Federation), *Baulina M.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Blejh N.* (D.Sc. in Historical Sc., PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Bobrova N.A.* (Doctor of Laws, Russian Federation), *Bogomolov A.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Borodaj V.* (Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Volkov A.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Gavrilenkova I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Garagonich V.* (D.Sc. in Historical Sc., Ukraine), *Glushhenko A.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Grinchenko V.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Gubareva T.* (PhD in Laws, Russian Federation), *Gutnikova A.* (PhD in Philology, Ukraine), *Datij A.* (Doctor of Medicine, Russian Federation), *Demchuk N.* (PhD in Economics, Ukraine), *Divnenko O.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Dmitrieva O.A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Dolenko G.* (D.Sc. in Chemistry, Russian Federation), *Esenova K.* (D.Sc. in Philology, Kazakhstan), *Zhamuldinov V.* (PhD in Laws, Kazakhstan), *Zholdoshev S.* (Doctor of Medicine, Republic of Kyrgyzstan), *Zelenkov M.YU.* (D.Sc. in Political Sc., PhD in Military Sc., Russian Federation), *Ibadov R.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Republic of Uzbekistan), *Il'inskih N.* (D.Sc. Biological, Russian Federation), *Kajrakbaev A.* (PhD in Physical and Mathematical Sciences, Kazakhstan), *Kaftaeva M.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Klinkov G.T.* (PhD in Pedagogic Sc., Bulgaria), *Koblanov Zh.* (PhD in Philology, Kazakhstan), *Kovaljov M.* (PhD in Economics, Belarus), *Kravcova T.* (PhD in Psychology, Kazakhstan), *Kuz'min S.* (D.Sc. in Geography, Russian Federation), *Kulikova E.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Kurmanbaeva M.* (D.Sc. Biological, Kazakhstan), *Kurpajanidi K.* (PhD in Economics, Republic of Uzbekistan), *Linkova-Daniels N.* (PhD in Pedagogic Sc., Australia), *Lukienko L.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Makarov A.* (D.Sc. in Philology, Russian Federation), *Macarenko T.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Meimanov B.* (D.Sc. in Economics, Republic of Kyrgyzstan), *Muradov Sh.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Musaev F.* (D.Sc. in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Nabiev A.* (D.Sc. in Geoinformatics, Azerbaijan), *Nazarov R.* (PhD in Philosophy, Republic of Uzbekistan), *Naumov V.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *Ovchinnikov Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Petrov V.* (D.Arts, Russian Federation), *Radkevich M.* (D.Sc. in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Rakhimbekov S.* (D.Sc. in Engineering, Kazakhstan), *Rozyhodzhaeva G.* (Doctor of Medicine, Republic of Uzbekistan), *Romanenkova Yu.* (D.Arts, Ukraine), *Rubcova M.* (Doctor of Social Sciences, Russian Federation), *Rumyantsev D.* (D.Sc. in Biological Sc., Russian Federation), *Samkov A.* (D.Sc. in Engineering, Russian Federation), *San'kov P.* (PhD in Engineering, Ukraine), *Selitrenikova T.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sibircev V.* (D.Sc. in Economics, Russian Federation), *Skipko T.* (D.Sc. in Economics, Ukraine), *Sopov A.* (D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Strekalov V.* (D.Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Russian Federation), *Stukalenko N.M.* (D.Sc. in Pedagogic Sc., Kazakhstan), *Subachev Ju.* (PhD in Engineering, Russian Federation), *Sulejmanov S.* (PhD in Medicine, Republic of Uzbekistan), *Tregub I.* (D.Sc. in Economics, PhD in Engineering, Russian Federation), *Uporov I.* (PhD in Laws, D.Sc. in Historical Sc., Russian Federation), *Fedos'kina L.* (PhD in Economics, Russian Federation), *Khiltukhina E.* (D.Sc. in Philosophy, Russian Federation), *Cuculjan S.* (PhD in Economics, Republic of Armenia), *Chiladze G.* (Doctor of Laws, Georgia), *Shamshina I.* (PhD in Pedagogic Sc., Russian Federation), *Sharipov M.* (PhD in Engineering, Republic of Uzbekistan), *Shevko D.* (PhD in Engineering, Russian Federation).

PROBLEMS OF SCIENCE
PUBLISHED WITH THE ASSISTANCE OF NON-PROFIT ORGANIZATION
«INSTITUTE OF NATIONAL IDEOLOGY»
VENUE OF THE CONFERENCE:
1 AVENUE DE LAFAYETTE, BOSTON, MA 02111, UNITED STATES
TEL. OF THE ORGANIZER OF THE CONFERENCE: +1 617 463 9319 (USA, BOSTON)
THE CONFERENCE WEBSITE:
[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)

PUBLISHED BY ARRANGEMENT WITH THE AUTHORS
Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en>

Contents

PHYSICO-MATHEMATICAL SCIENCES	4
<i>Baltabaeva R.B., Opaeva G.A., Abdireymov A.R. (Republic of Uzbekistan) DESIGNING PROFESSIONALLY ORIENTED TASKS IN TEACHING MATHEMATICS / Балтабаева Р.Б., Опаева Г.А., Абдиреймов А.Р. (Республика Узбекистан) ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ</i>	4
TECHNICAL SCIENCES.....	17
<i>Rozikova D.A., Sobirov M.M., Hamdamova Sh.Sh. (Republic of Uzbekistan) OBTAINING NP-FERTILIZER BASED ON PHOSPHOCONCENTRATE OF KYZYLKUM / Розикова Д.А., Собиров М.М., Хамдамова Ш.Ш. (Республика Узбекистан) ПОЛУЧЕНИЕ NP-УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОСФОКОНЦЕНТРАТА КЫЗЫЛКУМА</i>	17
<i>Kholmurodov Zh.E., Rajabov R., Sherkuziev D.Sh., Namazov Sh.S., Tuychiyeva U.I. (Republic of Uzbekistan) DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENT PRODUCTION OF AMMONIUM SULPHATE SOLUTION BY COMBINATION OF TECHNOLOGIES FOR USED SULFURIC ACID UTILIZATION / Холмуродов Ж.Э., Раджабов Р., Шеркузиев Д.Ш., Намазов Ш.С., Туйчиева У.И. (Республика Узбекистан) РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА РАСТВОРА СУЛЬФАТА АММОНИЯ КОМБИНАЦИЕЙ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ.....</i>	23
<i>Bekmuhamedov N.E., Malakhov D.V., Tsyhuyeva N.Yu. (Republic of Kazakhstan) THE METHOD OF SPACE MONITORING OF IRRIGATED AREAS IN SOUTH KAZAKHSTAN WITH MODERATE RESOLUTION SATELLITE DATA / Бекмухамедов Н.Э., Малахов Д.В., Цычуева Н.Ю. (Республика Казахстан) МЕТОД КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ СРЕДНЕГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА</i>	29
<i>Ergashev D.A. (Republic of Uzbekistan) SOLUBILITY OF COMPONENTS IN THE SYSTEM $\{84,3\% \Sigma [CA(CLO_3)_2 + MG(CLO_3)_2] + 15,7\% \Sigma [CACL_2 + MGCL_2]\} - CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH \cdot H_2O$ / Эргашев Д.А. (Республика Узбекистан) РАСТВОРИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ $\{84,3\% \Sigma [CA(CLO_3)_2 + MG(CLO_3)_2] + 15,7\% \Sigma [CACL_2 + MGCL_2]\} - CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH \cdot H_2O$</i>	44
<i>Mukhamadiyeva K.B. (Republic of Uzbekistan) MACHINE LEARNING TO PROCESS IMAGES BY INCREASING THE RESOLUTION OF LOW QUALITY IMAGES / Мухамадиева К.Б. (Республика Узбекистан) МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НИЗКОГО КАЧЕСТВА</i>	50

DESIGNING PROFESSIONALLY ORIENTED TASKS IN TEACHING MATHEMATICS

Baltabaeva R.B.¹, Opaeva G.A.², Abdireymov A.R.³
(Republic of Uzbekistan)

Email: Baltabaeva517@scientifictext.ru

¹Baltabaeva Rano Bekbaulievna - Asistant Teacher,
DEPARTMENT OF APPLIED MATHEMATICS;

²Opaeva Gulbahar Aymanovna - Asistant Teacher,
DEPARTMENT OF FUNCTIONAL ANALYSIS, ALGEBRA AND
GEOMETRY;

³Abdireymov Arislanbay Rustem ugli – Student,
MATHEMATICS FACULTY,
KARAKALPAK STATE UNIVERSITY,
NUKUS, KARAKALPAKSTAN, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *the selection criteria and the functions of the POP in teaching mathematics of future engineers as a means of promoting the formation of students' creative activity have been developed and justified. The main stages, conditions and means of research and solutions of the postgraduate study have been identified in order to form students' creative activity. The materials presented in the article make it possible to develop and justify models and pedagogical conditions for the formation of creative activity of future engineers, to use in practice the methods of selection and research of postgraduate courses in teaching mathematics students of engineering specialties.*

Keywords: *higher mathematics, creative activity of students, designing professionally oriented tasks.*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННЫХ ЗАДАЧ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Балтабаева Р.Б.¹, Опаева Г.А.², Абдиреймов А.Р.³
(Республика Узбекистан)

¹Балтабаева Рано Бекбаулиевна - ассистент,
кафедра прикладной математики;

²Опаева Гулбахар Аймановна - ассистент,
кафедра функционального анализа, алгебры и геометрии,

³Абдиреймов Арысланбай Рустем угли - студент,
факультет математики,

Каракалпакский государственный университет,
г. Нукус, Каракалпакстан, Республика Узбекистан

Аннотация: разработаны и обоснованы критерии отбора и функции ПОЗ в обучении математике будущих инженеров как средства, способствующего формированию творческой активности студентов. Выявлены основные этапы, условия и средства исследования и решения ПОЗ с целью формирования творческой активности студентов. Представленные в статье материалы позволяют разработать и обосновать модели педагогических условий формирования творческой активности будущих инженеров, использовать в практике методики отбора и исследования ПОЗ в обучении математике студентов инженерных специальностей.

Ключевые слова: высшая математика, творческая активность студентов, проектирование профессионально ориентированных задач.

Возрастающая потребность общества в инженерах, способных творчески подходить к изменениям в технологиях современного производства, эффективно и качественно решать профессиональные проблемы обусловлена необходимостью быстро и адекватно реагировать на быстроменяющиеся условия развития современного общества.

Как учебная дисциплина, математика обладает огромным гуманитарным и прикладным потенциалом, позволяющим не только своими методами и средствами выявлять существенные связи реальных явлений и процессов в производственной деятельности, но и развивать навыки будущих инженеров в математическом исследовании прикладных вопросов, умения строить и анализировать математические модели инженерных задач, развивать интуицию и рефлексия в процессах прогнозирования и принятия решения в условиях неопределенности. В этом, в частности, заключается основа для понимания единства математики, повышение качества освоения ее содержания будущими инженерами, развития мотивации и интереса к овладению будущей профессией, потребности в инженерно ориентированных математических знаниях и методах [2].

Наблюдения во время эксперимента и результаты анкетирования в начале первого года обучения будущих инженеров подтвердили тот факт, что студенты на этом этапе еще не убеждены в необходимости математических знаний в их будущей профессиональной деятельности. В то же время, обучение математике будущих инженеров несет в себе профессиональный контекст: с одной стороны, через решение прикладных проблем средствами математики происходит интеграция математических знаний, предметная визуализация математических методов, с другой стороны, естественнонаучные и специальные дисциплины реально взаимодействуют с математикой в процессе творческого поиска адекватного решения проблем.

А.М. Матюшкин под решением задачи понимает систему преобразований условий задачи для достижения требуемого искомого [6, .20]. В процессе решения следует выделять основные структуры (этапы). Для решения этого вопроса существуют различные подходы к этой проблеме. А.М. Матюшкин при решении задачи выделяет четыре основных этапа в решении задачи:

- 1) «закрытое» решение, т.е. использование известных способов решения;
- 2) этап «открытого» решения — поиск новых способов решения задачи, принципа действия;
- 3) реализация данного принципа;

4) проверка правильности полученного решения [6].

П.М. Эрдниев выделяет следующие взаимосвязанные и последовательные этапы: составление математической задачи; выполнение; проверка (контроль) ответа; переход к следующей задаче [10, .54].

Г.С. Альтшуллер считает простейшими приемами (способами решения) изобретательства: аналогию, инверсию, эмпатию, фантазию.

Аналогией является по иск объекта, являющегося более удобным для изучения. Аналогия, как считает Г.С. Альтшуллер, обильный источник новых идей, но ее нельзя использовать слепо[1,.30]. Аналогию следует использовать при:

- выяснении основных принципов и конструктивных особенностях исследуемого объекта,
- выявлении ведущей области реального явления или процесса по функции, которую выполняет этот объект,

Инверсия означает выполнение чего-либо наоборот, например, поменять местами, вместо вертикального расположения расположить горизонтально и т.п. Автор рассматривает различные виды инверсии:

1. Функциональная инверсия означает заменить функцию или действие противоположным, например, сжимать — растягивать и т.п.

2. Структурная инверсия заключается в изменении структуры явления, например, непрерывная функция — дискретная функция и т.п.

3. Инверсия формы заключается в изменении формы изучаемого объекта, например, шероховатая — гладкая и т.п.

4. Параметрическая инверсия, изменение параметров изучаемого объекта на противоположные, например, длинного на короткий и т.п.

5. Инверсные связи означают изменение связей изучаемого объекта на противоположные, например, положительная связь — отрицательная связь.

6. Инверсия пространства означает изменение положения в пространстве, например, изменение положения в пространстве на 90° и т.п.

7. Инверсия времени означает изменение времени протекания процесса, например, быстропротекающий процесс на медленный и т.п.

Функции задач: обучающая, развивающая и воспитывающая определены целями математического образования. Ведущей целью задач является «расширение и усложнение индивидуальных интеллектуальных ресурсов личности средствами математики» [5,.45].

Как правило, при обучении математики мы решаем не одну, а целый комплекс задач, что происходило и в нашем случае. Классификации задач являются относительными. Вопросом квалификации задач занимались многие методисты и психологи, каждый автор внес свои новшества при классификации задач, показывающие различные подходы, например, Д. Пойа [7], исходит из характера требования задач и подразделяет их на задачи: на нахождение; на доказательство.

Все, кто решал задачи, знают, что в процессе решения даже простых задач творческая активность проявляет себя тем, что выдвигаются различные гипотезы, генерируются, анализируются различные идеи, которые, в сущности, и представляют собой составление задач. Они не являются целью при решении исходной задачи, они никак не следуют из постановки исходной задачи, однако, чаще всего, без составленных задач не обойтись. Простейший пример доставляет стереометрия, которую изучают в старших классах: каждая стереометрическая задача состоит из нескольких планиметрических задач, которые, ученик сам придумывает, и сам же их решает.

Подводя итог вопросу о различных подходах к сущности понятия «задача», классификаций и функций задач, можно сделать вывод, что основная роль задач заключается в развитии логического творческого мышления, а в нашем случае, является эффективным средством для формирования творческой активности студентов.

Далее рассмотрим профессионально ориентированные задачи. Какие существуют подходы к сущности понятий «профессионально ориентированная задача», «прикладная задача» и «практическая задача».

А.А. Столяр под «прикладной задачей» рассматривает задачу, поставленную вне математики и решаемую математическими средствами [8, С.89].

Н.Р. Колмакова и Р.А. Майер классифицирует прикладные задачи, различающиеся по требованиям, предъявляемым к студентам во время решения задачи:

- На первом уровне студентам дана математическая модель прикладной задачи и содержит все значения входящих в нее условий. Студентам надо исследовать, полученную математическую модель и интерпретировать, полученные результаты в условиях исходной задачи.

- На втором уровне студентам приводятся в условии математическая модель, в которой необходимо вычислить, имеющиеся в ней параметры.

- На третьем уровне студентам задачи, в которых необходимо преобразовать математическую модель, чтобы получить удобный вид для ее исследования.

- На четвертом уровне студентам самостоятельно надо построить математическую модель прикладной задачи, в которой приведены все необходимые данные, что найти в данной задаче.

- На пятом уровне студентам надо самостоятельно построить математическую модель прикладной задачи, в которой приведены все необходимые данные, но что найти в данной задаче должен додуматься сам студент.

- На шестом уровне студентам надо самим построить математическую модель, разобраться с условием и вопросом задачи, с какой точностью необходимо получить результат, интерпретировать его на языке исходной задачи [Колмакова].

Анализируя уровни Н.Р. Колмакова и Р.А. Майера, можно сказать, что в данной работе преподавателем предъявлялись требования для формирования творческой активности студентов по всем шести уровням, но только последние четыре дают выход студента за пределы «штатной» ситуации, на что преподаватель и нацеливал внимание студентов.

Подведем итог анализа понятий прикладной и профессиональной направленности. Таким образом, используя термин «прикладная направленность», как правило,

подразумевают «профессиональную направленность» [9, 43]. Мы же различаем эти понятия, т.к. прикладная задача, использует в своем решении математический аппарат, но она может и не иметь применения в будущей профессиональной деятельности, в отличие от профессионально ориентированной.

Для формирования творческой активности студентов при ресурсном взаимодействии в нашей методике, как это уже говорилось, на начальном этапе должны быть выступления студентов с исследовательскими проектами. Студентам заранее раздаются темы докладов, они готовят материал по данной теме и в начале ресурсного занятия выступают с презентацией. В исследовательском проекте рассматриваются великие открытия в исторических аспектах, имеющие связь и влияние на будущую профессиональную деятельность студентов, и как при их открытии использовался математический аппарат. Сущность исследовательских проектов заключается в следующем: вместе со студентами разбираются образцы творческой деятельности, т.е. примеры того, как выдающиеся ученые «делали открытия», что предшествовало и способствовало этому открытию и т.п.

Таким образом, разработка комплекса профессионально ориентированных задач на ресурсных занятиях в процессе обучения математике будет являться эффективным средством для формирования творческой активности будущих инженеров.

Задачи эксперимента-теста будут заключаться в следующем:

- показать значимость сущности проектирования учебно-методических материалов по высшей математике, преподаваемых в нефть-газовых специальностях.

- интеграция педагогических, психологических, дидактических и методических основ проектирования профессионально ориентированных задач по высшей математике в сознание профессоров, преподавателей и студентов.

- проведено исследование взглядов профессоров и преподавателей на совершенствование алгоритма проектирования профессионально ориентированных задач по высшей математике.

Этапы творческой деятельности студентов на ресурсном занятии. Рассмотрим этапы творческой деятельности студентов на ресурсном занятии.

На первом этапе творческой деятельности студенты выступают с заранее подготовленными исследовательскими проектами (в том числе, с использованием информационных технологий), в которых показываются в деталях образцы творческого поведения ученых: как в истории и генезисе было сделано открытие в инженерно-технической (естественнонаучной) области, как обосновывалось это открытие средствами математики. Таким образом, студенты получают образцы решения проблемы с анализом и особенностями творческих решений.

На втором этапе идет разбор задачи вместе со студентами: строится план решения задачи, строится математическая модель, вычленяя при этом, что дано, и что необходимо найти, переводится условие задачи на язык математики, актуализируется интеграция математики, происходит анализ возможностей ИКТ-средств поддержки, выстраивать последовательность действий, строится граф согласования и продумываются формы проверки, гарантирующие исключение посторонних решений. Происходит выдвижение гипотезы.

Умение выдвигать гипотезы является важным умением, способствующим формированию творческой активности. При исследовании и решении профессионально ориентированной задачи возникают следующие процессы мышления: абстракция, сравнение, анализ и синтез, обобщение, посредством которых студент ставит и решает задачу (вычленяет ее условия и требования, соотносит их друг с другом, выявляет искомое и т.д.). Важную роль при этом играют вопросно-ответные процедуры.

На третьем этапе студенты в малых группах, проварьировав условия задачи, методы решения, анализируя полученные результаты, получают цикл новых ПОЗ. Так происходит видение новой проблемы в знакомой ситуации на основе актуализации творческих потенциалов студентов. Такая черта творческой деятельности как видение новой проблемы в знакомой ситуации, включает в себя способность раскрыть новые стороны знакомого объекта. Решение новых задач, предложенных студентами, строится, опираясь на уже решенную исходную задачу. Перенос решения предполагает аналитико-синтетическую деятельность, в основе которой лежит обобщение и аналогии, визуализация и

ассоциация, вскрывающие существенные связи. В малой группе студенты на основе распределения ролевых функций актуализируют такие приемы творческой деятельности как: создания нестандартных ситуаций, используя метод мозгового штурма, метод контрольных вопросов, метод проб и ошибок, метод морфологического анализа [3] и т.п.

Здесь имеет место личностный аспект мышления это мотивация и способности человека (т.е. его отношение к решаемой задаче, к другим людям и т.д., в чем проявляются и формируются его пробуждения к мыслительной деятельности и его умственные способности). Это соответствует подходу Д.Б. Богоявленской о трехаспектности творческого процесса: предметность, социальность и личностность.

На *четвертом этапе* происходит презентация полученных решений студентами в малых группах, делаются выводы о полученных результатах при решении профессионально ориентированной задачи, анализ обобщений, рефлексивный контроль, оценки и коррекция результатов.

С помощью определенных условий и средств создаются предпосылки для проявления творческой активности, проводится ее коррекция, формируются и закрепляются мотивы творчества.

Пример. Этапы проектирование профессионально ориентированных задач. Тема занятия: Дифференциальные уравнения.

Рассмотрим горизонтально расположенную балку постоянного поперечного сечения, сделанную из однородного материала. Предположим, что под влиянием сил, которые действуют на балку в вертикальной плоскости, содержащей ось симметрии, балка прогибается. Найти уравнение упругой линии.

Этап 1. Занятие начинается с выступления студента с исследовательским проектом на тему «Математические и механические задачи в работах Гюйгенса о маятниковых часах», в том числе с использованием информационно коммуникационных технологий. Происходит дискуссия студентов об образце решения инженерно-технических и естественнонаучных проблем с анализом условий и особенностями творческих решений,

генезисом проблемы, личностных переживаний и озарений ученых.

Этап 2. Далее со студентами актуализируются математические и специальные знания необходимые для решения профессионально ориентированной задачи.

Действующие силы могут быть обусловлены весом балки, внешне приложенной нагрузкой или как той, так и другой силами вместе. Понятно, что под действием сил ось симметрии будет искривляться. Обычно искривленную ось симметрии называют *упругой линией*. Определение формы этой линии играет важную роль в теории упругости.

Смещение y упругой линии от оси x называется *прогибом* балки в положении x . Таким образом, если известно уравнение упругости линии, то всегда можно указать и прогиб балки.

Обозначим через $M(x)$ изгибающий момент в вертикальном поперечном сечении балки с координатой. Изгибающий момент определяется как алгебраическая сумма моментов сил, которые действуют с одной стороны балки в положении x . При подсчете моментов будем считать, что силы, которые действуют на балку снизу вверх, дают отрицательные моменты, а силы, действующие сверху вниз, дают положительные моменты.

Изгибающий момент в положении x связан с радиусом кривизны упругой линии соотношением

$$EJ \frac{y}{[1+(y')^2]^{3/2}} = M(x) \quad (1)$$

где E — модуль упругости Юнга, который зависит от материала, J — момент инерции поперечного сечения балки в положении x относительно горизонтальной прямой, проходящей через центр тяжести этого поперечного сечения. Произведение EJ обычно называют *жесткостью при изгибе*; ее величину в дальнейшем будем считать постоянной.

Теперь, если предположить, что балка лишь слегка прогибается, что часто бывает на практике, то угловой коэффициент y' упругой линии будет очень мал, и поэтому вместо уравнения (1) можно рассматривать приближенное уравнение

$$EJ_{min} y'' = M(x) \quad (2)$$

Затем студентам совместно с преподавателем предлагается решить следующую задачу, при этом актуализируются постановка и поиск решения.

Ориентированных задач с фиксацией необходимых этапов: сбор и анализ данных, возникновение гипотез, анализ возможностей ИКТ-средств поддержки (дифференциальные уравнения решать в MathCAD).

Задача 1: Горизонтальная однородная стальная балка длины l , свободно лежащая на двух опорах, прогибается под действием собственного веса равного p кгс на единицу длины. Требуется найти уравнение упругой линии.

Разбор решения задачи (рассматривается решение со всеми студентами): Математическая постановка задачи. С математической точки зрения имеем задачу Коши

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{M(x)}{EJ} \quad (3)$$

например, при следующих начальных условиях:

Решение: Дифференциальное уравнение имеет вид:

$$EJy'' = \frac{px^2}{2} - \frac{plx}{2} \quad (4)$$

Воспользуемся условиями на концах балки:

$$y(0) = 0, y'(0) = l \quad (5)$$

Получим ответ:

$$y = \frac{p}{24EJ}(x^4 - 2lx^3 + l^3x) \quad (6)$$

Этап 3. Преподаватель задает вопрос: что можно изменять в задаче, для получения каскада задач? Это уже третий этап творческой деятельности. Студенты предлагают различные варианты и в итоге, совместно с преподавателем делается вывод, что в данной задаче есть составляющие:

- объекты (балка; 2 опоры; действующие силы),
- отношения (на концах балка опирается на две опоры),
- свойства (опоры устойчивые; действие силы тяжести).

Изменим одно свойство: действие внешних сил. Получим следующую задачу.

Задача 2: Определить кривую изгиба бруска, опирающегося на две опоры и подверженного напору воды, уровень которой приходится против верхней опоры (плотина).

Решение: Получим дифференциальное уравнение:

$$y'' = \frac{-k}{6EJ}(x^3 - l^2x), \quad (7)$$

Используя условия

$$y(0) = 0, y(l) = 0 \quad (8)$$

откуда окончательно

$$y = \frac{-k}{6EJ}(3x^5 - 10l^2x^2 + \frac{7}{4}x) \quad (9)$$

Изменяя свойств получим несколько задач.

Этап 4. На четвертом этапе творческой деятельности происходит оценка истинности гипотез; генерирование выводов в соответствии с результатами проверки; применение выводов к новым данным; анализ обобщений и рефлексивный контроль; верификация результатов.

Исходя из результатов расчетов, можно сделать вывод, что комплекс ПОЗ статистически достоверно положительным образом повлиял на уровень приобретения знаний студентами экспериментальной группы.

Список литературы / References

1. *Альтшуллер Г.С.* Творчество как точная наука (теория решения изобретательских задач) [Текст] / Г.С. Альтшуллер. М.: Сов. радио, 1979. 184 с.
2. *Зубова Е.А.* Формирование творческой активности будущих инженеров в процессе обучения математике на основе исследования и решения профессионально ориентированных задач дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Ярославль, 2009. 189 с.
3. *Ефимович И.А.* Интеллектуальная собственность — результат технического творчества [Текст] / И.А. Ефимович, СВ. Скифский: учебное пособие. Тюмень: Издательство «Вектор Бук», 2004. 320 с.
4. *Колмакова Н.Р.* Задачи прикладной направленности в практике работы учителей математики школ Красноярского края [Текст] / Н.Р. Колмакова, Р.А. Майер. // Математические методы решения прикладных задач в практике преподавания: межвузовский сборник научных трудов. Пермь: ПГПИ, 1990. С. 20-26.

5. *Лебедев О.Т.* Проблемы теории подготовки специалистов в высшей школе [Текст] / О.Т. Лебедев, Г.Е. Даркевич. Воронеж: Изд-во Воронежского университета, 1984. 212 с.
6. *Матюшкин А.М.* Проблемные ситуации в мышлении и обучении [Текст] / А.М. Матюшкин. М.: Педагогика, 1972. 208 с.
7. *Пойа Д.* Как решать задачу [Текст] / Д. Пойа. Львов: Квантор, 1991. 214 с.
8. *Столяр А.А.* Педагогика математики [Текст] / А.А. Столяр. Минск: Вышэйшая школа, 1986. 414 с.
9. *Худякова Г.И.* Методические основы реализации экономической направленности обучения математике в военно-экономическом вузе [Текст]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Ярославль, 2001. 192 с.
10. *Эрдниев П.М.* Методика упражнений по математике [Текст] / П.М. Эрдниев. М.: Просвещение, 1970. 319 с.

**OBTAINING NP-FERTILIZER BASED ON
PHOSPHOCONCENTRATE OF KYZYLKUM
Rozikova D.A.¹, Sobirov M.M.², Hamdamova Sh.Sh.³
(Republic of Uzbekistan)**

Email: Kholmurodov517@scientifictext.ru

¹*Rozikova Dilshoda Abdullajanovna - PhD Student;*

²*Sobirov Muhtorjon Muhammadjanovich - Candidate of Chemical
Sciences, Head of Department,*

*DEPARTMENT OF LIFE SAFETY,
NAMANGAN ENGINEERING AND CONSTRUCTION INSTITUTE,
NAMANGAN;*

³*Hamdamova Shohida Sherzodovna - Doctor of Technical Sciences,
Vice-Rector for Academic Affairs,
FERGANA POLYTECHNIC INSTITUTE, FERGHANA,
REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: *the possibility of obtaining effective new forms of complex fertilizers by mixing hydrochloric phosphoric acid pulp obtained on the basis of hydrochloric acid processing of the washed calcined phosphoconcentrate of Central Kyzylkum with decomposable hydrochloric acid and ammonium nitrate solution has been experimentally proved. In a complex fertilizer with a ratio of $N: P_2O_5 = 1: 0.5$, the decomposition coefficient of PWCP is 52.98%. With an increase in the acid norm to 55% of stoichiometry, the decomposition coefficient increases to 62.98%.*

Keywords: *hydrochloric acid, nitric acid, 64.16% ammonium nitrate solution, processing of washed calcined phosphoconcentrate, hydrochloric acid pulp, ammonium nitrate.*

**ПОЛУЧЕНИЕ НР-УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ФОСФОКОНЦЕНТРАТА КЫЗЫЛКУМА**
Розикова Д.А.¹, Собиров М.М.², Хамдамова Ш.Ш.³
(Республика Узбекистан)

¹*Розикова Дилишода Абдуллажановна - базовый докторант;*

²*Собиров Мухторжон Махаммаджанович - кандидат химических наук, заведующий кафедрой, кафедра безопасности жизнедеятельности, Наманганский инженерно-строительный институт, г. Наманган;*

³*Хамдамова Шохида Шерзодовна - доктор технических наук, проректор по учебной работе, Ферганский политехнический институт, г. Фергана, Республика Узбекистан*

Аннотация: экспериментальным путем доказана возможность получения эффективных новых форм сложных удобрений путем смешивания соляно-фосфорнокислотной пульпы, полученной на основе солянокислотной переработки мытого обожженного фосфоконцентрата Центрального Кызылкума, разлагаемой соляной кислотой, и раствора нитрата аммония. В сложном удобрении с соотношением $N:P_2O_5=1:0,5$ коэффициент разложения МОФК составляет 52,98%. С повышением нормы кислоты до 55% от стехиометрии коэффициент разложения увеличивается до 62,98%.

Ключевые слова: соляная кислота, азотная кислота, 64.16%-ный раствор нитрата аммония, переработка мытого обожженного фосфоконцентрата, солянофосфорнокислотная пульпа, нитрата аммония.

Актуальная проблема является создание комплексных удобрений и удобрительных препаратов, способствующих повышению жизнестойкости растений к неблагоприятным условиям внешней среды и сопротивляемости растений к различным заболеваниям, а также к повышению урожайности. Развитие производства минеральных удобрений является одним

из важных условий повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

С 2015 года производится мытый обожженный фосфоконцентрат (МОФК) (содержание P_2O_5 не менее 26 %) с производительностью 716 тыс. т/год по новой технологической схеме. Обработка МОФК сульфатной и фосфатной кислотами приводит к увеличению фосфогипсовых выбросов. Кроме того, способность эффективно использовать соединения кальция теряется. Поэтому разработка быстрореализуемых безотходных технологий получения азотно-фосфорсодержащих удобрений с пониженным расходом минеральных кислот, и с вовлечением в переработку Центральном Кызылкумских фосфоритов является актуальной задачей сегодняшнего дня. Наиболее эффективным и быстро реализуемым технологическим решением является химическая активация местных фосфоритов соляными кислотами и солями в сложные удобрения.

Для получения азотно-фосфорсодержащей удобрений проводили исследования по разложению МОФК соляной кислотой. Процесс разложения МОФК соляной кислотой легко осуществим, взаимодействие компонентов практически заканчивается в течение 15-20 мин. Температура процесса в зависимости от нормы кислоты колеблется в пределах 65-85°C. Полученную солянофосфорнокислотную нейтрализованную солянофосфорокислотную пульпу фильтровали 2-раза водой в соотношении 1:1 для извлечения хлорида кальция. Первый фильтрат используется для получения дефолианта, а второй - для фильтрации новообразованной пульпы.

Исследования показали, что процесс взаимодействия МОФК с соляной кислотой протекает интенсивно, практически без пенообразования, так как оно происходит в отличие от классических способов в «твердофазном режиме» и образующиеся пузырьки разрушаются в разделе фаз. Структурные особенности зернистых фосфоритов и существование в их составе трех форм карбонатов характеризуют интенсивную реакционную способность этих фосфоритов.

Для улучшения качества и свойств фосфоконцентрата в полученную процесса фильтрации солянофосфорнокислотную

пульпу при постоянном перемешивании добавляли расчетное количество раствора нитрата аммония для получения готовой продукции. Влажный азотно-фосфорсодержащий удобрений высушивали при 110-125 °С. Основной химический состав образцов удобрений приведен в таблице.

По мере увеличения нормы соляной кислоты повышается степень разложения МОФК. Например, в сложном удобрении с соотношением $N:P_2O_5=1:0,5$ коэффициент разложения МОФК составляет 52,98%. С повышением нормы кислоты до 55% от стехиометрии коэффициент разложения увеличивается до 62,98%. А при нормах соляной кислоты 65-75% он равен 72,98-83,00%. При этом одновременно увеличивается содержание усвояемой формы кальция от 4,74% до 7,63%, т.е. повышается в 1,61 раз.

Таблица 1. Химический состав NP-удобрений, %

N:P ₂ O ₅ 5	N			P ₂ O ₅			CaO			H ₂ O	Cl	К.р.
	общ.	амм.	нитр .	общ.	усв.	водн .	общ.	усв.	водн .			
Стехиометрическая норма кислоты - 45%												
1:2	11,5 6	6,00	5,56	22,2 5	11,1 2	-	30,3 7	8,88	0,11	0,4 5	0,1 4	49,9 8
1:1	16,9 3	8,71	8,38	16,9 3	8,54	-	22,0 9	6,82	0,08	0,3 3	0,1 0	50,4 4
1:0,7	20,0 4	10,1 6	9,88	13,8 4	7,19	-	17,9	5,74	0,06	0,2 7	0,0 8	51,9 5
1:0,5	22,6 8	11,4 5	11,2 3	11,2 3	5,95	-	14,2 9	4,74	0,05	0,2 1	0,0 6	52,9 8
Стехиометрическая норма кислоты - 55%												
1:2	11,6 4	6,17	5,46	23,2 8	13,9 7	-	27,8 4	11,1 3	0,11	0,4 5	0,1 4	60,0 1
1:1	17,3 4	8,93	8,4	17,3 4	10,5 7	-	20,7 4	8,43	0,08	0,3 4	0,1 1	60,9 6
1:0,7	20,3 3	10,3 8	9,94	14,2 3	8,82	-	17,0 2	7,03	0,07	0,2 8	0,0 9	61,9 8
1:0,5	22,9 7	11,6 6	11,3 1	11,4 8	7,23	-	13,7 4	5,76	0,05	0,2 2	0,0 7	62,9 8
Стехиометрическая норма кислоты - 65%												
1:2	12,2 4	6,68 1	5,55	24,4 8	17,1 3	1,22	24,8 6	14,1 7	0,65	0,9	0,2 2	69,9 7
1:1	18	9,41 2	8,58	18,0 0	12,7 8	0,90	18,2 8	10,5 6	0,48	0,6 6	0,1 6	71,0 0

1:0,7	20,9 6	10,8 2	10,1 4	14,6 7	10,5 6	0,73	14,9	8,14	0,39	0,5 4	0,1 3	71,9 8
1:0,5	23,5 4	12,0 4	11,5	11,7 7	8,59	0,59	11,9 5	6,62	0,31	0,4 3	0,1 0	72,9 8
Стехиометрическая норма кислоты - 75%												
1:2	12,7 5	7,11	5,63	25,4 9	20,3 9	1,78	20,3 4	17,0 1	0,92	1,3 2	0,2 8	79,9 9
1:1	18,5 4	9,8	8,73	18,5 4	15,0 2	1,29	14,7 9	12,5 1	0,67	0,9 6	0,2 0	81,0 1
1:0,7	21,4 7	11,1 7	10,3	15,0 3	12,3 2	1,05	11,9 9	9,44	0,55	0,7 8	0,1 7	81,9 7
1:0,5	24,0 0	12,3 4	11,6 5	12,0 0	9,96	0,84	9,57 3	7,63	0,43	0,6 2	0,1 3	83,0 0

Аналогичная зависимость наблюдается и при других соотношениях основных питательных веществ. При изменении Соотношение $N:P_2O_5$ от 1:0,5 до 1:2 коэффициент разложения МОФК уменьшается в среднем на 3% при постоянной норме соляной кислоты.

При изменении соотношения $N:P_2O_5$ от 1:2 до 1:0,5 повышается содержание общих, аммиачной и нитратной формы азота. Например, при норме кислоты 45 % и соотношении $N:P_2O_5=1:2$ общая, аммиачная и нитратная форма азота составляет 11,56, 6,00 и 5,56% соответственно. С изменением соотношение $N:P_2O_5$ (увеличением количества нитрата аммония) от 1:1 до 1:0,5 содержание $N_{общ.}$, $N_{амм.}$ и $N_{нит.}$ в сложном удобрении повышается от 1,48 до 1,96, от 1,45 до 1,91 и от 1,51 до 2,02 раз соответственно.

Экспериментальным путем доказана возможность получения эффективных новых форм сложных удобрений путем смешивания солянофосфорнокислотных пульпы, полученной на основе солянокислотной переработки МОФК, и раствора нитрата аммония. Данное удобрение по составу и свойствам отвечает требованиям сельского хозяйства и рекомендуется применять при корневой подкормке всех сельхозкультур внесением в почву в период активной вегетации.

Список литературы / References

1. Султонов Б.Э., Сапаров А.А., Намазов Ш.С. Азотнокислотное получение преципитата на основе минерализованной массы из фосфоритов Центральных Кызылкумов // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.*, 2018. № 11 (56). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6629/> (дата обращения: 03.01.2020).
 2. Получение преципитата на основе мытого обожженного фосфоритового концентрата // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* Шамуратова М.Р. [и др.], 2017. № 7 (40). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5007> (дата обращения: 10.09.2020).
 3. Султонов Б.Э., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Реймов А.М. Солянокислотная переработка высококарбонатной фосфоритовой муки Центральных Кызылкумов на удобриельный преципитат. // *Химическая промышленность. Санкт-Петербург*, 2015. № 4. С. 163-168.
 4. Розикова Д.А. [и др.] Разложение и промывка мытого обожженного фосфоконцентрата Центрального Кызылкума // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.*, 2020. № 2 (68). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/8753/> (дата обращения: 10.09.2020).
 5. ГОСТ 20851.2.75. Методы определения содержания фосфора. М.: Изд. стандартов, 1983. 22 с.
-

DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENT PRODUCTION OF AMMONIUM SULPHATE SOLUTION BY COMBINATION OF TECHNOLOGIES FOR USED SULFURIC ACID UTILIZATION

**Kholmurodov Zh.E.¹, Rajabov R.², Sherkuziev D.Sh.³,
Namazov Sh.S.⁴, Tuychiyeva U.I.⁵ (Republic of Uzbekistan)
Email: Kholmurodov517@scientifictext.ru**

¹*Kholmurodov Zhamshidbek Erkinovich - Junior Researcher;*

²*Radjabov Ruzmat - Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher,*

*LABORATORY OF PHOSPHATE FERTILIZERS,
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY
ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN
TASHKENT;*

³*Sherkuziev Doniyor Shermamatovich - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,*

*DEPARTMENT OF CHEMICAL TECHNOLOGY,
NAMANGAN ENGINEERING-TECHNOLOGICAL INSTITUTE,
NAMANGAN;*

⁴*Namazov Shafokat Sattarovich - Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician;*

⁵*Tuychiyeva Umida Israilovna - Junior Researcher,
LABORATORY OF PHOSPHATE FERTILIZERS,
INSTITUTE OF GENERAL AND INORGANIC CHEMISTRY
ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN,
TASHKENT,
REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: *a technology has been developed for the production of ammonium sulfate on the basis of unsaturationless and conversion schemes for the production of an improved energy-efficient and simplified production scheme, which makes it possible to use the heat of the neutralization reaction of spent sulfuric acid with ammonia to concentrate a part of the ammonium sulfate solution from the conversion stage to its evaporation, and which consists of interconnected compartments (nodes):*

- *one-stage neutralization of spent sulfuric acid with gaseous synthetic ammonia;*

- *liquid conversion of finely ground natural gypsum with a 50% solution of ammonium carbonate, where an easily filtered suspension of solid calcium carbonate in the liquid phase is obtained, which is a 35-40% aqueous solution of ammonium sulfate.*

Keywords: *impurities, sulfuric acid, ammonium sulfate, utilization, unsaturation scheme.*

**РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО
ПРОИЗВОДСТВА РАСТВОРА СУЛЬФАТА АММОНИЯ
КОМБИНАЦИЕЙ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ
ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ**

**Холмуродов Ж.Э.¹, Раджабов Р.², Шеркузиев Д.Ш.³,
Намазов Ш.С.⁴, Туйчиева У.И.⁵ (Республика Узбекистан)**

¹*Холмуродов Жамишдбек Эркинович - младший научный
сотрудник;*

²*Раджабов Рузмат - кандидат технических наук, старший
научный сотрудник,*

*лаборатория фосфорных удобрений,
Институт общей и неорганической химии
Академия наук Республики Узбекистан,
г. Ташкент;*

³*Шеркузиев Дониёр Шермаматович – кандидат технических
наук, доцент,*

*кафедра химической технологии,
Наманганский инженерно-технологический институт, г.
Наманган;*

⁴*Намазов Шафоат Саттарович - доктор технических наук,
профессор, академик, заведующий лабораторией;*

⁵*Туйчиева Умида Исраиловна - младший научный сотрудник,
лаборатория фосфорных удобрений,*

*Институт общей и неорганической химии
Академия наук Республики Узбекистан,
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Аннотация: разработана технология получения сульфата аммония на основе бессатураторной и конверсионной схем производства усовершенствованной энергоэффективной и упрощенной схемы производства, позволяющей использовать тепло реакции нейтрализации отработанной серной кислоты аммиаком для концентрирования части раствора сульфата аммония со стадии конверсии, до ее выпарки, и которая состоит из связанных между собой отделений (узлов):

- одноступенчатая нейтрализация отработанной серной кислоты газообразным синтетическим аммиаком;
- жидкостная конверсия тонкоизмельченного природного гипса 50%-ным раствором карбонатом аммония, где получается легкофильтрующаяся суспензия твердого карбоната кальция в жидкой фазе, которая представляет собой 35-40%-ный водный раствор сульфат аммония.

Ключевые слова: примеси, серная кислота, сульфат аммония, утилизация, бессатураторная схема.

В ходе осуществления ряда производственных процессов нефтехимии и органического синтеза образуются отработанные виды серной кислоты. Они, зачастую, выходят в разбавленном виде и содержат различные примеси органических веществ. Их выброс, как отхода производства, недопустим. Откуда и актуальность поисковых исследований, направленных на разработку более рациональных способов их очистки и дальнейшего использования в промышленности.

Так, в ходе эксплуатации ныне строящихся новых промышленных объектов АО «NAVOIYAZOT» в соответствии с Инвестиционной программой «Строительство комплекса производств поливинилхлорида (ПВХ), каустической соды и метанола», по проектам Консорциума компаний «China CAMC Engineering Co.» и «HQC Shanghai Company» (КНР), ожидается образования отработанной разбавленной серной кислоты. Годовой объем образования данного отхода составляет, суммарно 11874 т, а средняя концентрация кислоты – 83,55% H_2SO_4 .

Среди известных способов утилизации разбавленной и содержащей примесей органических веществ серной кислоты [1],

вариант переработки ее в сульфат аммония, по так называемому бессатураторному способу.

Основным недостатком этих схем является неполное использование теплоты реакции нейтрализации серной кислоты аммиаком.

При разработке новой схемы утилизации отработанной серной кислоты необходимо учесть и то, что на предприятии ведутся предпроектные работы по строительству новой опытно-промышленной установки для организации производства сульфата аммония высоколиквидной гранулированной формы методом жидкостной углеаммонийной конверсии гипса.

Целью настоящей работы явилась разработка на базе бессатураторной и конверсионной схем производства сульфата аммония, позволяющей использовать тепло реакции нейтрализации отработанной серной кислоты аммиаком.

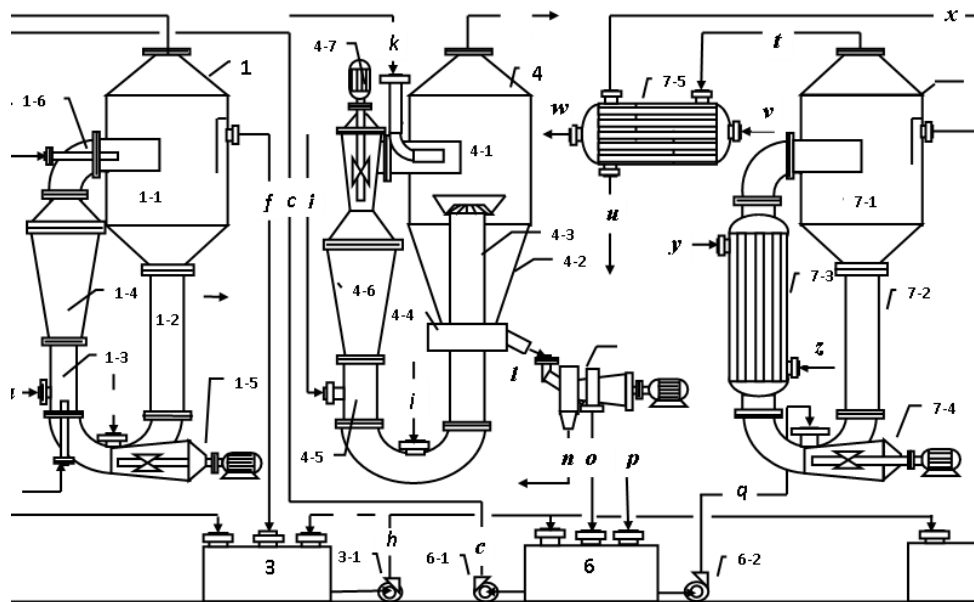


Рис. 1. Принципиальная схема энергоэффективного производства раствора сульфата аммония, концентрации близкой к насыщению, комбинацией технологий утилизации отработанной серной кислоты аммиачной нейтрализацией и углеаммонийной конверсии природного гипса в водной среде. 1- усовершенствованный циркуляционный реактор-нейтрализатор; 2 – сепаратор паровой фазы; 3 – сборник первичного раствора сульфата аммония; 4 – усовершенствованный реактор-кристаллизатор; 5 – центрифуга; 6- сборник промежуточного раствора сульфата аммония; 7 – вакуум-выпарной аппарат с принудительной циркуляцией; 8 – сборник продукционного раствора

В приведенной на рисунке технологической схеме представлены только наиболее важные узлы промышленной установки с основным технологическим оборудованием, которые соответствующим образом усовершенствованы. Организуемые в них процессы – разработка упрощенного и энергетически эффективного технологического процесса получения близкого к насыщению раствора сульфата аммония с одновременной

утилизацией отработанной серной кислоты – отхода производства ацетилена и ПВХ.

В пределах установленных оптимальных режимах технологических процессов, материальные потоки по стадиям выглядят следующим образом:

а) Стадия нейтрализации серной кислоты синтетическим аммиаком

- приход:

1. Серная кислота отработанная (83,55% H_2SO_4) 1,645 т/ч,

в том числе: - H_2SO_4 (100%) 1,378 т;

- органические примеси (15%) 0,247 т;

- вода 0,024 т.

2. Аммиак газообразный, 99,6% NH_3 0,480 т/ч

3. Конверсионный раствор возвратный, 35% $(NH_4)_2SO_4$ 5,303 т/ч, в том числе: - $(NH_4)_2SO_4$ 1,856 т - вода 3,447 т

4. Вода, вводимая для выравнивания концентрации сульфата аммония с компенсацией испарения 3,300 т/ч

Всего, приход 10,816 т/ч

- расход:

1. Насыщенный раствор сульфата аммония, 46% $(NH_4)_2SO_4$ 8,069 т/ч в том числе – $(NH_4)_2SO_4$ 3,712 т – вода 4,357 т

2. Органическая фаза 0,247 т/ч

3. Вода испарившаяся 2,500 т/ч

Всего, расход. 10,816 т/ч

Список литературы / References

1. Соколовский А.А., Унанянц Т.П. Краткий справочник по минеральным удобрениям // М., «Химия», 1977. С. 112-116.
2. Позин М.Е. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот). Ч. 1. Изд. 4-е, испр. // Л. Изд-во «Химия», 1074. С. 1248, 1259.
3. Патент США № 2653077, 1958. Улучшения или связанные с производством сульфата аммония. Roland Syers. № 2653077, 1958.

4. Патент 3570 РУз. Кл. С05С 3/00. Способ получения гранулированного сульфата аммония / Р.Р. Раджабов, Ш.С. Шаймарданов, М.С. Сафаев, И.Р. Бектурдиев. Б.И. № 2, 1996.
 5. Патент 4691 РУз. Кл. С05С 3/00. Способ получения гранулированного сульфата аммония / Ш.С. Шаймарданов, Р. Раджабов, М.С. Сафаев. № 4, 1997.
 6. *Классен П.В., Гришаев И.Г.* Основные процессы технологии минеральных удобрений // Л., «Химия», 1990. С. 78-83.
 7. *Бэмфорт А.В.* Промышленная кристаллизация. Перевод с англ. к.т.н. Л.Н. Матусевича // М. Изд-во «Химия», 1969. С. 61–66.
-

THE METHOD OF SPACE MONITORING OF IRRIGATED AREAS IN SOUTH KAZAKHSTAN WITH MODERATE RESOLUTION SATELLITE DATA

**Bekmuhamedov N.E.¹, Malakhov D.V.², Tsyhuyeva N.Yu.³
(Republic of Kazakhstan)**

Email: Bekmuhamedov517@scientifictext.ru

¹Bekmuhamedov Nurlan Erkinovich - Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory;

²Malakhov Dmitry Victorovich - Leading Researcher;

³Tsyhuyeva Natalia Yurjevna - Candidate of Geographical Sciences,

LABORATORY FOR SPACE MONITORING OF AGRICULTURAL PRODUCTION,

JSC “NATIONAL CENTER OF SPACE RESEARCH AND TECHNOLOGY”,

ALMATY, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract: *methods of discrimination between irrigated and non-irrigated areas with satellite data are described along with the discussion on usability of moderate spatial resolution satellite data for monitoring of irrigated agricultural areas in arid zone of South Kazakhstan. The complex algorithm of irrigated area discrimination is based on calculation of temporal difference for thermal and vegetation indices during the vegetation period. Statistical peculiarities for satellite data are defined and described for irrigated and non-irrigated*

areas. The evaluation of applied algorithms for different agricultural conditions in South Kazakhstan is provided.

Keywords: remote sensing, monitoring, inventory, water-industry basins, Landsat, Sentinel.

МЕТОД КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОРОШАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАНЫМ СРЕДНЕГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО КАЗАХСТАНА

**Бекмухамедов Н.Э.¹, Малахов Д.В.², Цычуева Н.Ю.³
(Республика Казахстан)**

¹Бекмухамедов Нурлан Эркинович - кандидат
сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией;

²Малахов Дмитрий Викторович - ведущий научный сотрудник;

³Цычуева Наталья Юрьевна - кандидат географических наук,
ведущий научный сотрудник,

Лаборатория космического мониторинга сельскохозяйственного
производства,

АО «Национальный центр космических исследований и
технологий»,

г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация: описываются методы разграничения орошаемых и неорошаемых территорий по спутниковым данным, а также обсуждается возможность использования спутниковых данных умеренного пространственного разрешения для мониторинга орошаемых сельскохозяйственных угодий в засушливой зоне Южного Казахстана. Комплексный алгоритм выделения орошаемых площадей основан на расчете временной разницы тепловых и вегетационных показателей за вегетационный период. Определены и описаны статистические особенности спутниковых данных для орошаемых и неорошаемых территорий. Дана оценка применяемых алгоритмов для различных сельскохозяйственных условий Южного Казахстана.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, мониторинг, инвентаризация, водохозяйственные бассейны, Landsat, Sentinel.

В работе рассмотрены способы распознавания орошаемых и богарных земель по данным спутниковой съемки, возможности применения спутниковой информации среднего пространственного разрешения для инвентаризации и мониторинга орошаемых территорий в условиях аридных территорий Южного Казахстана. Предложен комплексный подход, основанный на расчете разницы температурных и вегетационных индексов в течение вегетационного периода. Описаны статистические закономерности, характерные для спутниковых и наземных данных на территориях с преобладанием орошаемого и богарного типов земледелия. Проведена оценка точности индексов для различных условий земледелия в пределах Южного Казахстана.

Ключевые слова: водно-хозяйственные бассейны, инвентаризация, мониторинг, Landsat, Sentinel, дистанционное зондирование земли

Введение

Большинство сложностей по управлению водно-земельными ресурсами на базовом уровне в действительности являются информационной проблемой. Используя информационную систему и данные дистанционного зондирования в качестве источника оперативной информации, можно удовлетворить потребности всех сторон, связанных с сельским хозяйством, за счет общего и разделяемого доступа к объективной информации, что позволит мелиораторам применить принципы интегрированного управления водно-земельными ресурсами.

Дефицит водных ресурсов в совокупности со сложившейся экономической ситуацией в стране, приводит к сокращению водопотребления в республике. В настоящее время водозабор на сельское хозяйство сократился до 15 км³ (против 26 км³ в 1992 году), площадь регулярного орошения уменьшилась вдвое. В Казахстане на долю орошаемого земледелия приходится более 70% забора воды, а значит, оно является подотраслью экономики, на которую необходимо сделать акцент при эффективном использовании водных ресурсов [1]. В южных областях республики числится около 1,2 млн. га земель регулярного орошения (более 85 % всех земель орошения РК): в Южно-

Казахстанской (30,7 %), Алматинской (36,6 %), Кызылординской (11,6 %), и Жамбылской (9,6 %). Одной из наиболее актуальных проблем, по мнению экспертов (Медеу и др. 2015 год), требующими срочного решения, в том числе названа проблема введение агроэкологического мониторинга, подразумевающего постоянное слежение и контроль, за количеством и качеством земельных ресурсов в условиях орошения.

Материал и методы

Территория, на которой проводились полевые обследования в июне-июле 2018 года - 4 водно-хозяйственных бассейна: Балкаш-Алакольский, Шу-Таласский, Арало-Сырдарьинский и Иртышский.

Данные полевых наблюдений и измерений представлены в виде таблиц с указанием географических координат точек отбора проб и описаний, с заполненной атрибутивной информацией о культуре, минерализации почв, температуре почв, состоянии посевов, наличии и качеству ирригационных сетей. Сроки проведения выездов на выбранные участки зависят от погодных условий конкретного года и синхронизации с датами пролетов космического аппарата Landsat-8. Для региона «Мактаарал» количество обследованных полей равно 368, для региона «Туркестан» - 399. Для региона «Боролдай» с подавляющим большинством богарных полей, специальные измерения не проводились.

Инструменты, используемые в ходе полевых работ:

1) GPS-навигатор, для точного определения географических координат описываемых точек и границ полигонов исследования;

2) бесконтактный термометр STtm PRO PLUS для определения температуры воздуха, почвы и растений;

3) прибор AccuPAR LP80 для определения LAI - индекса листовой поверхности;

4) фотоаппарат для проведения фотосъемки в надири над посевом (для расчета проективного покрытия почвы растительностью) и в перспективе;

5) рулетка (линейка) для определения высоты и густоты растений.

Обработка спутниковых данных проведена в ПО ENVI 5.0,

статистическая обработка наземных и спутниковых данных – в ПО STATSOFT STATISTICA 12, картографические представления результатов работы выполнены в ПО ESRI ArcGIS 10.2.

Для выполнения расчетов применялись спутниковые данные Landsat-8 OLI и Sentinel-2. Характеристики датчиков Landsat-8 OLI позволяют на основе априорной информации о свойствах подстилающей поверхности успешно применять данные этого спутника для оценки состояния растительного покрова. Предварительная обработка снимков Landsat включает атмосферную коррекцию и пересчет значений на сенсоре в значения Reflectance и Radiance. Пересчет проводится стандартными процедурами Excelis ENVI.

Набор данных Sentinel-2, является стандартным продуктом Level-1C, который включает орторектификацию и пространственную регистрацию в глобальной системе отсчета с субпиксельной точностью. Продукт Sentinel-2 Level-1C состоит из 110-километровых плиток в проекции UTM / WGS84 и обеспечивает отражательную способность Top-Of-Atmosphere (TOA). Мы создали Sentinel 1-2 Level-2A с использованием языка программирования Python, для выполнения коррекции входных данных TOA с атмосферой, рельефом местности и перистыми облаками. Для некоторых полузасушливых областей коррекция важна для облачных изображений, поскольку сезонные колебания концентрации аэрозоля в виде сухой пыли являются высокими и меняют коэффициент отражения.

Набор данных Sentinel-1 содержит данные об измерении уровня земли (GRD) уровня 1 в режиме интерферометрического широкополосного (IW), состоящего из сфокусированных данных SAR, которые были многократно просмотрены и проецированы в наземный диапазон с использованием модели эллипсоида Земли WGS84. Полученные изображения в двойной поляризации (VH и VV) имеют размерность 270 x 270 км с разрешением 10 м. Коррекция ландшафта была применена для геокодирования изображений путем коррекции геометрических искажений SAR (ракурс, прокладка и тень) с использованием цифровой модели рельефа от миссии ракеты-спутника Shuttle, создающей

изображения с заземлением.

Основная часть исходных данных дистанционного зондирования, используемых для мониторинга орошаемых территорий, представлена космоснимками среднего разрешения (Sentinel-2, Landsat-8), с периодичностью от 3 до 8 дней и общим покрытием территории ВХБ около 90 %.

В рамках настоящего проекта проанализированы три основных вегетационных индекса: NDVI, NDWI, MNDWI, (таблица 1).

Таблица 1. Индексы, использованные в работе

Индекс	Уравнение	Ссылка
NDVI, Normalized Difference Vegetation Index	$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$	Rouse, J. W., et al., 1973
NDWI, Normalized Difference Water Index	$NDWI = \frac{(\rho_{857} - \rho_{1241})}{(\rho_{857} + \rho_{1241})}$	B.Gao .1995
MNDWI, Modified Normalized Difference Water Index	$MNDWI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR}$	Xu, 2005

NDVI нашел широкое применение в изучении растительности; он используется для оценки состояния и урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности пастбищ, оценки залежей и т.д. Очень часто индекс напрямую связан с другими наземными параметрами, такими как проективное покрытие, фотосинтетическая активность растений, поверхностная влага, индекс площади листвы и количество биомассы.

По распределению индекса NDVI распознаются участки со здоровой растительностью (поглощает электромагнитное излучение в красном диапазоне спектра и отражает большую часть в ближнем инфракрасном интервале) и угнетённой или разреженной растительностью (отражает больше в видимом и меньше в ближнем инфракрасном каналах). В силу своей привязанности к количеству фотосинтезирующей биомассы,

NDVI не эффективен на снимках, полученных в сезон ослабленной или невегетирующей в этот период растительности.

Расчет содержания влаги в зеленой биомассе основан на методе, предложенном В.Гао. Автор предложил узкополосный индекс концентрации влаги в зеленой биомассе в качестве инструмента оценки статуса зеленой растительности.

Примечательно, что индекс учитывает только каналы инфракрасного спектра, в то время, как «классические» вегетационные индексы основаны на применении красного и инфракрасного каналов. Применение данного индекса основано на том, что спектр поглощения воды в коротковолновом ИК диапазоне значительно сильнее, нежели в ближнем ИК диапазоне. В работе использована модификация индекса Гао под Landsat – 8 OLI, имеющая вид

$$NDWI = (\text{float}(b5) - \text{float}(b6)) / (\text{float}(b5) + \text{float}(b6)),$$

где $b5$ и $b6$ – соответствующие каналы изображения Landsat – 8 OLI.

Modified Normalized Difference Water Index более чувствителен по сравнению с NDWI. В работе были использована разница между ранними и поздними снимками.

$$MNDWI_{dif} = MNDWI_1 - MNDWI_2,$$

где $MNDWI_{dif}$ – разница значений влажности, $MNDWI_1$ – значения влажности, рассчитанные по позднему снимку, $MNDWI_2$ – значения влажности, рассчитанные по раннему снимку.

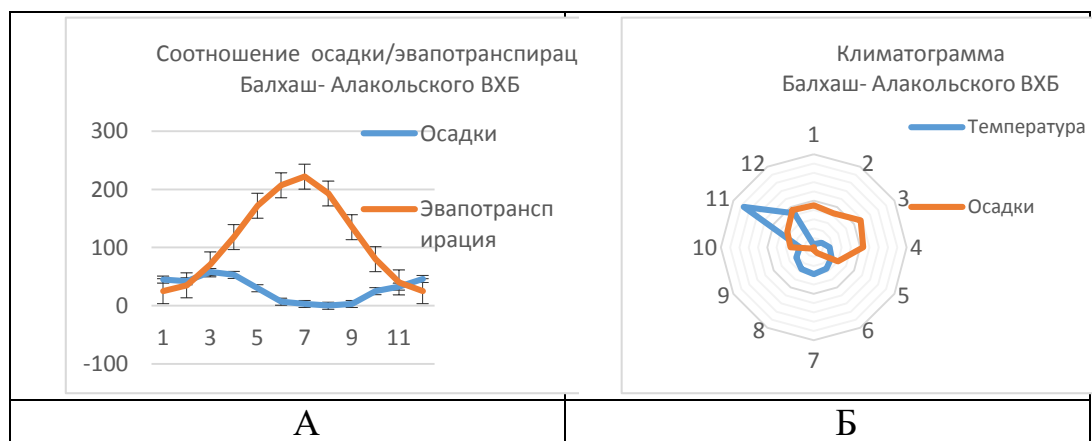
Положительные значения $MNDWI_{dif}$ свидетельствуют о накоплении влаги в зеленой растительности, о приросте биомассы за наблюдаемый период, т.е. о регулярном орошении. Отрицательные или близкие к нулю значения $MNDWI_{dif}$ говорят о дефиците влаги в почве, замедленном накоплении жидкости в тканях растения, отсутствии прироста биомассы – т.е. об отсутствии полива. Как было указано выше, динамика отдельных индексов, при сохранении трендов, имеет известное количество флуктуаций, вызванных как искусственными (сроки полива, сроки посева, начало уборки), так и естественными (выпадение осадков) причинами. Для выявления устойчивых трендов и корреляций целесообразнее пользоваться не временным рядом того или иного параметра, а дискретными величинами разности

наблюдаемого параметра, получаемыми простым вычитанием данных ранней спутниковой съемки из данных более поздней съемки.

Результаты

Территория Казахстана в целом, и сельхозпроизводящие территории четырех водно-хозяйственных бассейнов (ВХБ) находятся в зоне рискованного земледелия, то есть количество влаги, попадающее в почву с осадками, является недостаточным для успешного возделывания сельскохозяйственных культур.

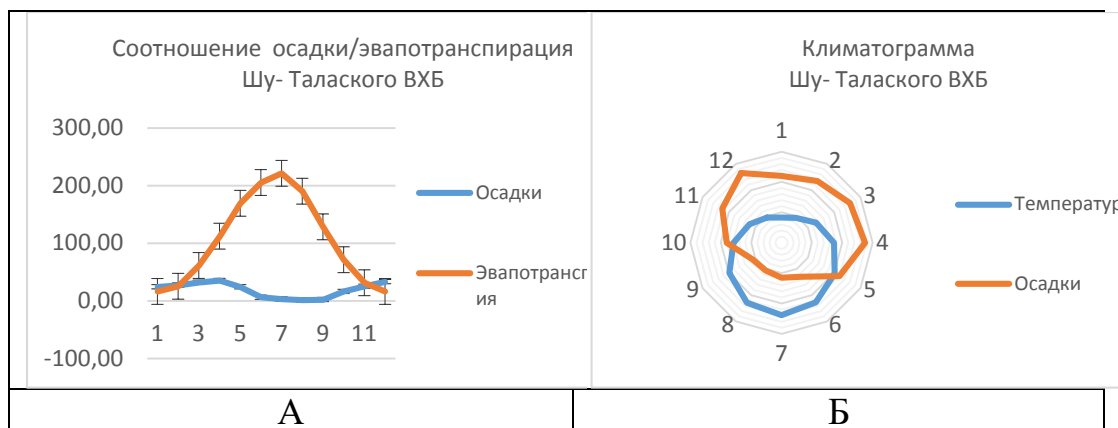
Для иллюстрации этого утверждения были построены графики соотношения осадков и потенциальной эвапотранспирации [2] для Балхаш-Алакольского и Шу-Талаского (ВХБ) (рисунки 1-2).



А – Осадки/эвапотранспирация; Б - Климатограмма

Рис. 1. Соотношение осадков к эвапотранспирации и климатограмма Балхаш-Алакольского ВХБ

Анализ графиков показывает преобладание испарения над количеством осадков с марта по ноябрь 2018 года, засушливость климата с мая по ноябрь 2018 года.



А – Осадки/эвапотранспирация; Б - Климатограмма

Рис. 2. Соотношение осадков к эвапотранспирации и климатограмма Шу-Талаского ВХБ

Анализ графиков показывает преобладание испарения над количеством осадков с марта по ноябрь 2018 года, засушливость климата с мая по октябрь 2018 года.

Согласно классификации климатов по Коппену и Гейгеру [3], территория Южного Казахстана, занятая под орошаемое земледелие, попадает в зоны BSk (Аридная/Пустынная/Холодная) и Dsa (Холодная/Сухое лето/Жаркое лето) .

Таким образом, регионы отличаются неблагоприятными для возделывания сельскохозяйственных культур климатическими условиями, предполагающими наличие искусственного орошения для получения урожая.

Исходя из сказанного выше, теоретическими предпосылками для распознавания орошаемых и богарных земель следует считать динамику вегетационных индексов и динамику температур подстилающей поверхности. Для орошаемых полей динамика вегетационных индексов должна быть положительной (прирост значений) за вегетационный период. Прирост значений вегетационных индексов обусловлен ростом зеленой биомассы и, соответственно, увеличением количества хлорофилла в тканях здоровых растений. Для богарных территорий прирост значений вегетационных индексов за тот же период наблюдений должен иметь негативную тенденцию в связи с ранними сроками уборки

озимых и/или угнетенным состоянием растительного покрова на неорошаемых полях.

Корреляции разностей спектральных индексов и состояния полей в орошаемой зоне, изученные в данном проекте, свидетельствуют о перспективности применения выбранных методов инвентаризации орошаемых территорий (таблицы 2-5).

Коэффициент корреляции Пирсона – стандартный коэффициент корреляции, характеризующий наличие линейной зависимости между двумя величинами/выборками. Коэффициент корреляции рассчитан отдельно для Шу-Таласского ВХБ и Балхаш-Алакольского ВХБ, где первая пара снимков датирована 13 июня и 2 июля, вторая пара снимков - 15 июня и 11 июля 2018 года. Результаты представлены в таблицах 2-3 (курсивом выделены значимые корреляции).

Таблица 2. Коэффициент корреляции Пирсона между классом «орошаемые поля» и расчетами спутниковых данных Шу-Таласского ВХБ

	NDVI _{I_{sho}} rt	NDVI _{I_{lon}} g	NDWI _{I_{sho}} rt	NDWI _{I_{lo}} ng	MNDWI _{I_{sh}} ort	MNDWI _{I_{lo}} ng
Irrigated fields	0,0263	0,285	0,0219	0,269	0,0673	-0,0145
Marked correlations are significant at $p < 0,05000$, $N=365$						

*Здесь и в таблицах корреляций (таблицы 3-5) индекс “short” означает разницу между снимками в две недели, индекс “long” означает разницу в 25 дней.

Таблица 3. Коэффициент корреляции Пирсона между классом «орошаемые поля» и расчетами спутниковых данных Балхаш-Алакольского ВХБ

	NDVI _{sho} rt	NDVI _{lon} g	SAVI _{sho} rt	SAVI _{lon} g	MNDWI _{sho} rt	MNDWI _{lon} g
Irrigated fields	0,1449	0,4504	0,1122	0,4154	-0,0132	0,1618
Marked correlations are significant at $p < 0,05000$, N=393						

Как видно из таблиц, наилучшей корреляцией с классом «орошаемые поля» обладают разности вегетационных индексов. Индекс влажности почвы слабо связан с наличием орошения, либо не связан совсем. Данный факт находит свое объяснение, если принять во внимание количество зеленой биомассы на орошаемых полях и большую общую площадь листовой поверхности, часто полностью закрывающую почву. Очень важным фактом является рост корреляции абсолютно во всех рассматриваемых случаях с увеличением периода между датами спутниковой съемки. Эта особенность является основой для инвентаризации орошаемых территорий, в то время, как краткосрочные разницы индексов или данные единичной съемки не обладают всей полнотой информации, отражая только текущее состояние полей (осуществлен полив, или нет).

Коэффициент корреляции Спирмена (Spearman rank correlation coefficient) — мера линейной связи между случайными величинами.

Статистика Спирмена предполагает, что рассматриваемые переменные измерены как минимум в порядковой шкале, иными словами — индивидуальные наблюдения ранжированы. Расчёт корреляций Спирмена приведен в таблицах 4 и 5, где первая пара снимков датирована 13 июня и 3 июля 2018 года, вторая пара снимков - 13 июня и 9 июля 2018 года (курсивом выделены значимые корреляции).

Таблица 4. Коэффициенты корреляции Спирмена между классом «орошаемые поля» и расчетами спутниковых данных для Шу-Таласского ВХБ

	NDVI _{sho} rt	NDVI _{lon} g	NDWI _{sho} rt	NDWI _{lo} ng	MNDWI _{sh} ort	MNDWI _{lo} ng
Irrigated fields	0,0491	0,2942	0,0471	02879	0,0029	-0,0125
Marked correlations are significant at $p < 0,05000$, N=342						

Таблица 5. Коэффициенты корреляции Спирмена между классом «орошаемые поля» и расчетами спутниковых данных для Балхаш-Алакольского ВХБ

	NDVI _{sho} rt	NDVI _{lon} g	NDWI _{sho} rt	NDWI _{lo} ng	MNDWI _{sh} ort	MNDWI _{lo} ng
eed	0,2066	0,4132	0,1892	0,3910	-0,0815	0,1577
Marked correlations are significant at $p < 0,05000$, N=388						

Наилучшей корреляцией с классом «орошаемые поля» обладают разности вегетационных индексов.

Дополнительно, проведена верификация расчетов спутниковых данных с наземными данными (таблица 6). Показано, что величина ошибки при определении орошаемых полей с помощью разностей вегетационных индексов не превышает 15% при длительности наблюдений не менее месяца. Увеличение периода между съемками должно снизить величину ошибки, поскольку, как было показано выше, достоверность спутниковых наблюдений возрастает по мере увеличения временного разрыва между съемками. Однако, следует учитывать факторы, которые невозможно опознать или скорректировать при спутниковых расчетах. Среди них, например, такие, как сроки сева, частота поливов, частота и интенсивность атмосферных осадков.

Таблица 6. Ошибки классификации орошаемых полей по разностям индексов и температур, %

Шу-Таласский ВХБ		Балхаш-Алакольский ВХБ		Усредненная ошибка, %
Index	error, %	Index	error, %	
MNDWI _{dif}	28,02	MNDWI _{dif}	13,9	20,96
NDVI _{dif}	11,28	NDVI _{dif}	20,3	15,79
NDWI _{dif}	10,77	NDWI _{dif}	18,3	14,53

На основании описанного метода расчета разности вегетационных индексов получены карты орошаемых и богарных площадей (рисунки 3-4).

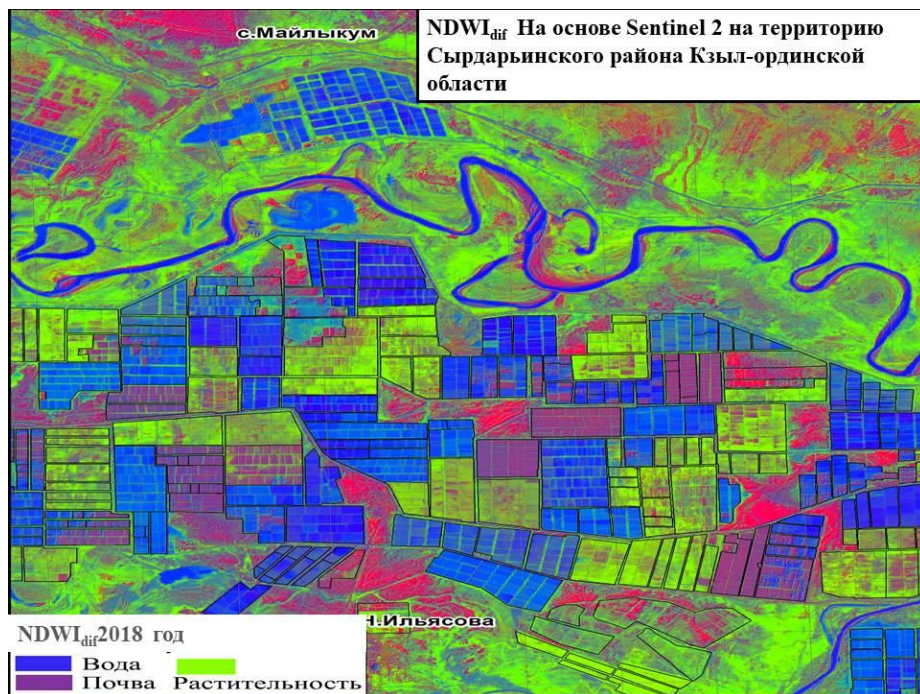


Рис. 3. Карта орошаемых полей Сырдарьинского района по данным ДЗЗ, лето 2018 года

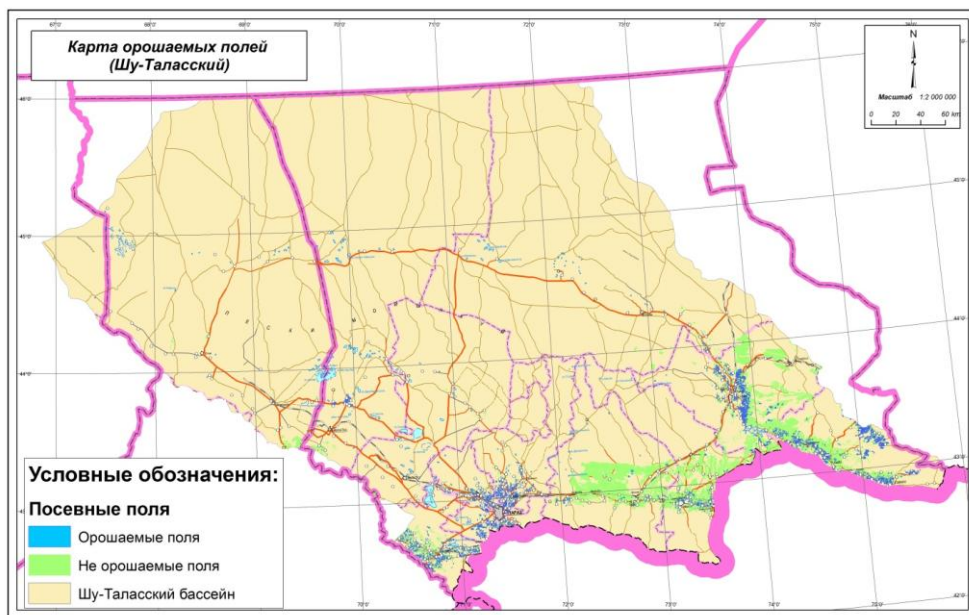


Рис. 4. Карта орошаемых полей Шу-Таласского бассейна, июнь-июль 2018 года

Обсуждение

Культуры, которые требуют регулярного увлажнения для возделывания (бахчевые, кукуруза, овощные, хлопок) демонстрируют устойчивое возрастание показателей вегетационного индекса. Динамика вегетационных индексов на полях люцерны, при сохранении общего положительного тренда, имеет более стохастический характер, что связано, как с уборкой люцерны несколько раз в течение вегетационного периода, так и с ее орошением, осуществляемым нерегулярно. Динамика паровых полей показывает разброс значений, как вегетационных индексов, так и температур. В ряде случаев наблюдается положительный тренд вегетационных индексов, обусловленный, вероятнее всего, развитием сорных видов на паровых полях. Динамика вегетационных индексов на озимых культурах, в целом, соответствует теоретическим ожиданиям, проявляя спад значений вегетационных индексов. Имеющиеся в ряде случаев всплески значений (или, говоря статистическим языком – выбросы), могут быть объяснены условиями возделывания, разными сроками сева или атмосферными осадками.

Заключение

Предлагаемый метод является эффективным инструментом оценки площадей орошаемых территорий для условий четырех ВХБ. Комплексное использование вегетационных индексов, получаемых на основе данных ДЗЗ среднего пространственного разрешения позволяет с приемлемой точностью оценивать динамику орошения и отличать орошаемые территории от богарных. Дальнейшим развитием предлагаемой методики может быть ее адаптация к данным ДЗЗ высокого разрешения и разработка автоматизированного процесса обработки спутниковых данных в целях повышения точности распознавания орошаемых и богарных территорий.

Благодарность

Работа выполнена в рамках НТП «Научно-технологическое обоснование по рациональному использованию водных ресурсов при увеличении площадей регулярного и лиманного орошения по всем водохозяйственным бассейнам Республики Казахстан до 2021 года».

Авторы выражают признательность Р.Т. Искакову (АО «НЦКИТ»), А.А. Арыстанову (АО «НЦКИТ»), А.С. Айсаровой (АО «НЦКИТ») и А.Ф. Исламгуловой за содействие в проведении наземных исследований, оказали ценную консультативную помощь в ходе подготовки рукописи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов с любыми лицами и/или организациями.

Список литературы / References

- 1 Медеу А.Р., Мальковский И.М., Толеубаева Л.С., Алимкулов С.К. Водная безопасность Республики Казахстан: проблемы устойчивого водообеспечения. Алматы, 2015. 582 с.

- 2 Усков И.Б., Николаев М.В., Мищенко А.Ф., Усков А.О. Управление агроклиматическими рисками по данным дистанционного зондирования. ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт. С. 176-184 // В сборнике Материалы Всероссийской научной конференции (с международным участием) «Применение средств дистанционного зондирования земли в сельском хозяйстве». Санкт-Петербург. 16-17 сентября 2015 г.
- 3 Kottek M, Grieser J, Beck C, Rudolf B & Rubel F., 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated // Meteorologische Zeitschrift. - № 15. P. 259–263. [Обновленная мировая карта классификации климата по Köppen-Geiger // Метеорологический журнал. № 15. С. 259-263].

**SOLUBILITY OF COMPONENTS IN THE SYSTEM
 $\{84,3\% \Sigma [Ca(ClO_3)_2 + Mg(ClO_3)_2] + 15,7\% \Sigma [CaCl_2 + MgCl_2]\}$ -
 $CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH \cdot H_2O$**

Ergashev D.A. (Republic of Uzbekistan)

Email: Ergashev517@scientifictext.ru

Ergashev Dilmurod Adiljanovich - Doctor of Philosophy (PhD),

Senior Lecturer,

DEPARTMENT CHEMICAL TECHNOLOGY,

FERGHANA POLYTECHNIC INSTITUTE,

FERGHANA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: *studying the solubility of the system $\{84,3\% \Sigma [Ca(ClO_3)_2 + Mg(ClO_3)_2] + 15,7\% \Sigma [CaCl_2 + MgCl_2]\}$ - $CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH \cdot H_2O$ from the freezing point $-52,8$ to $-5,0^\circ C$. A polythermal solubility diagram is constructed, which delineates the ice crystallization fields, $[Ca(ClO_3)_2 \cdot Mg(ClO_3)_2]$, $[CaCl_2 \cdot MgCl_2]$, CH_3COOH , $CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH$, and as a new phase, $CaOHClO_3 \cdot 2NH_2C_2H_4OH \cdot 2H_2O$. Analysis of the radiograph of the initial components and the synthesized complex based on them shows that diffraction reflexes differ from each other, both in the value of interplane distances and in the intensity of diffraction lines. Thermal analysis also confirms the identity of the new compound.*

Keywords: *physiological active substances, polytherma, solubility, crystallization area, double and triple main points, calcium and magnesium chlorates and chlorides, defoliants.*

**РАСТВОРИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМЕ
 $\{84,3\% \sum [\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + 15,7\% \sum [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2]\} -$
 $\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$**

Эргашев Д.А. (Республика Узбекистан)

*Эргашев Дилмурод Адилжонович - PhD старший преподаватель,
кафедра химической технологии,
Ферганский политехнический институт,
г. Фергана, Республика Узбекистан*

Аннотация: изучена растворимость системы $\{84,3\% \sum [\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + 15,7\% \sum [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2]\} - \text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ от температуры полного замерзания $-52,8$ до $-5,0^\circ\text{C}$. Построена политермическая диаграмма растворимости, на которой разграничены поля кристаллизации льда, $[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2]$, $[\text{CaCl}_2 \cdot \text{MgCl}_2]$, CH_3COOH , $\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ и в качестве новой фазы $\text{CaOHClO}_3 \cdot 2\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Анализ рентгенограммы исходных компонентов и синтезированного комплекса на их основе показывает, что дифракционные рефлексы отличаются друг от друга, как по значению межплоскостных расстояний, так и по интенсивностям дифракционных линий. Термический анализ также подтверждает индивидуальность нового соединения.

Ключевые слова: физиологически активные вещества, политерма, растворимость, поля кристаллизации, двойные и тройные узловые точки, хлораты и хлориды кальция и магния, дефолианты.

For the timely harvest of cotton, it is necessary to remove the cotton leaves. A big problem in cotton growing is the lack of domestic defoliants that meet all the requirements of agriculture. The existing chlorate-containing defoliants based on magnesium chlorate do not meet modern requirements for defoliants. It is known that the defoliating effect of chlorates is, to one degree or another,

accompanied by a desiccation effect. In addition, they do not have a multifunctional effect. In the synthesis of new effective defoliants, the use of the monoethanolamine salt of acetic acid, which is a plant growth stimulator, is of considerable interest. It has biological activity, enhances redox processes, carbohydrate biosynthesis and enzymatic activity [1,2].

For the physicochemical substantiation of the process of obtaining an effective defoliant based on calcium-magnesium chlorate and monoethanolamine acetate, the solubility of the components in the system $\{84,3\% \sum [\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{Mg}(\text{ClO}_3)_2] + 15,7\% \sum [\text{CaCl}_2 + \text{MgCl}_2]\} - \text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ in a wide temperature and concentration range.

Monoethanolamine acetate was synthesized on the basis of acetic acid and monoethanolamine taken at a molar ratio of 1:1.

We studied the solubility of the binary system $\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} - \text{H}_2\text{O}$ in the temperature range from $-50,4$ to $78,0^\circ\text{C}$. Its polythermal diagram of solubility is characterized by the presence of branches of ice crystallization, CH_3COOH and $\text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$, which intersect at two double points of coexistence of two solid phases. The first double point corresponds to the joint crystallization of ice and acetic acid at a temperature of $-50,4^\circ\text{C}$ and a concentration of $55,6\% \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{CH}_3\text{COOH}$ and $44,4\% \text{H}_2\text{O}$.

The second double point corresponds to the joint crystallization of acetic acid and monoethanolammonium acetate at a temperature of $-26,0^\circ\text{C}$, the concentration of monoethanolammonium acetate is $78,0\%$ and $22,0\%$ of water (Fig.) [3].

The binary system magnesium chlorate - water has been previously studied. The data we obtained are in good agreement with the literature [4].

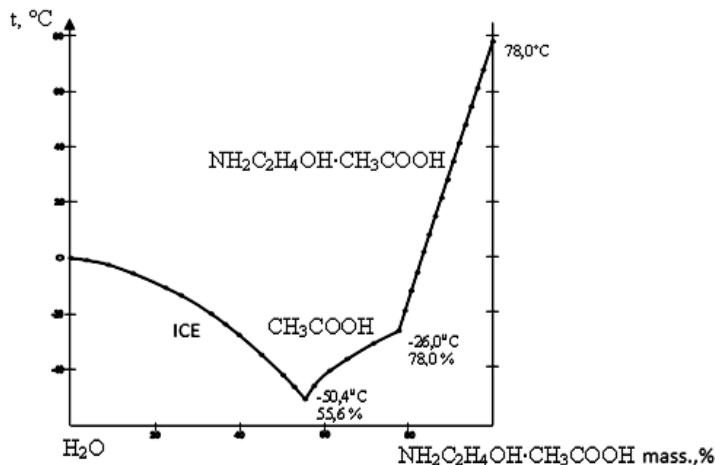


Fig. 1. Diagram of the solubility of the system
 $\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}\cdot\text{CH}_3\text{COOH}-\text{H}_2\text{O}$

The solubility of this system was studied using seven internal sections, on the basis of which a polythermal diagram of this system from $-52,8$ to $-5,0^\circ\text{C}$ was constructed. On the polythermal diagram of the solubility of the system, the fields of ice crystallization, $[\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2\cdot\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2]$, $[\text{CaCl}_2\cdot\text{MgCl}_2]$, CH_3COOH , $\text{CH}_3\text{COOH}\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ and a new compound of the composition $\text{CaOHClO}_3\cdot 2\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ are distinguished. The above fields on the solubility diagram converge at one node of the invariant point. It is known that calcium chlorate actively forms complex compounds with a number of organic compounds containing a hydroxyl group [5,6,7,8], which is also observed in this system (table).

*Table 1. Double and triple nodal points of the system
 $\{84,3\% \Sigma [Ca(ClO_3)_2 + Mg(ClO_3)_2] + 15,7\% \Sigma [CaCl_2 + MgCl_2]\}$ -
 $CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH \cdot H_2O$*

Liquid phase, %			$t_{cr}, ^\circ C$	Solid phase
$\{84,3\% \Sigma [Ca(ClO_3)_2 + Mg(ClO_3)_2] + 15,7\% \Sigma [CaCl_2 + MgCl_2]\}$	$CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH$	H_2O		
44,8	6,0	49,2	-5,0	$Ca(ClO_3)_2 \cdot Mg(ClO_3)_2 + CaO \cdot HClO_3 \cdot 2NH_2C_2H_4OH \cdot 2H_2O$
38,4	5,4	56,2	-45,8	$Ca(ClO_3)_2 \cdot Mg(ClO_3)_2 + CaCl_2 \cdot MgCl_2 + CaO \cdot HClO_3 \cdot 2NH_2C_2H_4OH \cdot 2H_2O$
33,7	5,5	60,8	-52,0	Ice + $CaO \cdot HClO_3 \cdot 2NH_2C_2H_4OH \cdot 2H_2O$
28,0	6,0	66,0	-34,0	same
25,0	7,9	67,1	-30,0	-//-
17,7	12,3	70,0	-23,0	-//-
7,4	27,9	64,7	-20,2	-//-
3,0	38,9	58,1	-24,0	-//-
1,7	57,0	41,3	-52,8	Ice + $CaO \cdot HClO_3 \cdot 2NH_2C_2H_4OH \cdot 2H_2O + CH_3COOH$
1,0	77,8	21,2	-30,4	$CaO \cdot HClO_3 \cdot 2NH_2C_2H_4OH \cdot 2H_2O + CH_3COOH + CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH$
1,8	83,9	14,3	-27,4	$CaO \cdot HClO_3 \cdot 2NH_2C_2H_4OH \cdot 2H_2O + CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH$
3,0	86,0	11,0	-26,8	same
3,9	87,3	8,8	-26,5	-//-
5,7	89,0	5,3	-26,3	-//-
-	78,0	22,0	-26,0	$CH_3COOH + CH_3COOH \cdot NH_2C_2H_4OH$
-	55,6	44,4	-50,4	Ice + CH_3COOH
42,2	-	57,8	-43,6	$Ca(ClO_3)_2 \cdot Mg(ClO_3)_2 + CaCl_2 \cdot MgCl_2$
38,0	-	62,0	-46,0	Ice + $CaCl_2 \cdot MgCl_2$

The resulting new compound of the composition $\text{CaOHClO}_3 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was identified by methods of chemical and physicochemical analysis.

Thus, the obtained data on the solubility of the components in the studied system by the visual polythermal method $[22,52\%\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + 17,51\%\text{Mg}(\text{ClO}_3)_2 + 4,33\%\text{CaCl}_2 + 3,12\%\text{MgCl}_2 + 52,52\%\text{H}_2\text{O}] - \text{CaOHClO}_3 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ can serve as a scientific basis for obtaining a new complex acting preparation based on calcium-magnesium chlorate defoliant and monoethanolammonium acetate. To maintain the physiological activity of the synthesized preparation during defoliation, the required interval of the initial components should not exceed 39,2 – 39,7% chlorate, 0,72 – 2,00% monoethanolammonium acetate.

References / Список литературы

1. *Umarov A.A., Kutyanin L.I.* New defoliants: search, properties, application. M.: Chemistry, 2000. 142 p.
2. Liquid chlorate magnesium defoliant. Technical conditions Ts 00203855-34: 2015. 14 p.
3. *Shukurov J.S., Ishanhodzhaev S.S., Askarova M.K., Tukhtaev S.* Studying the solubility of components in the $\text{NaClO}_3 \cdot 2\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{CH}_3\text{COOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ system. Journal of Inorganic Chemistry. Moscow, 2011. 56. Number 3, P. 502-505.
4. *Tukhtaev S., Shammassov R.E., Kucharov H.* Solubility polytherm of the magnesium chlorate - water system. // Dokl. Academy of Sciences of the UzSSR, 1984. № 1. P. 31-32.
5. *Tursunov A.S., Ergashev D.A., Khamrakulov Z.A.* Investigation of filtration processes upon receipt of a chlorate-containing defoliant from dolomite // Universum: Technical Sciences: electron. scientific journal, 2018. № 10 (55).
6. *Ergashev Dilmurod, Askarova Mamura, Tukhtaev Saidahrul.* Investigation of the mutual effect of the components in systems substantiating the process of obtaining a new defoliant // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. № 3-4, 2016. March-April. P. 135-141.

7. Ergashev D.A., Togasharov A.S., Askarova M.K., Tukhtaev S. Solubility of the components in the system $[21,8\%Ca(ClO_3)_2 + 19,5\%Mg(ClO_3)_2 + 3,7\%CaCl_2 + 3,7\%MgCl_2 + 51,3\%H_2O] - CO(NH_2)_2 - H_2O$. Uzbek Chemical Journal. 5, 2012. P. 34-39.
8. Khamdamova Sh.Sh. Solubility in triple aqueous systems, including calcium chlorate and diethanolamine (triethanolamine) at 25°C. Journal of inorganic chemistry. Moscow, 2017. 62, 11. P. 1525-1529.

MACHINE LEARNING TO PROCESS IMAGES BY INCREASING THE RESOLUTION OF LOW QUALITY IMAGES

Mukhamadiyeva K.B. (Republic of Uzbekistan)

Email: Mukhamadiyeva517@scientifictext.ru

*Mukhamadiyeva Kibriyo Bahodirovna - Applicant, Senior Lecturer,
DEPARTMENT OF INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES,
BUKHARA ENGINEERING TECHNOLOGICAL INSTITUTE,
BUKHARA, REPUBLIC OF UZBEKISTAN*

Abstract: *artificial neural networks (ANNs) are currently undergoing their second birth, which is primarily due to the increased computing power of modern computers and the emergence of extra-large data sets for training, present in global networks. Solutions in the field of data classification, image segmentation, decision support, which are comparable in quality and often exceed the results obtained from classical methods of image recognition, are developed on the basis of the ANN.*

The applied field of research is related to solving problems of segmentation, classification and categorization of identification numbers of wagons that do not have a template and standard, based on the use of convolution neural networks (CNN). Recently, the research in this field has been actively conducted [1].

The work is devoted to the development of algorithms and architecture of a convolution neural network (CNN) to solve the problems of

segmentation, classification and categorization of images of identification numbers of wagons.

Keywords: *image recognition, neural network, ANN, CNN, OpenCV, pixel filtr, Softmax function.*

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПУТЕМ ПОВЫШЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ НИЗКОГО КАЧЕСТВА

Мухамадиева К.Б. (Республика Узбекистан)

Мухамадиева Кибриё Баходировна - соискатель, старший преподаватель, кафедра информационных и коммуникационных технологий,

*Бухарский инженерно-технологический институт,
г. Бухара, Республика Узбекистан*

Аннотация: *искусственные нейронные сети (ИНС) в настоящее время переходят в основное направление развития, что, в первую очередь, связано с увеличением вычислительной мощности современных компьютеров и появлением сверхбольших наборов данных для обучения, присутствующих в глобальных сетях. На базе ИНС разрабатываются решения в области классификации данных, сегментации изображений, поддержки принятия решений, сопоставимые по качеству и зачастую превосходящие результаты, полученные с помощью классических методов распознавания образов.*

Прикладная область исследований связана с решением задач сегментации, классификации и категоризации идентификационных номеров вагонов, не имеющих шаблона и стандарта, основанных на использовании сверточных нейронных сетей (CNN). В последнее время исследования в этой области активно проводятся [1].

Работа посвящена разработке алгоритмов и архитектуры сверточной нейронной сети (CNN) для решения задач сегментации, классификации и категоризации изображений идентификационных номеров вагонов.

Ключевые слова: распознавание образов, нейронная сеть, ИИИ, CNN, OpenCV, фильтр пикселей, функция Softmax.

Introduction.

The article is devoted to the description of the algorithm of construction and artificial increase of the marked data set on images in the conditions of small samples. The algorithm, by applying artificial geometric transformations to the initial objects, provides creation of new training examples, which, in the conditions of small samples, allows to better train the neural network and reduce retraining. The following methods of artificial data set magnification were used in the work: brightness enhancement of green colour, application of Gaussian blur filter, averaging of image pixels with the help of normalized pixel filter, image rotation relative to its center with different angles of rotation, image cropping and halving of dimensions, resizing of the central part of the image to 680*200 pixels according to CNN requirements using cubic interpolation. Algorithm of image data set construction and artificial enlargement was implemented by means of Python programming language with the use of NumPy, SciPy, etc. libraries.

The second stage describes the development of a new CNN architecture for accurate classification of the marked data set on three-channel color images of ultra-high spatial resolution in small samples. The overall architecture of the CNN consists of six convolution blocks (each includes one convolution layer). The first and third bundle blocks include pooling layers (a function to reduce the dimensional space of feature maps) with a maximum function. At the end of the CNN are two fully connected layers and one output layer. The last four bundle blocks use the ReLU activation function (1) and the output layer uses the Softmax activation function (2):

$$f(x) = \max(0, x), \quad (1)$$

$$z = \omega^T x - \theta, \quad (2)$$

where x is a vector-column of features of an object of $M \times 1$ dimension, ω^T - where K is the number of object classes, and M is the number of object features.

To control the retraining of the network, it was decided to use the method of regularization for the artificial neural network Dropout, with

the help of which the reduction of the model complexity was achieved, while keeping the number of its parameters at a low level. The optimal value of the regularization factor was also selected. Based on the results of the numerical experiments, it was determined that the optimal values are 0.25 after the second, fourth and fifth layers, and 0.5 before the output layer. As a target function, which should be minimized during training of the neural network, was chosen categorical cross-entropic loss between input data and the actual classification of images. This function is well suited for calculating the probability of the original image belonging to a certain category [2-3]. To date, a fairly large number of optimization algorithms have been proposed for the calculation of gradient descent in neural networks. The proposed model used ADAM optimization (adaptive moment estimation), since it is the most suitable optimizer for the problem under consideration, in particular, due to the possibility of initial calibration of an artificial neural network.

The structure of the new CNN can be formally presented in the following form:

- The input image takes into account the two-dimensional topology and consists of several matrices, where each matrix corresponds to an image of a specific color channel: red, blue and green. The input information of each specific pixel value is normalized in the range from 0 to 1 by the formula (3):

$$f(p, min, max) = \frac{p-min}{max-min} \quad (3)$$

where f is the normalization function, p is the value of a specific pixel from 0 to 255, min is the minimum pixel value - 0, max is the maximum pixel value -255 [4].

During CNN training, the values of each convolution layer matrix are equal to 0, and the kernel weights are set randomly in the range from -0.5 to 0.5. The kernel passes through the previous matrix pixel by pixel and performs the convolution operation by the following formula (4):

$$(f * g)[m, n] = \sum_{k, l} f[m - k, n - l] * g[k, l], \quad (4)$$

where f is the initial image sensor, g is the convolution core, m is the width of the initial image sensor, n is the height of the initial image sensor, k is the width of the core, l is the height of the core.

Depending on the method of processing the edges of the initial image matrix at the convolution stage, the result may be smaller than the initial matrix, of the same size or larger than the formula (5):

$$x^l = f(x^{l-1} * k^l + b^l) \quad (5)$$

where x^l - layer output l , $f()$ - activation function, b - layer shift coefficient l , $*$ - input x convolution operation with k kernel.

Thus, as a result of edge effects, the original output matrix is reduced and has the following form (6):

$$x_j^l = f(\sum_i x_i^{l-1} * k_j^l + b_j^l), \quad (6)$$

where x_i^{l-1} - feature map j (output of layer 1), k_j^l - kernel of convolution j of the map, layer l .- The sub-sample layer of the developed CNN can be described by the following formula (7):

$$x^l = f(a^l * \text{subsample}(x^{l-1}) + b^l), \quad (7)$$

where a^l , b^l - layer shift coefficient l , $\text{subsample}()$ - operation of sampling local maximum values.

The last type of CNN layer is a full-connected layer or an ordinary multilayer perceptron. The purpose of the layer is classification, where a complex nonlinear function is modeled, and the optimization of which improves the recognition quality (8):

$$x_j^l = f(\sum_i x_j^{l-1} w_{i,j}^{l-1} + b_j^{l-1}), \quad (8)$$

where $w_{i,j}^{l-1}$ - layer l weighting matrix.

The next step is a new method of control sampling formation on three-channel color images of ultra-high spatial resolution in order to accelerate the process of preparation of the data set under test. The structure of the proposed method includes a set of consecutive elements:

Conversion of a three-channel color image into a color palette of gray shades [5];

Blurring of the image in grayscale using a high-frequency Gaussian filter to reduce noise in images with the following function parameters: core size 11*11 pixels with a standard deviation of 0;

Create a binary image (black-and-white) from blurred images in grayscale by applying the threshold function with an optimal threshold of 100 pixels brightness of the input image;

Structuring the outlines of image elements by applying two consecutive functions (erosion and expansion) with multiple iterations

for binary images to distinguish the outlines of individual characters and minimize the effect of their fusion in a single object;

Detection of image segments, which was implemented using the Green formula-based contour area calculation function.

$$S = \iint_R dx dy = \frac{1}{2} \oint_C x dy - y dx \quad (9)$$

where S is the area of area R bounded by contour C . Symbol $\oint_C$ indicates that the contour of the potential object is closed, and bypassing the integration along this contour is done in a counterclockwise direction. The object size for the function has been set in the range from 150×50 to 680×200 pixels according to the original image sizes of the training sample.

The use of the proposed method of control sampling allows to prepare the tested data set for a relatively short time than in analogues in a mode close to automatic. In this case, a significant acceleration of the process of preparing a test data set is achieved. Specific time characteristics vary depending on the input image size and computer configuration. Under the conditions of the experiments, it took on average about 5 minutes to form a control sample. The method of control sampling formation was implemented by means of Python programming language using OpenCV, Pillow, etc. libraries.

The next stage was a modified algorithm of image segmentation in small samples based on ResNet50 and ResNet101 CNN for building a mask of object regions. The algorithm was modified by using an artificially increased data set and fine-tuning the algorithm to solve the task at hand. A two-step approach has been implemented in this CNN. At the first stage, the input image is scanned and proposals (areas that may contain an object) are generated. At the second stage, the proposal is classified and bounding frames and masks are formed.

The R-CNN mask consists of the following structural components:

The base is the ResNet101 standard CNN, which detects low-level objects (edges and corners) on its earlier layers and detects higher-level elements (tree, man, building) on its later layers. Passing through the neural network, the image is transformed from a $1920 \times 1080 \text{ px} \times 3$ (RGB) matrix into a $32 \times 32 \times 2048$ map of objects. This feature map becomes an input for the following network levels. To improve the quality of object extraction by the network, the Feature Pyramid Network method was used, which takes high level CNN elements

detected and transmits them to the lower layers. This allows functions at each level to access both lower and higher level functions [6-8].

2. A CNN that scans the image in a sliding window mode and finds areas containing objects. As a result, the network generates: an anchor class (foreground and background, where the first one implies the presence of a classified object) and a limiting frame with delta estimation (percentage relative to coordinate, width, and height accuracy) to specify the anchor field for better correspondence to the object [7-8].

3. Classifier and restriction window regressor. This component generates two outputs for each object: object class and bounding frame. This frame is necessary for further specification of the object location and size [7].

Since classifiers do not always handle object size determination, they usually require objects of a fixed size. For this purpose, an additional subsample layer (sub-sampling) was used, which allows to crop a part of the object map to a fixed size.

4. Segment masks are CNNs that generate masks of objects selected by the classifier from the previous step. Generated masks have low resolution: 28x28 pixels. During training, reduced object masks of up to 28x28 pixels are used to calculate losses, and during output, the predicted masks are increased to the size of the limiting object frame, which is the final mask, one per object [7].

The next step is a description of the efficiency evaluation metrics of the developed CNN architecture, with such calculated characteristics as: Accuracy (10), Precision (11), Completeness (Recall) (12) and F_score (13):

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FN+FP} \quad (10)$$

where the number of true positive predictions (True Positive, TP), true negative predictions (True Negative, TN), false positive predictions (False Positive, FP) and false negative predictions (False Negative, FN),

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (11)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (12)$$

$$F_score = 2x \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (13)$$

Results

Experimental application of developed CNN architecture.

After preparation of a test data set for independent testing of the new CNN architecture, the main parameters of the evaluation metrics of the developed CNN architecture were calculated using various data sets of ultra-high spatial resolution images. The calculations revealed that the use of artificial increase in the test data set for CNN training resulted in a 14.5%, 20.4%, and 34.3% improvement in the proportion of correct responses (accuracy), accuracy (precision), and F-meter (F_score), respectively.

References / Список литературы

1. *Abkar A.-A., Sharifi M.A., Mulder N.J.* Likelihood-based image segmentation and classification: a framework for the integration of expert knowledge in image classification procedures. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinformation* 2, 2000. Pp. 104–119.
2. *Bahrampour S., Ramakrishnan N., Schott L., Shah M.* Comparative study of deep learning software frameworks. *ArXiv Prepr.* In: *ArXiv151106435*, 2015.
3. *Barbedo J.G.A.* Digital image processing techniques for detecting, quantifying and classifying plant diseases. *SpringerPlus* 2, 2013. Pp. 660.
4. *Davies H.G., Bowman C., Luby S.P.* Cholera – management and prevention. *J. Infect., Hot Topics in Infection and Immunity in Children* 74 (17). Pp. 30194–30199, 2017. [Electronic Resource]. URL: <https://doi.org/10.1016/S0163-4453>. S. 66–S73/ (date of access: 31.08.2020).
5. *El Hatri C., Boumhidi J.* Fuzzy deep learning based urban traffic incident detection. *Cogn. Syst. Res.*, 2017. [Electronic Resource]. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2017.12.002/> (date of access: 31.08.2020).
6. *Grinblat G.L., Uzal L.C., Larese M.G., Granitto P.M.* Deep learning for plant identification using vein morphological patterns. *Comput. Electron. Agric.*, 2016, Pp. 418–424.

7. *Guo Y., Liu Y., Oerlemans A., Lao S., Wu S., Lew M.S.* Deep learning for visual understanding: A review. *Neurocomputing* 2016. Pp. 27–48.
8. *Boukaye Boubacar Traoré, Bernard Kamsu-Foguem, Fana Tangara.* Deep convolution neural network for image recognition, 2018.10.02. Pp. 3-14.

**XVII INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC SPECIALIZED CONFERENCE
INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW
OF THE TECHNICAL SCIENCES,
MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCES
Boston. USA. September 16-17, 2020
[HTTPS://SCIENTIFIC-CONFERENCE.COM](https://scientific-conference.com)**



**COLLECTION OF SCIENTIFIC ARTICLES
PUBLISHED BY ARRANGEMENT WITH THE AUTHORS**



You are free to:

Share — copy and redistribute the material in any medium or format

Adapt — remix, transform, and build upon the material
for any purpose, even commercially.

Under the following terms:

Attribution — You must give appropriate credit,
provide a link to the license, and indicate if changes were made.

**You may do so in any reasonable manner,
but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.**
ShareAlike — If you remix, transform, or build upon the material, you must
distribute your contributions under the same license as the original.

**ISBN 978-1-64655-065-4
INTERNATIONAL CONFERENCE**

PRINTED IN THE UNITED STATES OF AMERICA