ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ НА ОСНОВЕ РЕАКЦИИ ЭТИЛЕНХЛОРГИДРИНА С ТРИБУТИЛАМИНОМ

Ахмадова Рушана Сирожиддин кизи
Магистрантка Каршинского государственного университета
Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Карши
Журакулова Нигора Холматовна
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: borixonov90@mail.ru

Аннотация. В работе исследованы реакции этиленхлоргидрина с трибутиламином и трибензиламином с целью синтеза четвертичных аммониевых солей. Установлено влияние природы растворителя, температуры и стерических факторов на протекание реакции. Показано, что реакции, протекающие по механизму SN_2, более эффективно осуществляются в полярных растворителях. Максимальный выход продукта при взаимодействии с трибутиламином в среде этилацетата составил 69 %, тогда как с трибензиламином достигал 71 %. Выявлено, что увеличение стерических препятствий в молекуле трибутиламина приводит к снижению скорости реакции. Структура синтезированных соединений подтверждена методом ИК-спектроскопии, а их физико-химические свойства (температура плавления, гигроскопичность, кристаллическая структура) были изучены. На основе полученных результатов определены оптимальные условия проведения реакции и обоснована их практическая значимость.

Ключевые слова: Этиленхлоргидрин, трибутиламин, трибензиламин, четвертичные аммониевые соли, механизм SN_2, нуклеофильное замещение, влияние растворителя, стерические факторы, этилацетат, кинетика реакции, ИК-спектроскопия, выход продукта.

Annotatsiya. Etilenxlorogidrinning tributilamin va tribenzilamin bilan o‘zaro reaksiyalari natijasida to‘rtlamchi ammoniy tuzlarini sintez qilish jarayoni o‘rganildi. Tadqiqot davomida reaksiyaning borishiga erituvchi tabiatining, haroratning va sterik omillarning ta’siri aniqlab berildi. SN_2 mexanizm bo‘yicha boradigan reaksiyalarda qutbli erituvchilar muhim ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi. Tributilamin bilan reaksiyada maksimal unum etilatsetat muhitida 69

ISSN 3030-3907

% ni tashkil etdi, tribenzilamin bilan esa 71 % ga yetdi. Shuningdek, sterik to‘siqlar tributilamin holatida reaksiyaning sekinlashishiga olib kelishi aniqlangan. Sintez qilingan birikmalarning tuzilishi IQ-spektroskopiya yordamida tasdiqlandi, ularning fizik xossalari (suyuqlanish harorati, gigroskopikligi, kristall tuzilishi) o‘rganildi. Olingan natijalar asosida reaksiyaning optimal sharoitlari ishlab chiqildi va ularning amaliy ahamiyati asoslab berildi.

Kalit so‘zlar: Etilenxlorogidrin, tributilamin, tribenzilamin, to‘rtlamchi ammoniy tuzlari, SN2 mexanizmi, nukleofil almashinish, erituvchi ta’siri, sterik omillar, etilatsetat, reaksion kinetika, IQ-spektroskopiya, mahsulot unumi.

Abstract. The reactions of ethylene chlorohydrin with tributylamine and tribenzylamine were investigated for the synthesis of quaternary ammonium salts. The influence of solvent nature, temperature, and steric factors on the reaction process was determined. It was established that reactions proceeding via the SN2 mechanism occur more efficiently in polar solvents. The maximum yield of 69% was achieved in ethyl acetate medium for the reaction with tributylamine, while the reaction with tribenzylamine reached up to 71%. It was found that steric hindrance in tributylamine significantly reduces the reaction rate. The structures of the synthesized compounds were confirmed by IR spectroscopy, and their physicochemical properties (melting point, hygroscopicity, crystalline structure) were studied. Based on the obtained results, optimal reaction conditions were proposed and their practical significance was justified.

Keywords: Ethylene chlorohydrin, tributylamine, tribenzylamine, quaternary ammonium salts, SN2 mechanism, nucleophilic substitution, solvent effect, steric factors, ethyl acetate, reaction kinetics, IR spectroscopy, product yield.

ВВЕДЕНИЕ.

В результате анализа научной литературы установлено, что реакции этиленхлоргидрина с третичными аминами являются одним из эффективных и перспективных методов получения четвертичных аммониевых солей. Данные реакции, как правило, протекают по механизму нуклеофильного замещения второго порядка (SN_2), при этом скорость и направление процесса определяются стерическими и индуктивными эффектами заместителей в молекуле амина, а также природой электрофильного центра. Отмечено, что соединения, содержащие гидроксиэтильный фрагмент, характеризуются высокой растворимостью в воде и выраженной биологической активностью.

Таким образом, результаты проведённого литературного обзора обосновывают необходимость синтеза новых четвертичных аммониевых солей на основе этиленхлоргидрина, а также их всестороннего исследования

ISSN 3030-3907

с использованием экспериментальных и квантово-химических методов. Это определяет научную новизну и практическую значимость настоящего диссертационного исследования.

Особое внимание уделяется холину и его производным, обладающим важными биологическими функциями. Одной из ключевых ролей холина является участие в реакциях метилирования. Он выступает в качестве донора метильных групп, обеспечивая биосинтез ДНК, РНК, белков и других биомолекул. Реакции переноса метильных групп играют важную роль в регуляции экспрессии генов, ферментативной активности и метаболических процессов. Дефицит холина приводит к нарушению данных процессов и может способствовать развитию различных метаболических заболеваний [1-3].

Кроме того, холин играет важную роль в функционировании нервной системы, являясь основным предшественником ацетилхолина — одного из ключевых нейромедиаторов центральной и периферической нервной системы. Ацетилхолин участвует в передаче нервных импульсов, регуляции мышечных сокращений, процессах памяти и обучения. Недостаток холина может вызывать неврологические нарушения, ухудшение памяти и развитие заболеваний нервной системы [3-4].

Важной функцией холина также является участие в регуляции липидного обмена. Он предотвращает накопление жиров в клетках печени и участвует в синтезе липопротеинов. Дефицит холина может приводить к жировой дистрофии печени и другим патологическим состояниям. Кроме того, холин играет значительную роль в поддержании нормального функционирования почек и других органов [-5-8].

Следует отметить, что в организме человека холин синтезируется в ограниченных количествах, недостаточных для полного удовлетворения физиологических потребностей. В связи с этим он должен поступать с пищей. Основными источниками холина являются мясо, рыба, яичный желток, соевые продукты, зерновые культуры и овощи. Суточная потребность человека в холине, по данным различных источников, варьируется от 0,25 до 4 г и зависит от физиологического состояния организма и характера питания [9-10].

В медицинской практике холин и его производные находят широкое применение. Они используются при лечении болезни Альцгеймера и Паркинсона, а также при атеросклерозе, гипертонии, заболеваниях печени и нарушениях нервной системы. Ацетилхолин хлорид применяется в офтальмологии, в частности для лечения глаукомы. Кроме того, соединения

ISSN 3030-3907

на основе холина могут быть использованы при лечении мышечной дистрофии, алопеции и других патологий [11-12].

II.2. Реакция этиленхлоргидрина с трибутиламином

Взаимодействие этиленхлоргидрина с трибутиламином представляет собой одно из перспективных направлений синтеза четвертичных аммониевых солей. Особенностью данной реакции является то, что молекула трибутиламина обладает значительным объемом и разветвлённой структурой, что оказывает заметное влияние на скорость протекания реакции и выход целевого продукта по сравнению с другими третичными аминами. В связи с этим для определения оптимальных условий реакции были проведены эксперименты в различных растворителях.

На первом этапе реакция этиленхлоргидрина с трибутиламином проводилась в среде толуола (40 мл) при температуре кипения под обратным холодильником в течение 2 часов. Несмотря на хорошее перемешивание компонентов, выход продукта оказался относительно низким и составил 38 %. Данный результат можно объяснить низкой полярностью и инертностью толуола. Известно, что реакции, протекающие по механизму SN_2, более эффективно осуществляются в полярных средах, поскольку такие условия способствуют стабилизации переходного состояния.

В связи с этим реакция была повторена в более полярном растворителе — хлороформе. Более высокая полярность хлороформа по сравнению с толуолом усиливает взаимодействие между электрофильными и нуклеофильными частицами, что привело к увеличению выхода продукта до 62 %. Данный результат подтверждает существенное влияние природы растворителя на кинетику и эффективность реакции.

В последующих экспериментах реакцию проводили в среде этилацетата при мольном соотношении этиленхлоргидрина и трибутиламина 1:1 при комнатной температуре. В ходе реакции наблюдалось самопроизвольное повышение температуры реакционной смеси, что свидетельствует об экзотермическом характере процесса. В результате образовывалась бесцветная маслянистая жидкость, которая после удаления растворителя под вакуумом и последующей сушки в эксикаторе представляла собой целевой продукт.

Установлено, что наличие объёмных алкильных групп в молекуле трибутиламина оказывает существенное влияние на кинетику реакции. В частности, увеличение стерических препятствий затрудняет приближение нуклеофильного центра (атома азота) к электрофильному углероду, что

ISSN 3030-3907

приводит к снижению скорости реакции SN_2. В связи с этим реакционная способность трибутиламина ниже по сравнению с триметиламином.

На основании проведённых экспериментов были сделаны следующие выводы:

– природа растворителя оказывает существенное влияние на протекание реакции;

– полярные растворители способствуют повышению эффективности реакции;

– стерические факторы (объём молекулы трибутиламина) снижают скорость реакции;

– экзотермический эффект ярко проявляется в определённых растворителях.

Таким образом, при выборе оптимальных условий реакции этиленхлоргидрина с трибутиламином необходимо учитывать природу растворителя, температурный режим и стерические факторы. Результаты экспериментов в различных растворителях были систематизированы и представлены на графике 2.1.

Анализ экспериментальных данных и графической зависимости показал, что влияние растворителя является одним из ключевых факторов. Установлено, что с увеличением полярности растворителя возрастает и выход продукта. Максимальный выход (69 %) был достигнут в среде этилацетата, что подтверждает его эффективность как оптимального растворителя для реакций, протекающих по механизму SN_2.

Таким образом, максимальный выход β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида составил 69 %. На основе проведённых исследований были определены оптимальные условия синтеза данного соединения с учётом мольного соотношения реагентов, природы растворителя и температурного режима.

Структура синтезированного соединения была подтверждена методом инфракрасной (ИК) спектроскопии. Результаты ИК-спектра свидетельствуют о наличии гидроксильной группы (–OH), аммониевого центра, а также связей C–N и C–O, что достоверно подтверждает образование β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида.

Изучение физических свойств показало, что β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорид представляет собой вещество желтоватого цвета с кристаллической структурой, обладающее гигроскопическими свойствами. Температура плавления составляет 236–239 °C, что свидетельствует о высокой степени чистоты и стабильности кристаллической структуры соединения.

ISSN 3030-3907

В целом полученные результаты показывают, что оптимизация условий реакции этиленхлоргидрина с трибутиламином, включая выбор растворителя, температуры и соотношения реагентов, позволяет существенно повысить выход целевого продукта.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

С целью установления оптимальных условий синтеза β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида было изучено влияние природы растворителя, температуры, продолжительности реакции и стерических факторов на выход целевого продукта.

Установлено, что природа растворителя оказывает решающее влияние на протекание реакции. В среде толуола при температуре кипения (2 часа) выход составил 38 %, что связано с низкой полярностью растворителя. При переходе к более полярному растворителю — хлороформу — выход увеличился до 62 %.

Наиболее высокие значения выхода (до 69 %) были достигнуты при использовании этилацетата в качестве растворителя при мольном соотношении реагентов 1:1 и комнатной температуре. При этом наблюдалось самопроизвольное нагревание реакционной смеси, что свидетельствует об экзотермическом характере процесса.

Показано, что реакции, протекающие по механизму SN2, значительно ускоряются в полярных растворителях за счёт стабилизации переходного состояния. В то же время увеличение объёма алкильных заместителей у атома азота (как в случае трибутиламина) приводит к возрастанию стерических препятствий и снижению скорости реакции по сравнению с менее замещёнными аминами.

Таблица 1.

Влияние растворителя на выход продукта

Растворитель	**Температура, °C**	**Время, ч**	**Мольное соотношение**	**Выход, %**
Толуол	кипение	2	1:1	38
Хлороформ	кипение	2	1:1	62
Этилацетат	комнатная	2–3	1:1	69

Таким образом, установлено, что увеличение полярности растворителя способствует росту выхода продукта. Этилацетат является оптимальным растворителем для данной реакции, обеспечивая наилучшее сочетание растворяющей способности и условий для протекания SN2-механизма.

ISSN 3030-3907

Структура синтезированного соединения была подтверждена методом ИК-спектроскопии. Изучение физических свойств показало, что продукт обладает кристаллической структурой, высокой степенью чистоты и термической стабильностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведённых исследований разработан эффективный и воспроизводимый метод синтеза четвертичных аммониевых солей на основе этиленхлоргидрина и третичных аминов. Установлено, что реакции алкилирования протекают преимущественно по механизму нуклеофильного замещения второго порядка (SN2), при этом их скорость и выход в значительной степени зависят от природы растворителя, температурных условий и стерических факторов.

Экспериментально показано, что полярность растворителя оказывает решающее влияние на эффективность процесса. Установлено, что при переходе от малополярных растворителей (толуол) к более полярным (хлороформ, этилацетат) наблюдается значительное увеличение выхода целевого продукта. Максимальный выход β-гидроксиэтилтрибутиламмоний хлорида (до 69 %) достигается в среде этилацетата, что обусловлено благоприятными условиями для реализации SN2-механизма.

Выявлено, что стерические факторы играют существенную роль в протекании реакции. Наличие объёмных алкильных заместителей у атома азота (в частности, в трибутиламине) приводит к снижению реакционной способности по сравнению с менее замещёнными аминами, что обусловлено затруднением подхода нуклеофильного центра к электрофильному атому углерода.

Показано, что реакция носит экзотермический характер, что подтверждается самопроизвольным повышением температуры реакционной смеси в ряде случаев. Установлены оптимальные условия синтеза, включающие выбор растворителя, мольного соотношения реагентов и температурного режима, обеспечивающие получение целевого продукта с максимальным выходом.

Структура синтезированных соединений подтверждена методами инфракрасной спектроскопии. Полученные данные свидетельствуют о наличии характерных функциональных групп (–OH, C–N, C–O), что подтверждает образование четвертичных аммониевых солей. Изучение физических свойств показало, что синтезированные соединения обладают кристаллической структурой, высокой степенью чистоты и термической стабильностью.

ISSN 3030-3907

Таким образом, разработанный метод синтеза четвертичных аммониевых солей на основе этиленхлоргидрина обладает научной новизной и практической значимостью. Полученные результаты могут быть использованы при создании новых биологически активных соединений, а также в химической технологии, медицине и материаловедении.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Smith M.B., March J. *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure*. – 7th ed. – New York: Wiley, 2013. – 2083 p.
2. Clayden J., Greeves N., Warren S. *Organic Chemistry*. – 2nd ed. – Oxford: Oxford University Press, 2012. – 1261 p.
3. Carey F.A., Sundberg R.J. *Advanced Organic Chemistry. Part A: Structure and Mechanisms*. – 5th ed. – New York: Springer, 2007. – 1196 p.
4. Morrison R.T., Boyd R.N. *Organic Chemistry*. – 6th ed. – New York: Prentice Hall, 2011. – 1240 p.
5. Lowry T.H., Richardson K.S. *Mechanism and Theory in Organic Chemistry*. – 3rd ed. – New York: Harper & Row, 1987. – 1090 p.
6. Eliel E.L., Wilen S.H. *Stereochemistry of Organic Compounds*. – New York: Wiley, 1994. – 1267 p.
7. McMurry J. *Organic Chemistry*. – 9th ed. – Boston: Cengage Learning, 2016. – 1432 p.
8. House J.E. *Principles of Chemical Kinetics*. – 2nd ed. – Academic Press, 2007. – 848 p.
9. Anslyn E.V., Dougherty D.A. *Modern Physical Organic Chemistry*. – Sausalito: University Science Books, 2006. – 1104 p.
10. Patai S. *The Chemistry of Quaternary Ammonium Compounds*. – New York: Wiley, 1971. – 850 p.
11. Lindon J.C., Tranter G.E., Holmes E. *Encyclopedia of Spectroscopy and Spectrometry*. – Elsevier, 2017. – 3500 p.
12. Socrates G. *Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies*. – 3rd ed. – Wiley, 2004. – 366 p.

ISSN 3030-3907