ISSN-1682-0533

Научно-Техническое Общество «КАХАК»

ИЗВЕСТИЯ

Научно-Технического Общества «КАХАК»

2016, № 1 (52)

Алматы, 2016

ИЗВЕСТИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА «КАХАК»

Алматы, 2016 г., № 1 (52)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Пак И.Т. – заслуженный деятель науки и техники РК, доктор технических наук, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Бияшев Р.Г. – доктор технических наук, профессор; **Кан В.М.** – доктор сельскохозяйственных наук; **Ким Н.Х.** – кандидат технических наук, профессор; **Мукашев Б.Н.** – доктор физико-математических наук, профессор, академик НАН РК; **Мун Г.А.** – доктор химических наук, профессор, ***заместитель главного редактора;*** **Сон Э.Е.** – доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН (Москва, РФ); **Цой О.Г.** – доктор медицинских наук, профессор; **Цой С.В.** – доктор технических наук, профессор; **Khatskevich V.Kh.** – доктор технических наук, профессор (Нью-Йорк, США); **Kim Byung-Soo** – PhD (Сеул, Республика Корея); **Park Kinam** – PhD, профессор (Уэст Лафейетт, США); **Ю В.К**. – доктор химических наук, профессор, ***ответственный секретарь***, **Югай О.К**. – кандидат химических наук, ***зам. ответственного секретаря***.

EDITOR-IN-CHIEF

Pak I.T. - Honored Worker of Science and Technology of Kazakhstan, Doctor of Technical Sciences, professor

THE EDITORIAL BOARD:

Biyashev R.G. – Doctor of Technical Sciences, professor; **Kan V.M.** – Doctor of Agricultural Sciences; **Kim N.Kh.** – Candidate of Technical Sciences, professor; **Mukashev B.N.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, NAS RK academician; **Mun G.A.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, ***Deputy Chief Editor;*** **Son E.E.** – Doctor of Physico-mathematical Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russian Federation), **Tsoy O.G.** – Doctor of Medical Sciences, professor; **Tsoy S.V.** – Doctor of Technical Sciences, professor; **Khatskevich V.Kh.** – Doctor of Technical Sciences, professor (New-York, USA); **Kim Byung-Soo** – PhD (Seoul, Republic of Korea); **Park Kinam** – PhD, professor (West Lafayette, USA); **Yu V.K.** – Doctor of Chemical Sciences, professor, ***Managing Editor;*** **Yugay O.K.** – Candidate of Chemical Sciences, ***Deputy Managing Editor***

Учредитель: Научно-техническое общество «КАХАК»

Издается с 1998 г.

Выходит 4 раза в год.

Свидетельство о регистрации издания № 1561-ж от 3 ноября 2000 г.
Выдано Министерством культуры, информатики и общественного согласия Республики Казахстан

Подписной индекс: 74838

Подписку можно оформить в отделениях связи АО «Казпочта».
Подписка продолжается в течение года.

Адрес редколлегии и редакции:
050010, г. Алматы, ул. Пушкина, 125, к. 108.
телефон 8-(727)-2727902, 2916069

e-mail: izv.ntokaxak@mail.ru

Сайт: www.ntokaxak.kz

ISSN-1682-0533

© Научно-Техническое Общество «КАХАК»

ОБЗОР

УДК 539.3: 550.343

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЛН В ОЧАГОВОЙ ЗОНЕ ПРИ ВНЕЗАПНОМ ВОЗНИКНОВЕНИИ РАЗРЫВА

Ким А.С., Шпади Ю.Р., Стихарный А.П., Литвинов Ю.Г.
АО «Национальный центр космических исследований и технологий»,
Алматы, Республика Казахстан
e-mail: kim.as@mail.ru

Исследованы нестационарные процессы в предварительно напряженной среде при внезапном возникновении разрыва, используя аналитическое решение Кима А.С. [1] для динамической задачи о разрыве с вязким контактом берегов, моделирующей процесс возникновения землетрясения. Установлено, что за фронтом сейсмической волны в возмущенной зоне происходит инверсия ускорения, а расположение зон инверсии связано с ориентацией разрыва. Показано, как при увеличении контактного вязкого взаимодействия берегов разрыва происходит переход динамического процесса в очаговой зоне в квазистатический процесс. Установлено, что контактное взаимодействие берегов разрыва оказывает существенное влияние на интенсивность ускорений в среде и величину воздействия сейсмической волны. Получена пространственно-временная оценка, когда влиянием вершины разрыва на движение его берегов можно пренебречь.

Ключевые слова: *нестационарный процесс, математическая модель, землетрясение, аналитическое решение, численный анализ.*

Жер сілкінісінің пайда болуын үлгілейтін жағалардағы тұтқырлы байланыстың бұзылуы жайлы динамикалық тапсырмалар үшін Ким А.С. аналитикалық шешімін қолдана отырып [1] жарылымдардың төтенше пайда болған жағдайындағы кернеулі ортаның тұрақсыздық үдерістері зерттелді. Ауытқу белдемінде сейсмикалық толқыннан кейін үдету инверсиясы жүретіні анықталды, ал инверсия белдемінің орналасуы жарлымның бағытымен байланысты болады. Жағалар мен жарылымдардың тұтқырлылық байланысының артуы сайын ошақты белдемдерде динамикалық үдерістердің квазистатикалық үдеріске ауысуы көрсетілген. Жағалардың жарылыммен әрекеттесіп байланысуы ортада сейсмикалық толқынның таралуын үдетіп арттыруына әсерін тигізетіні анықталды. Жағаға жарылымның қозғалысының жоғарыдағы әсерін есепке алмаған жағдайдағы, кеңістіктік-уақыттық бағасы алынды.

Түйінді сөздер: *тұрақсыз үдеріс, математикалық үлгі, жер сілкінісі, талдамалы шешім, сандық талдау.*

The non-stationary processes in pre-stressed environment in the event of a sudden rupture were investigated, using the analytical solution of Kim A.S. [1] for the dynamic problem about the break with a viscous contact of banks, modelling a process of an earthquake. It was found that behind the front of seismic waves in the perturbed zone there is an inversion of acceleration and arrangement of the inversion zones is due to orientation of the gap. It is shown that during the increase of contact viscous interaction of the shores, a break transition of the dynamic process in the source area into the quasi-static process happens. It was found that the contact interaction of the break shores has a significant impact on intensity of acceleration in the environment and the size of seismic wave's impact. A spatio-temporal assessment was obtained, while the influence of the top of gap on the movement of its banks can be ignored.

Keywords: *non-stationary process, mathematical model, earthquake, analytical solution, numerical analysis.*

В настоящее время получены теоретические и экспериментальные результаты, значительно продвинувшие решение проблемы по созданию системы прогноза землетрясений. К наиболее существенным из них относятся явления в ионосфере и геомагнитном поле, сопровождающие землетрясения и предшествующие им, которые обнаружены как наземными, так и спутниковыми исследованиями. Над эпицентрами сильных землетрясений по спутниковым данным были зарегистрированы всплески магнитной и электрической компонент поля низкочастотных шумовых излучений за несколько часов до главного сейсмического удара. Обнаружены изменения в электрической и магнитной составляющих поля низкочастотных излучений, регистрируемых на борту спутника при пересечении проекции его трассы над глубинными разломами литосферы. Эти излучения обусловлены особенностями нестационарных процессов в очаговых зонах земной коры.

Нестационарные процессы, предшествующие и сопровождающие разрушение блоков земной коры, разделенных разломами, активно изучаются. Среди этих исследований выделяются теоретические исследования, лабораторные и полевые работы. Разрушение сдвигом и отрывом изучалось в работе [2], где были рассчитаны волновые поля векторов скоростей смещений, излучаемые из вершины наведенной трещины при чистом разрыве (трещина I типа) и чистом сдвиге (трещина II типа), показано различие амплитудных спектров Фурье для сейсмических полей от таких трещин. Для описания трещин предложен метод раздвоения точек сетки, который предполагает в самом начале построения расчетной области и разбиения области на расчетные ячейки наличие нескольких лагранжевых расчетных сеток, совмещенных в начальный момент времени. Анализ векторных полей смещений для трещин сдвига выявил, что в излучении сразу присутствует вертикальная (отрывная) компонента скорости смещения и что значительная энергия распространяется вдоль нижнего берега трещины в сторону, противоположную росту трещины. По результатам численного моделирования с использованием метода раздвоения точек сетки показано, что при сдвиговом нагружении образца с наведенной трещиной происходит разрушение по типу «сдвиг с отрывом». При излучении упругих волн явно выраженной является вертикальная, отрывная компонента векторов скоростей смещений, которая раздвигает берега трещины. Временной амплитудный спектр Фурье рассчитанных трасс содержит все характеристики, применяемые для анализа механизмов очагов.

Моделирование триггерных эффектов в разломных зонах горных пород проведено в работе [3]. Выполнено лабораторное моделирование неустойчивого деформирования горных пород вдоль границы разломной зоны. Приведены результаты исследований подвижек по жестким границам, разделенным прослойкой предварительно напряженной сыпучей среды при триггерной разгрузке. Установлено, что связь между сбросом усилий и смещениями твердых границ на диаграммах триггерной разгрузки линейна. Угол наклона прямых характеризует результирующую жесткость системы и определяется вариацией входящих параметров: пружины, имитирующей упругость бортов разлома; сыпучей среды, имитирующей контактное трение на разломе; триггера, вызывающего кратковременное падение трения. Выявлено, что мягкое нагружение более энергоемко, а при разгрузке приводит к меньшим сбросам усилий, но к большим подвижкам. Показано, что разгрузка сыпучей среды, приведенной в предельное состояние, при каждом триггерном воздействии сопровождается динамическими проявлениями в виде «скачков» смещений твердых границ и частичным сбросом сдвиговых усилий.

Сейсмогенные оползни-потоки изучены в работе [4]. Определяется скорость установившегося движения оползня-потока (ОП) в представлениях модели вязкого течения. В этой модели скорость слоя параболически возрастает с его высотой над плоскостью скольжения. Реально наблюдаемые скорости течения ОП 1–10 м/с получаются при значениях коэффициента вязкости вещества 10^3–10^4 Па·с, что характерно для разжиженных грунтов и тел ОП. Анализ массопереноса грунтов в ОП показал, что объемы тел ОП зависят от площади охвата ими русел течения.

Процесс вспарывания разлома при землетрясении 23 октября 2011 г. в области Ван-Меркез на востоке Турции исследован в работе [5]. Высокочастотный процесс разрывообразования при землетрясении 2011 в области Ван-Меркез моделирован с помощью обратного проецирования, используя высокоточные телесейсмические записи Р-волн сетью USAray(США), используя записи Р-волн группами глобальных сейсмических сетей. Показано, что разрыв распространяется в основном на ЗЮЗ на длине разлома 33 км в течение первых 18 с, сопровождаясь «взрывами» двух шероховатостей через 3 и 11-13с. Фронты вспарывания концентрировались в основном в верхней части по падению сейсмогенерирующего разлома. Полярность Р-вступлений и механизмы очагов главного толчка и афтершоков указывают, что разрыв двух шероховатостей произошел на взбросе с углом падения 47°.

Теоретические оценки электрических сигналов в экспериментах с образцами горных пород низкой пористости получены в работе [6]. Исследованы характеристики электрической поляризации, возникающей при ударном воздействии на образцы горных пород, вследствие чего возникает аномальный пьезоэлектрический эффект. Физическая модель поляризации построена на основе методики движущихся заряженных дислокаций. Приводятся результаты эксперимента с образцами мрамора.

Влияние химического состава горных пород на поведение разлома: ослабленность серпентинитов относительно кварцсодержащих горных пород и важность этого эффекта для крипа в системе разломов Сан-Андреас исследовано в работе [7]. Механическое поведение коровых разломов нередко определяется контрастом химического состава горных пород. В частности, это относится к контактам серпентинизированных ультраосновных пород пониженной прочности и прочных кварцсодержащих гранитных пород. Для изучения этого эффекта проведены лабораторные трехосные испытания в гидротермальных областях (200° - 300°С). Модель разлома представляла собой два внешних блока гранита или кварцита и внутренний блок серпентинита. Коэффициент трения на контакте блоков жестких пород составлял 0.5-0.6 и увеличивался с ростом температуры. Результаты лабораторных экспериментов позволили описать некоторые криповые явления в системе разломов Сан-Андреас. В частности, выявлен метасоматический процесс образования в контактной зоне разлома филосиликатных кристаллических фаз с повышенным содержанием магния.

Лабораторные эксперименты, направленные на исследование закономерностей формирования различных режимов скольжения по границам раздела массива горных пород: асейсмического крипа, стик-слипа, периодических подвижек с малой скоростью приведены в работе [8]. Показано, что способ реализации накопленной упругой энергии определяется не столько прочностными макрохарактеристиками заполнителя, сколько его структурой на мезоуровне. Эволюция силовых цепочек, которые образуются и разрушаются в процессе сдвига по трещине, их протяженность и количество полностью определяют закономерности деформирования. В природе роль таких несущих элементов могут выполнять, например, «контактные пятна», определяющие закономерности концентрации напряжений в

окрестности границы между блоками. Рассматривается эффект воздействия низкоамплитудных колебаний на напряженные нарушения сплошности. Показано, что в зависимости от режима деформирования вибрационное воздействие может как уменьшать, так и увеличивать амплитуду отдельных событий и долю энергии, реализуемой динамически. Также обсуждается возможность использования сдвиговой жесткости разломной зоны в качестве геомеханического параметра, контролирующего деформационный режим.

В работе [9] представлены результаты анализа длительных (20–50 лет) геодезических наблюдений в регионах с повышенной сейсмотектонической активностью (Копетдаг, Камчатка, Калифорния). Результаты инструментальных геодезических наблюдений за современными вертикальными и горизонтальными смещениями в зонах разломов, полученные в режиме повышенной пространственно-временной детальности, указывают на «парадоксальное» отклонение деформаций в зонах разломов от унаследованных движений прошлых геологических эпох. «Парадоксы» больших и малых скоростей деформаций в современной геодинамике сводятся к надежно установленному эмпирическому факту: наличию исключительно больших локальных скоростей деформаций в зонах разломов, которые протекают в обстановке небольших региональных деформаций, имеющих среднегодовые скорости на 2–3 порядка меньше. В Копетдагском и Камчатском сейсмоактивных регионах, а также в зоне разлома Сан-Андреас (Калифорния, США) выявлены очень низкие среднегодовые скорости относительных горизонтальных деформаций, которые составляют всего 3-5 амплитуд земноприливных деформаций. Сформулирована «разломно-блоковая» дилемма, которая возникает при интерпретации результатов наблюдений в современной геодинамике разломов. Либо активным элементом, формирующим современные аномальные деформации, является блок, а разлом выступает в качестве «пассивного» элемента, либо зона разлома сама является источником аномальных движений, а блоки являются пассивными элементами – вмещающей средой. Показано, что парадоксы больших и малых скоростей деформаций снимаются, если считать, что современная аномальная геодинамика формируется за счет параметрического возбуждения деформационных процессов в зонах разломов, в обстановке квазистатического режима нагружения.

Электромагнитное излучение в районах тектонических нарушений имеют отражение в наземных наблюдениях и материалах дистанционного зондирования Земли [10]. В процессах взаимодействия геосфер значительную роль играют разломные структуры земной коры разных рангов. Особенности их строения и свойства определяют не только глубинную дегазацию и повышенную релаксацию горных пород, но и условия для формирования источников электромагнитных сигналов и обмен энергией между геофизическими полями разной природы. В результате изучения зон активных глубинных разломов, установлено, что некоторые из них являются генераторами потоков ионизированных частиц и низкочастотного электромагнитного излучения. Мощность этих линейных полей бывает настолько велика, что в относительно спокойном атмосферном режиме они экранируют прохождение кучевых облаков и над ними происходит размывание покрова сплошных облачных масс.

Небольшая стабильно заблокированная область, связанная с землетрясением 2011 г. с M = 9.0 у побережья Тохоку (Хонсю, Япония), выделена по данным GPS наблюдений в работе [11]. Определяются косейсмические подвижки на разломе Японского землетрясения 2011 г. и межсейсмическое сцепление перед землетрясением. Вблизи эпицентра косейсмические

подвижки достигали 30 м и превышали 5 м в области 400×500 км^2 вдоль Японского желоба. Моментная магнитуда землетрясения M = 9.0. Зона больших косейсмических подвижек (более10 м) частично перекрывает зоны четырех известных шероховатостей с M~7 в этой области. Найдено, что зона межплитовой границы диаметром несколько десятков километров была заблокирована не менее 15 лет, в ней были отмечены максимальные косейсмические подвижки при землетрясении 2011г.

Суперсдвиговое вспарывание мультиплексных разломов при землетрясении с M=8.6, произошедшем 11 апреля 2012 г. у северного берега Суматры, Индонезия, исследовалось в работе [12]. По сейсмическим записям сети Hi-net (Япония) анализируются процессы вспарывания и короткопериодного энергетического излучения при землетрясении с M=8.6, произошедшего 11 апреля 2012 г. у северного Побережья Суматры. Результаты указывают на вспарывание 4-х связанных разломов в течение 180 с. Это подтверждается распределением афтершоков. На первых трех стадиях вспарывались участки длиной от 200 до 400 км. В некоторых участках скорости вспарывания были очень высокими (ок. 5 км/с) и превышали локальные скорости S–волн. Это первые сведения о вспарывании с суперсдвиговой скоростью при землетрясении, произошедшем в океане.

Как следует из приведенного обзора, теоретические и прикладные исследования нестационарных процессов в очаговых зонах литосферы являются актуальными и активно развиваются, в том числе с использованием геоинформационных спутниковых технологий.

1. Задача о динамических процессах в предварительно напряженной среде при внезапном возникновении разрыва

Пусть в упругом изотропном предварительно напряженном пространстве с равномерно распределенным касательным напряжением $\tau_{yz}^{p} = q_p$ в момент времени $t_p = 0$ происходит мгновенный разрыв сплошности среды вдоль полуплоскости $y_p = 0,\ x_p < 0$, когда на разрыве мгновенно меняются контактные условия. Примем, что в плоскости разрыва при $t_p > 0$ внезапно возникают вязкие контактные условия [1]

$$\left.\begin{array}{c} \tau_{yz}^{p} = q_p, \quad \text{при } t_p < 0 \\ \tau_{yz}^{p} = \eta_p \dfrac{\partial a_p}{\partial t_p}, \ \text{при } t_p > 0 \\ a_p = 0, \quad \text{при } t_p = 0 \end{array}\right\}, y_p = 0, x_p < 0 \qquad (1)$$

$$a_p = w_p(x_p, +0, t_p) - w_p(x_p, -0, t_p) = \left[w_p(x_p, y_p, t_p)\right]_{y_p=0} \qquad (2)$$

Здесь обозначено: $w_p -$ ненулевая компонента перемещений; $\eta_p -$ коэффициент эффективной вязкости на разрыве; $a_p -$ величина взаимных смещений берегов разрыва; x_p, y_p – лагранжевы декартовы координаты; $t_p -$ время.

2. Аналитическое решение А.С. Кима

Рассматриваемая задача решена аналитически А.С. Кимом [1], решение получено для второй производной от перемещений по времени и представляет собой суперпозицию плоской и цилиндрической волн. В безразмерной форме решение имеет вид [1]

$$\frac{\partial^2 w(r,\theta,t;\ \eta)}{\partial t^2} = \Delta_{\text{ц}}(r,\theta,t;\ \eta) + \Delta_{\text{пл}}(r,\theta,t;\ \eta) \tag{3}$$

$$\Delta_{\text{ц}}(r,\theta,t;\ \eta) = \frac{1}{\pi}\frac{q}{1+2\eta}\frac{H(t-r)}{\sqrt{t^2-r^2}}\ Re\left\{tg\zeta_0 e^{-g(\zeta_0)}\right\} \tag{4}$$

$$\Delta_{\text{пл}}(r,\theta,t;\ \eta) = \frac{q}{1+2\eta}\delta(t-rsin\theta)H\left(\theta-\frac{\pi}{2}\right) \tag{5}$$

$$0 < r < \infty,\ \ 0 < \theta < \pi,\ \ -\infty < t < \infty\ ,\ \ 0 <\ \eta < \infty \tag{6}$$

$$g(\zeta_0) = \frac{1}{\pi}\int_{\frac{\pi}{2}}^{\zeta_0}\frac{\left[\eta\zeta - \frac{1}{2}arccos(-\nu)\sin\zeta\right]}{\nu + cos\zeta}d\zeta - \frac{1}{\pi}\int_{\frac{\pi}{2}}^{\zeta_0}\frac{\left[\eta\zeta - \frac{1}{2}arccos\,\nu\ \sin\zeta\right]}{\nu - cos\zeta}d\zeta \tag{7}$$

$$\zeta_0 = \theta + i\xi_0,\ \ \xi_0 = \ln\frac{t+\sqrt{t^2-r^2}}{r},\ \ i = \sqrt{-1},\ \ \nu = \sqrt{1-4\eta^2}\ ,\ \ H(\xi) = \begin{cases} 1, & \xi > 0 \\ \frac{1}{2}, & \xi = 0 \\ 0, & \xi < 0 \end{cases} \tag{8}$$

$\delta(\xi) -$ дельта $-$ функция Дирака.

При $\eta > 1/2$ удобнее пользоваться следующей эквивалентной формой записи функции $g(\zeta_0)$

$$g(\zeta_0) = \frac{1}{\pi}\int_{\frac{\pi}{2}}^{\zeta_0}\frac{\left[\eta\zeta - \frac{\pi}{4}\ sin\ \zeta - \frac{ih}{2}\sin\zeta\right]}{id + cos\zeta}d\zeta - \frac{1}{\pi}\int_{\frac{\pi}{2}}^{\zeta_0}\frac{\left[\eta\zeta - \frac{\pi}{4}\ sin\ \zeta + \frac{ih}{2}\sin\zeta\right]}{id - cos\zeta}d\zeta \tag{9}$$

$$d = \sqrt{4\eta^2 - 1},\ \ \nu = -id,\ \ h = \ln(d + 2\eta)$$

Размерные величины связаны с безразмерными следующими соотношениями:

$$w_p = w_s^p + w_d^p;\ \ w_s^p = \frac{q_p y_p}{\mu};\ \ q_p = \mu q,\ \ \eta_p = \frac{\mu\eta}{b};\ \ \ t_p = \frac{Lt}{b}\ ;$$

$$\left(x_p, y_p, w_d^p\right) = L(x\ , y, w);\ x = rcos\theta,\ \ y = rsin\theta \tag{10}$$

где $\mu -$ модуль сдвига, $b -$ скорость поперечных волн, L $-$масштабный коэффициент.

Формулы (3)-(8) дают решение задачи о нестационарных процессах в напряженной среде при внезапном возникновении полубесконечного разрыва во всем диапазоне изменения параметров: $0 < r < \infty,\ \ 0 < \theta < \pi,\ \ -\infty < t < \infty\ ,\ \ 0 <\ \eta < \infty$.

Если в формуле (4) выделить действительную часть, учитывая, что

$$tg\zeta_0 = tg(\theta + i\xi_0) = \frac{sin2\theta}{cos2\theta + ch2\xi_0} + i\frac{sh2\xi_0}{cos2\theta + ch2\xi_0} \quad (11)$$

$$g(\zeta_0) = g_1 + ig_2; \quad g_1 = Re\{g(\zeta_0)\}, \quad g_2 = Im\{g(\zeta_0)\} \quad (12)$$

решение задачи (3) можно записать в виде

$$\frac{\partial^2 w(r,\theta,t;\,\eta)}{\partial t^2} = \frac{1}{\pi}\frac{q}{1+2\eta}\frac{H(t-r)}{\sqrt{t^2-r^2}}\, e^{-g_1}\left[\frac{sin2\theta}{cos2\theta + ch2\xi_0}\cos g_2 + \frac{sh2\xi_0}{cos2\theta + ch2\xi_0} sing_2\right] +$$

$$+\frac{q}{1+2\eta}\delta(t - rsin\theta)H\left(\theta - \frac{\pi}{2}\right) \quad (13)$$

3. Движение берегов разрыва

3.1. Ускорение на берегу разрыва

Из формулы (13) при $\theta = \pi$ получим ускорение на берегу разрыва [1]

$$\frac{\partial^2 w(r,\pi,t;\,\eta)}{\partial t^2} = \frac{1}{\pi}\frac{q}{1+2\eta}\frac{H(t-r)}{\sqrt{t^2-r^2}}\frac{sh2\xi_0}{1+ch2\xi_0} e^{-g_1(\pi,\,\xi_0;\,\eta)} sing_2(\pi,\xi_0;\,\eta) + \frac{q}{1+2\eta}\delta(t) \quad (14)$$

$$g(\zeta_0) = g_1(\zeta_0) + ig_2(\zeta_0); \quad (15)$$

$$g_1(\pi,\,\xi_0;\,\eta) = g_{11}(\eta) + g_{12}(\,\xi_0;\,\eta)\,, \quad (16)$$

При $0 < \eta < 0{,}5$

$$g_{11}(\eta) = \frac{1}{\pi}\int_{\frac{\pi}{2}}^{\pi} \frac{2\eta\varphi cos\varphi + \nu\left[\frac{\pi}{2} - arccos(\nu)\right] sin\varphi - \frac{\pi}{2} cos\varphi \sin\varphi}{4\eta^2 - sin^2\varphi} d\varphi\,, \quad (17)$$

$$g_{12}(\xi_0,\eta) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\xi_0} \frac{2\eta\xi ch(\xi) + \nu\left[\frac{\pi}{2} - arccos(\nu)\right]\mathrm{sh}(\xi) + ch(\xi)\frac{\pi}{2} sh(\xi)}{4\eta^2 + sh^2(\xi)} d\xi\,; \quad (18)$$

$$g_2(\pi,\xi_0;\,\eta) = -arctg\frac{sh(\xi_0)}{2\eta} \quad (19)$$

При $\eta > 0{,}5$

$$g_{11}(\eta) = \mu_{11}(\eta) - ln\sqrt{d}\,; \quad (20)$$

$$g_{12}(\xi_0;\,\eta)=\mu_{12}(\xi_0,\eta)-\frac{\ln(d+2\eta)}{\pi}arctg\frac{ch\xi_0}{d}+\frac{1}{4}ln(4\eta^2+sh^2\xi_0) \tag{21}$$

$$g_2(\pi,\,\xi_0;\,\eta)=-arctg\frac{sh\xi_0}{2\eta} \tag{22}$$

$$\mu_{11}(\eta)=\frac{2\eta}{\pi}\int\limits_{\pi/2}^{\pi}\frac{\varphi cos\varphi d\varphi}{4\eta^2-sin^2\varphi}\,,\qquad \mu_{12}(\xi_0,\eta)=\frac{2\eta}{\pi}\int\limits_{0}^{\xi_0}\frac{\xi ch\xi d\xi}{4\eta^2+sh^2\xi} \tag{23}$$

В случае $\eta=0{,}5$

$$g_{11}(0.5)=\lim_{\eta\to\frac{1}{2}+0}g_{11}=\lim_{\eta\to\frac{1}{2}+0}\left[\mu_{11}(\eta)-ln\sqrt{d}\right]=-\frac{1}{2}ln2-\frac{2G}{\pi} \tag{24}$$

$$g_{12}(\xi_0,0.5)=\frac{1}{\pi}\int_0^{\xi_0}\frac{\xi d\xi}{ch(\xi)}+\frac{1}{2}ln(ch\xi_0) \tag{25}$$

$$g_2(\pi,\,\xi_0;\,\eta)=-arctg(sh\xi_0) \tag{22}$$

G-постоянная Каталана

$$G=\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(-1)^k}{(2k+1)^2}=0{,}915965594177219\ldots.$$

Из формулы (13) последовательным интегрированием по t от 0 до t получается скорость движения и перемещение среды. Последовательным интегрированием формулы (14) получим скорость движения и перемещения берегов разрыва.

3.2 Скорость на берегу разрыва

Интегрированием формулы (14) по t при условиях (17)-(18) получается скорость движения на берегу разрыва при условии $0<\eta<0.5$.

Скорость движения берегов разрыва при $\eta>0.5$ дается формулой [1]

$$\frac{\partial w(r,\pi,t;\,\eta)}{\partial t}=-\frac{1}{\pi}\cdot\frac{q}{1+2\eta}\cdot e^{-\mu_{11}(\eta)}\cdot d^{\frac{1}{2}}\cdot H(t-r)\cdot\int\limits_0^{\xi_0}\frac{sh^2v}{chv}e^{-\mu_{12}(v)}\times$$
$$\times\frac{(d+2\eta)^{\frac{1}{\pi}arctg\frac{chv}{d}}}{(4\eta^2+sh^2v)^{3/4}}dv+\frac{q}{1+2\eta};\quad 0<r<\infty,\quad 0<t<\infty\ ,\ \frac{1}{2}<\eta<\infty \tag{26}$$

3.3. Перемещения берегов разрыва.

Повторным интегрированием формулы (14) по t при условиях (17)-(18) получаются перемещения на берегу разрыва при условии $0<\eta<0.5$.

Перемещения берегов разрыва при $\eta>0.5$ описываются формулой [1]

$$w(r,\pi,t;\ \eta)=-\frac{1}{\pi}\cdot\frac{q}{1+2\eta}e^{-\mu_{11}(\eta)}\cdot d^{\frac{1}{2}}\cdot H(t-r)\cdot r\int_0^{\xi_0} shudu\int_0^{u}\frac{sh^2v}{chv}e^{-\mu_{12}(v)}\times$$

$$\times\frac{(d+2\eta)^{\frac{1}{\pi}arctg\frac{chv}{d}}}{(4\eta^2+sh^2v)^{3/4}}dv+\frac{qt}{1+2\eta};\quad 0<r<\infty,\quad 0<t<\infty\ ,\ \frac{1}{2}<\eta<\infty \qquad (27)$$

3.4. Движение берегов разрыва при $\eta=1/2$.

Из (26) в пределе при $\eta\to 1/2$ следует формула ускорения на берегу разрыва при $\eta=1/2$

$$\frac{\partial^2 w(r,\pi,t;0.5)}{\partial t^2}=-\frac{q}{\pi}\cdot\frac{H(t-r)}{2}\cdot e^{-g_{11}(0.5)}\cdot\frac{1}{r}\cdot e^{-\mu_{12}(\xi_0;\,0.5)}\cdot th\xi_0\cdot\frac{1}{(ch\xi_0)^{\frac{3}{2}}}+\frac{q}{2}\delta(t); \quad (28)$$

$$g_{11}(0.5)=-\frac{1}{2}ln2-\frac{2G}{\pi};\quad \mu_{12}(\xi_0;\ 0.5)=\frac{1}{\pi}\int_0^{\xi_0}\frac{\xi d\xi}{ch\xi}\ ,\ \ \xi_0=ln\frac{t+\sqrt{t^2-r^2}}{r}$$

$$sh\xi_0=\frac{\sqrt{t^2-r^2}}{r},\qquad ch\xi_0=\frac{t}{r}\ ,\qquad th\xi_0=\frac{\sqrt{t^2-r^2}}{t},$$

$$0<r<\infty,-\infty<t<\infty\ ,\ \ \eta=1/2;$$

Скорость перемещений берегов разрыва при $\eta=1/2$, полученная интегрированием формулы (28) по t, описывается формулой

$$\frac{\partial w(r,\pi,t;0.5)}{\partial t}=-\frac{1}{\pi}\cdot\frac{q}{2}\cdot e^{\frac{1}{2}ln2+\frac{2G}{\pi}}\cdot H(t-r)\cdot\int_0^{\xi_0}\frac{sh^2v}{chv}e^{-\mu_{12}(v;\,0.5)}\frac{1}{(chv)^{\frac{3}{2}}}dv+\frac{q}{2};$$

$$0<r<\infty,\quad 0<t<\infty\ ,\ \ \eta=1/2 \qquad (29)$$

$$\mu_{12}(v;\ 0.5)=\frac{1}{\pi}\int_0^{v}\frac{\xi d\xi}{ch\xi}$$

Интегрированием (29) по t, получим при $\eta=1/2$ формулу перемещений на берегу разрыва

$$w(r,\pi,t;0.5) = -\frac{1}{\pi}\cdot\frac{q}{2}e^{\frac{1}{2}ln2+\frac{2G}{\pi}}H(t-r)r\int_0^{\xi_0} shudu\int_0^{u}\frac{sh^2v}{chv}e^{-\mu_{12}(v;\,0.5)}\times$$

$$\times\frac{1}{ch^{3/2}v}dv+\frac{qt}{2};\quad 0<r<\infty,\quad 0<t<\infty\ ,\quad \eta=1/2 \qquad (30)$$

4. Динамические процессы в очаговой зоне при внезапном образовании разрыва. Результаты численного анализа

Общий случай исследования нестационарных процессов, возникающих в напряженной среде при внезапном возникновении разрыва с вязким контактом берегов, проводится на основе аналитического решения (3).

Все расчеты проведены в безразмерной форме. Значения параметров выбраны в системе СИ следующим образом:

$$[x_p] = \text{м}\ ;\ [y_p] = \text{м}\ ;\ [t_p] = \text{с}\ ;\ [\mu] = \text{Па}\ ;\ [\rho] = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}\ ;\ [q_p] = \text{Па}\ ;\ [\eta_p] = \frac{\text{Па}\cdot\text{с}}{\text{м}}\ ;\ [b] = \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

где

$b = 3{,}5\cdot 10^3\,\frac{\text{м}}{\text{с}}-$ скорость поперечных волн; $L = 1\text{м}-$ масштабный коэффициент;

$\mu = 3{,}3\cdot 10^{10}\text{Па}\ -$ модуль сдвига; $\rho = 2{,}7\cdot 10^3\,\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}-$ средняя плотность земной коры;

$\eta_p = \frac{\eta_r}{h_r}-$ коэффициент эффективной вязкости на разрыве;

$\eta_r -$ вязкость материала разрывной зоны (Па · с); $h_r -$ ширина разрывной зоны (м);

$q_p = 6\cdot 10^6\text{Па}\ -$ сдвиговые напряжения в очаговой зоне;

$$\varepsilon_{yz} = \frac{q_p}{2\mu} = \frac{6\cdot 10^6}{2\cdot 3.3\cdot 10^{10}} = 9\cdot 10^{-5};\ \ q = \frac{q_p}{\mu} = \frac{6\cdot 10^6}{3{,}3\cdot 10^{10}} \cong 1{,}818\cdot 10^{-4} \approx 1{,}8\cdot 10^{-4}.$$

Рассматриваемый в безразмерной форме промежуток времени соответствует по времени до 10 секунд, а радиус рассматриваемой области до 35 километров.

4.1 Скорость перемещения среды за фронтом сейсмической волны

Численным интегрированием формулы (3) по t получены скорости движения среды за фронтом цилиндрической волны, которые представлены на рисунках 1–5. По горизонтальным осям расположены оси r и θ полярной системы координат с центром в вершине разрыва, по вертикальной оси отложена скорость среды за фронтом цилиндрической волны.

$\eta = 0,0$

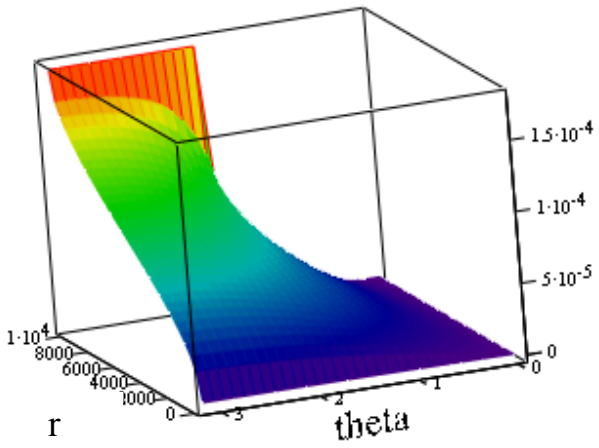


Рисунок 1 – Скорость перемещений (безразмерная) $\frac{\partial w}{\partial t}$ в возмущенной зоне в случае свободных берегов разрыва η=0.

$\eta = 0,1$

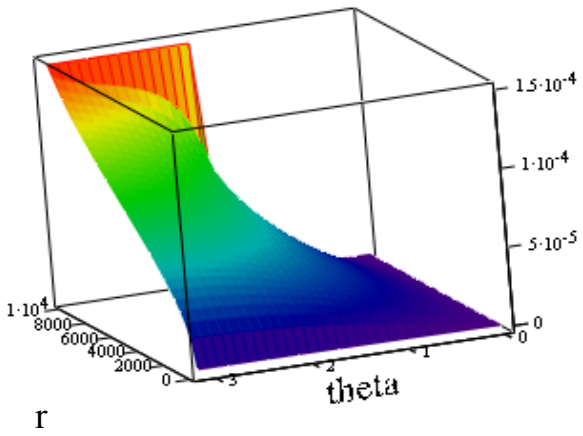


Рисунок 2 – Скорость перемещений $\frac{\partial w}{\partial t}$ в возмущенной зоне в случае вязкого контакта берегов разрыва при коэффициенте вязкости η=0,1

$\eta = 0,2$

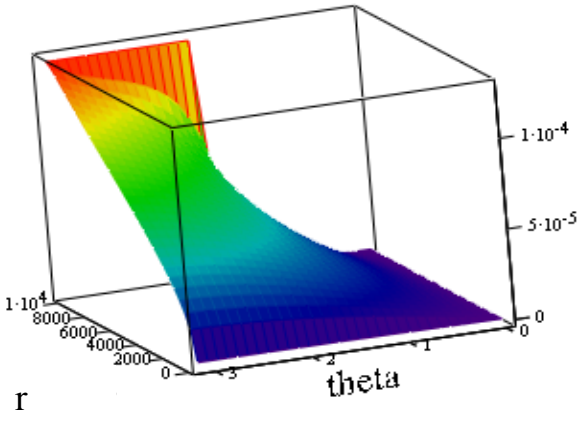


Рисунок 3 – Скорость перемещений $\frac{\partial w}{\partial t}$ в возмущенной зоне в случае вязкого контакта берегов разрыва при коэффициенте вязкости η=0,2

$\eta = 0,4$

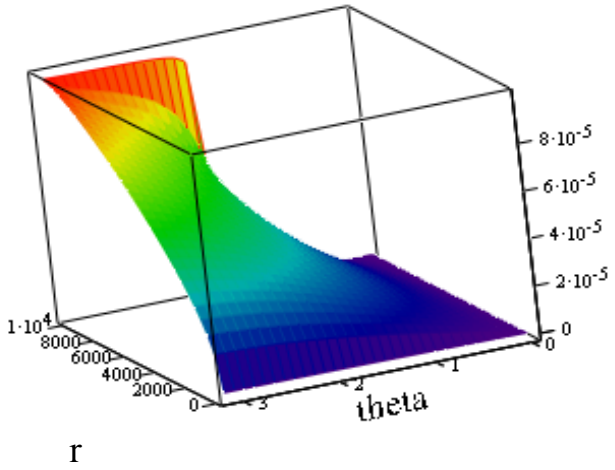


Рисунок 4 – Скорость перемещений $\frac{\partial w}{\partial t}$ в возмущенной зоне в случае вязкого контакта берегов разрыва при коэффициенте вязкости η=0,4

$\eta = 1,0$

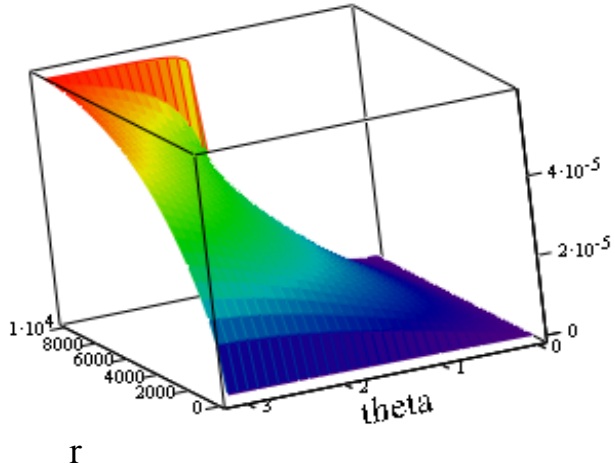


Рисунок 5 – Скорость перемещений $\frac{\partial w}{\partial t}$ в возмущенной зоне в случае вязкого контакта берегов разрыва при коэффициенте вязкости η=1,0

4.2. Распределение зон инверсии ускорения за фронтом цилиндрической волны при внезапном возникновении разрыва со свободными берегами ($\eta = 0$)

На рисунках 6–9 представлены в развитии по времени зоны знакоопределенности ускорения в возмущенной зоне для случая свободных берегов разрыва.

По горизонтальным осям на рисунках 6–9 расположены оси X и Y декартовой системы координат с центром в вершине разрыва, по вертикальной оси отложено ускорение среды за фронтом цилиндрической волны. На рисунках 6–9 отчетливо видно, как область положительных ускорений разграничена кривой линией от области отрицательных ускорений при свободных от напряжений берегах разрыва.

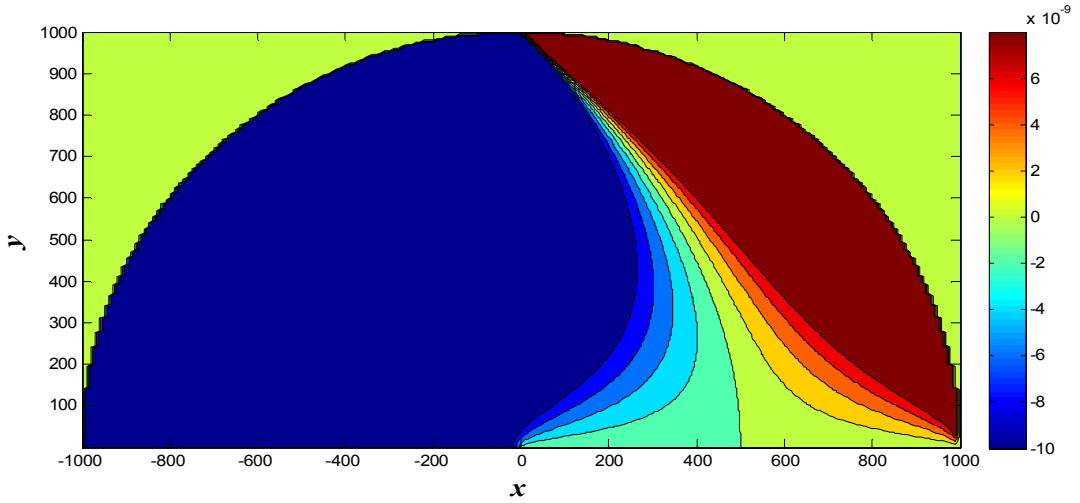


Рисунок 6 – Распределение (безразмерной) величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 1000$

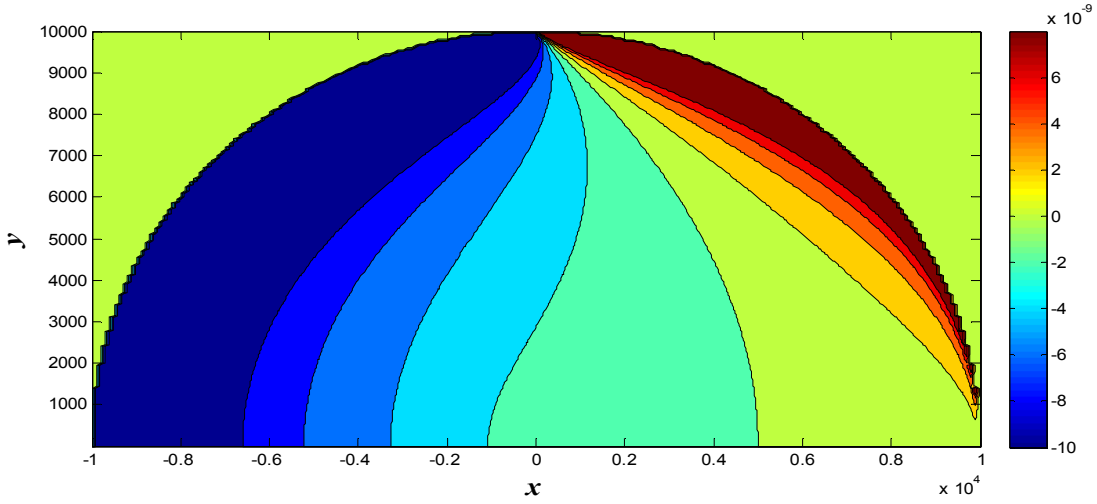


Рисунок 7 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 10000$

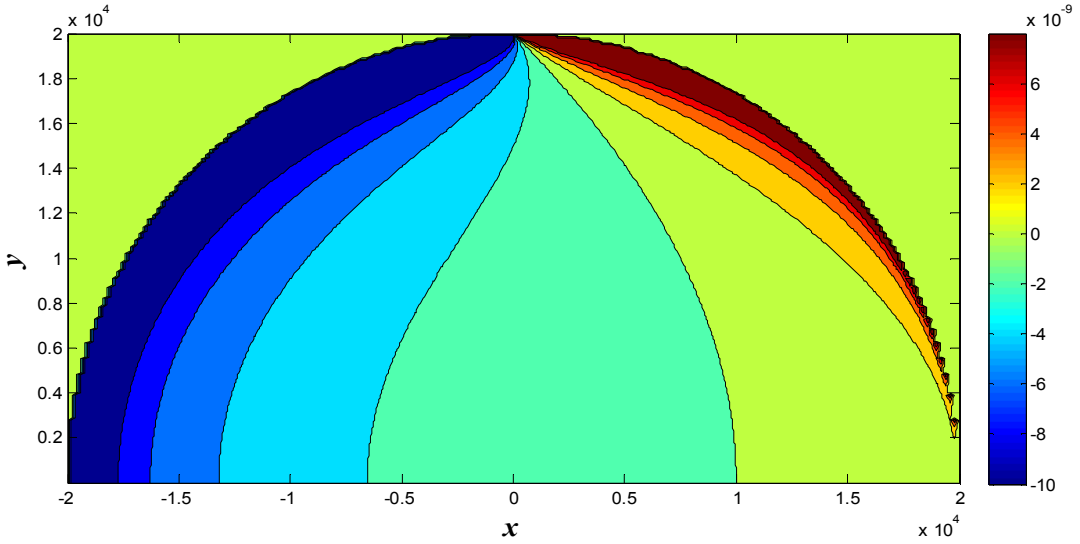


Рисунок 8 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 20000$

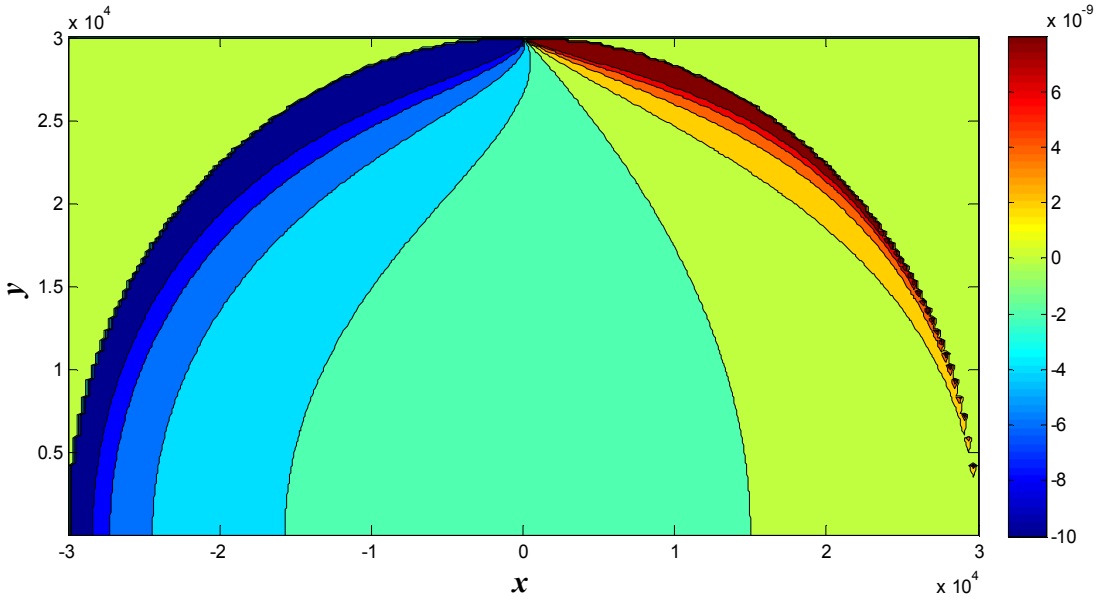


Рисунок 9 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 30000$

4.3 Распределение зон инверсии ускорения за фронтом цилиндрической волны при внезапном возникновении разрыва с контактным взаимодействием берегов (при $\eta = 1$)

На рисунках 10–13 представлены области знакоопределенности при разрыве с вязким контактом берегов при η=1

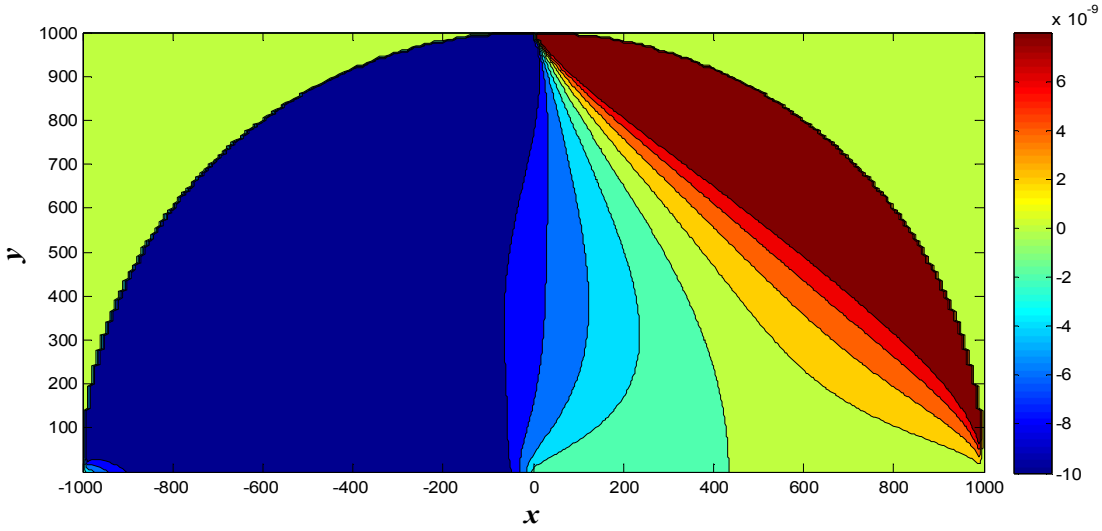


Рисунок 10 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 1000$

По горизонтальным осям на рисунках 10–13 расположены оси X и Y декартовой системы координат с центром в вершине разрыва, по вертикальной оси отложено ускорение среды за фронтом цилиндрической волны. На рисунках 10–13 видно, как при вязком контакте берегов разрыва область положительных ускорений разграничена кривой линией от области отрицательных ускорений.

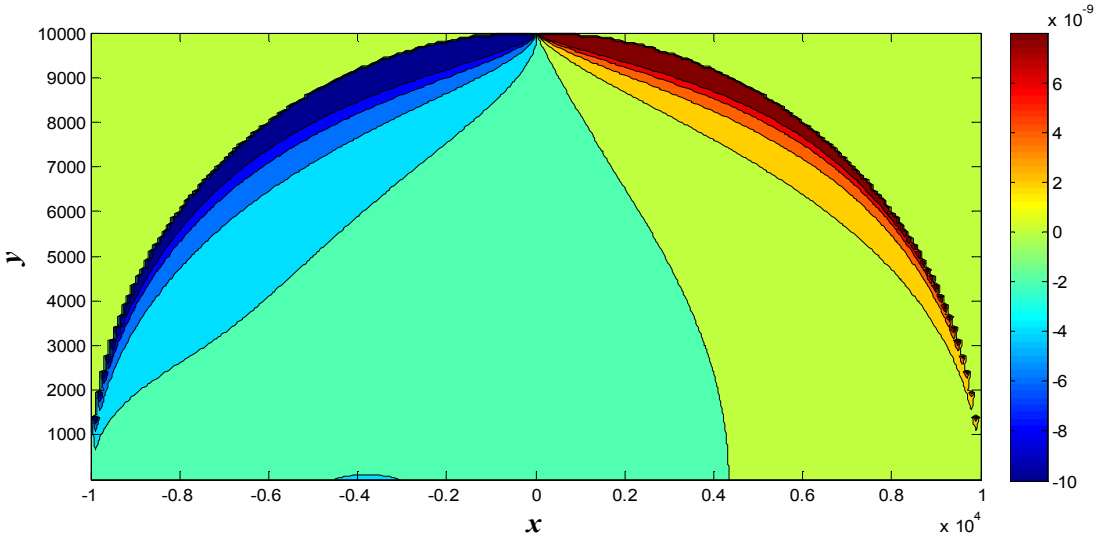


Рисунок 11 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 10000$

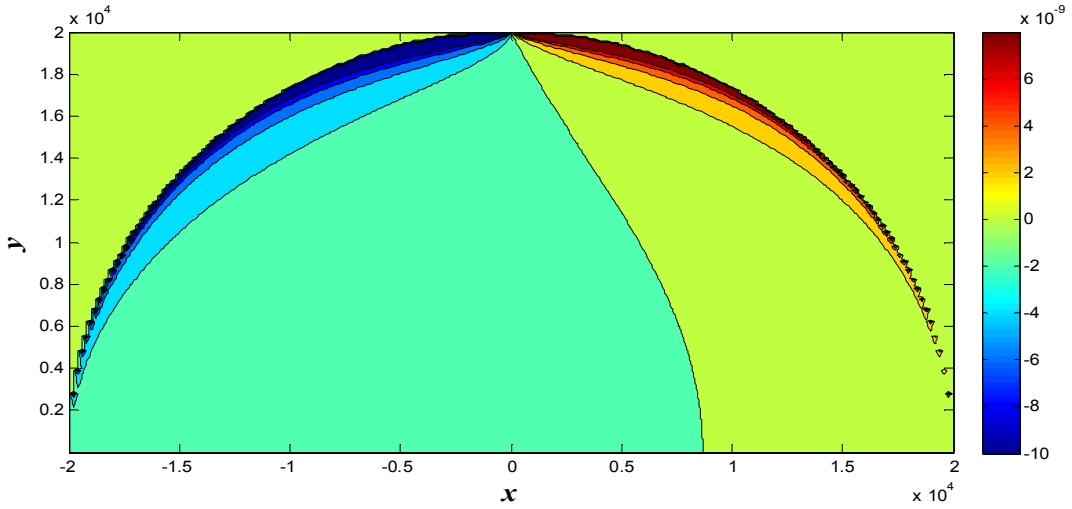


Рисунок 12 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 20000$

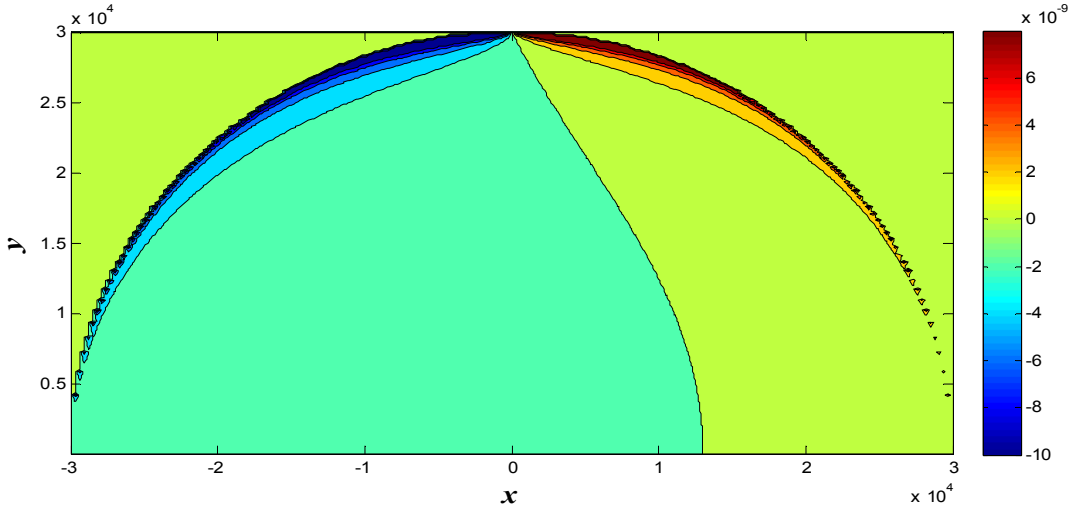


Рисунок 13 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 30000$

4.4 Переход динамического процесса в очаговой зоне в квазистатический процесс при увеличении вязкости на разрыве

На рисунках 14–17 представлено ускорение в возмущенной зоне при возрастании коэффициента контактного вязкого взаимодействия берегов разрыва.

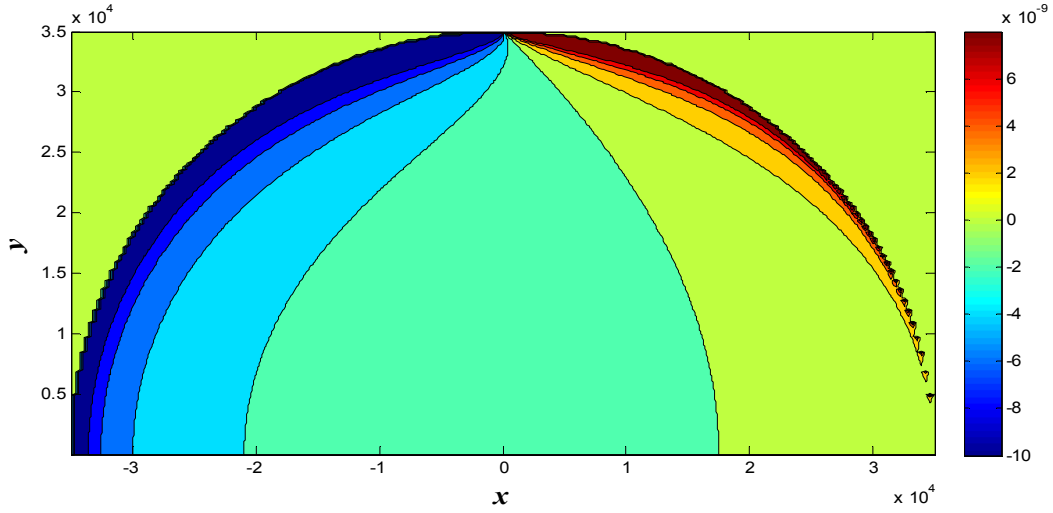


Рисунок 14 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 35000$

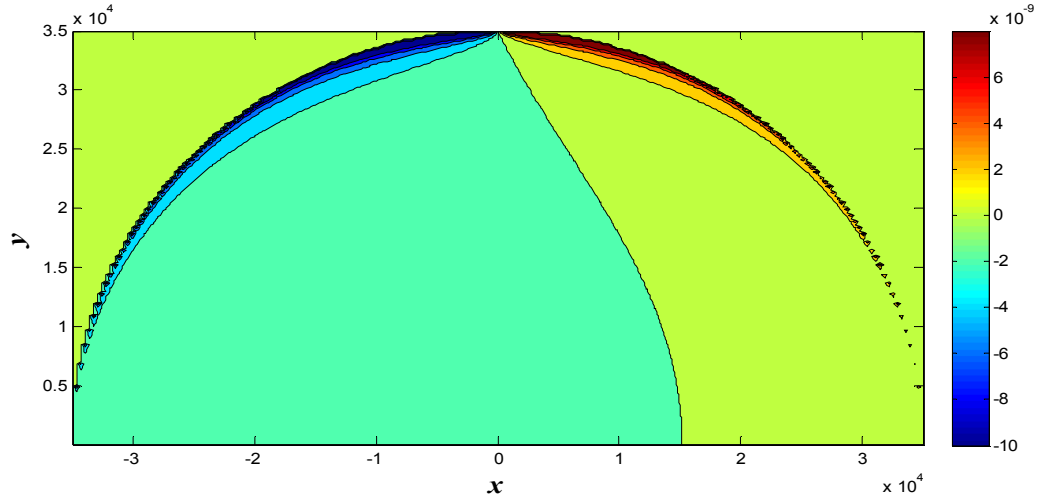


Рисунок 15 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 35000$

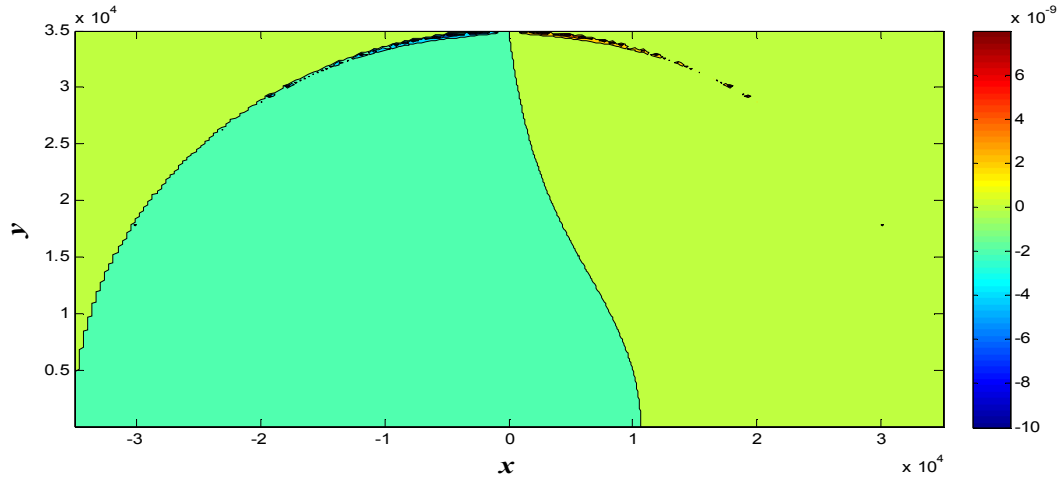


Рисунок 16 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 10, \quad t = 35000$

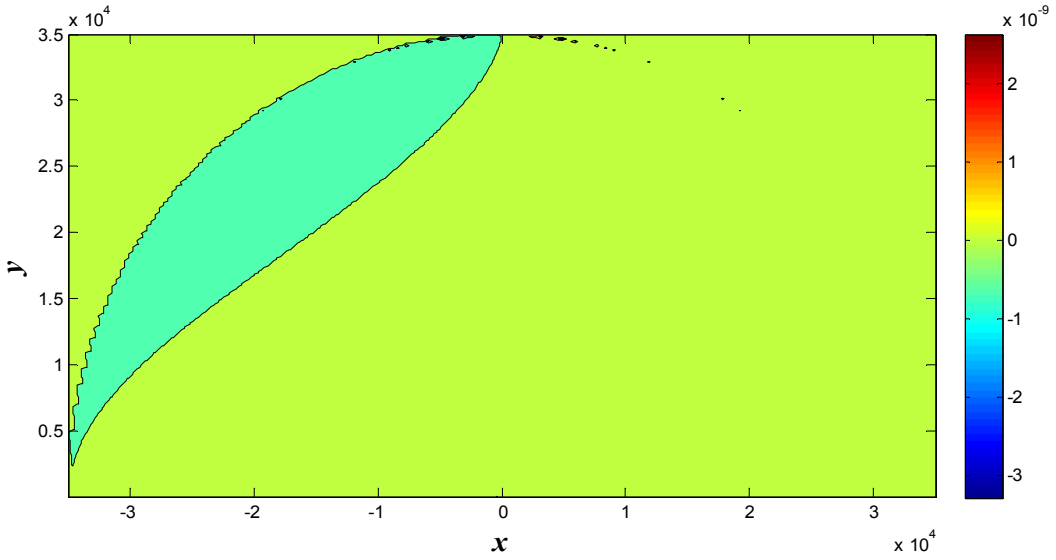


Рисунок 17 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 100, \quad t = 35000$

Как показывают рисунки 14–17, возмущенная зона за фронтом цилиндрической волны постепенно «нивелируется» и доминирующей становится квазистатическое распределение нестационарного процесса.

4.5 Сравнение ускорений при возникновении разрыва со свободными берегами и разрыва с взаимодействующими берегами

На рисунках 18–25 проводится сравнение ускорений для различных времен в случае $\eta = 0$ и $\eta = 1$.

Как видно из рисунков 18-25 контактное взаимодействие берегов разрыва уменьшает величину ускорений и, следовательно, величину воздействия сейсмической волны.

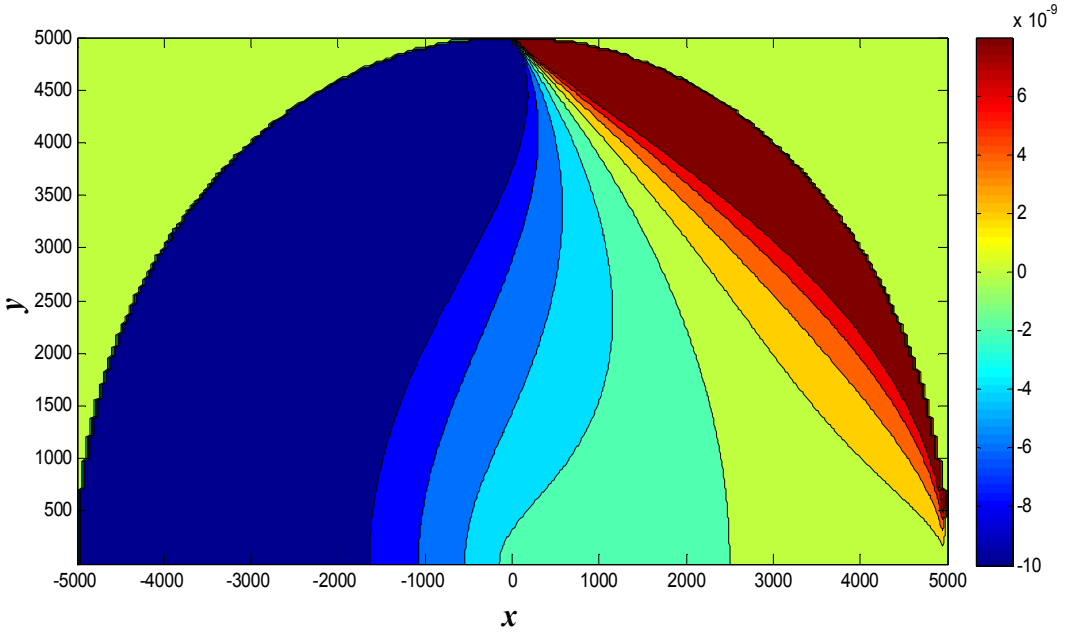


Рисунок 18 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 5000$

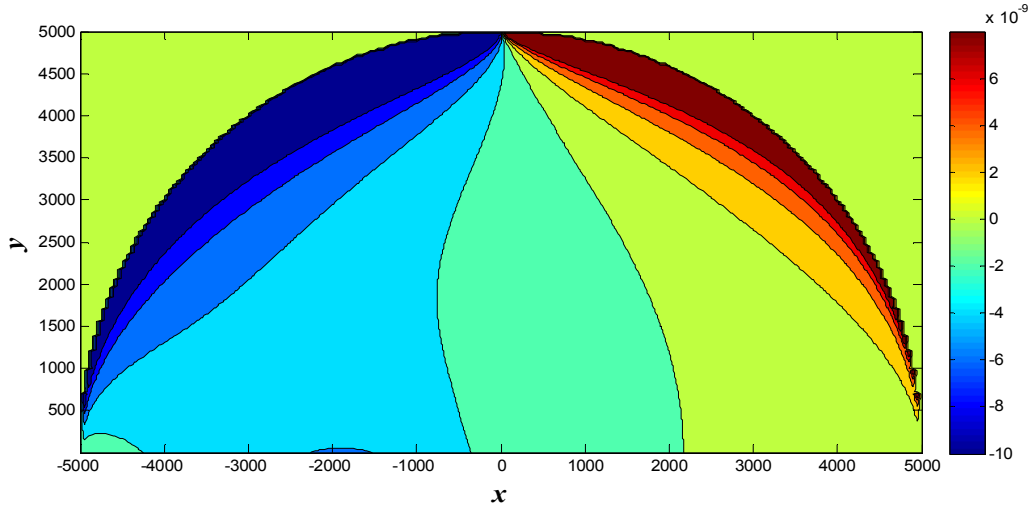


Рисунок 19 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 5000$

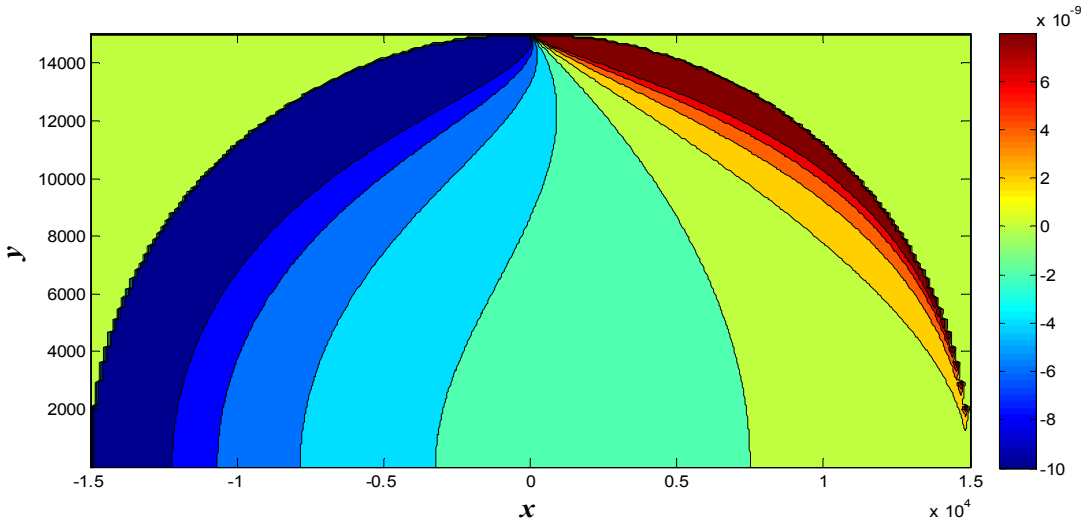


Рисунок 20 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 15000$

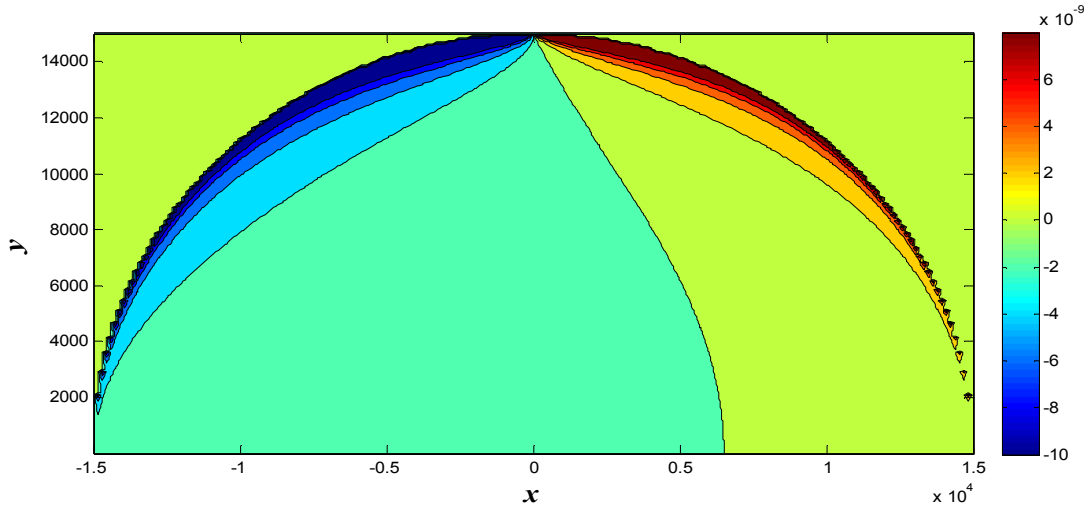


Рисунок 21 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 15000$

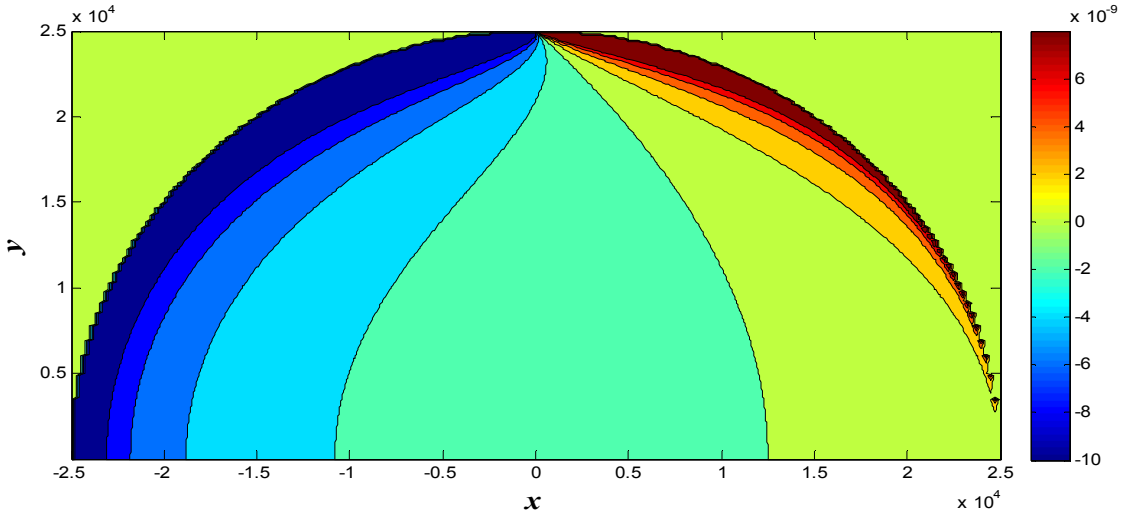


Рисунок 22 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 0, \quad t = 25000$

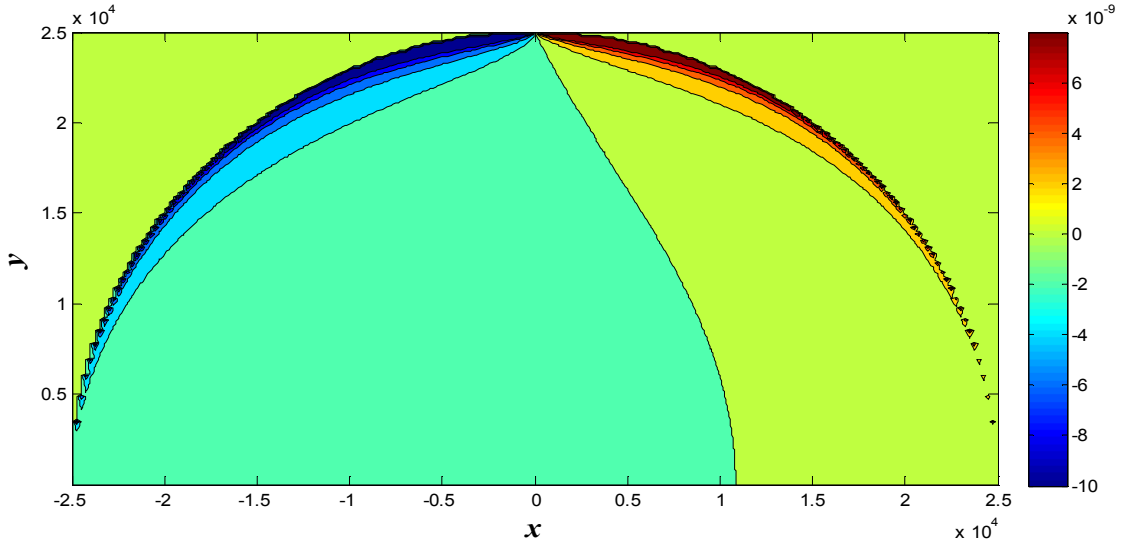


Рисунок 23 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 25000$

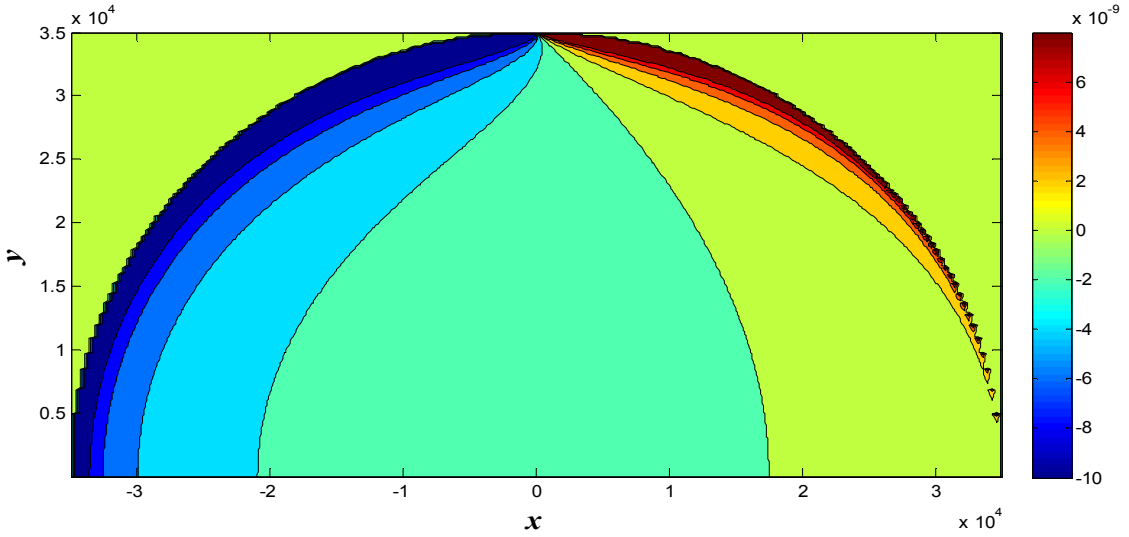


Рисунок 24 – Распределение величины ускорения при $\eta = 0, \quad t = 35000$

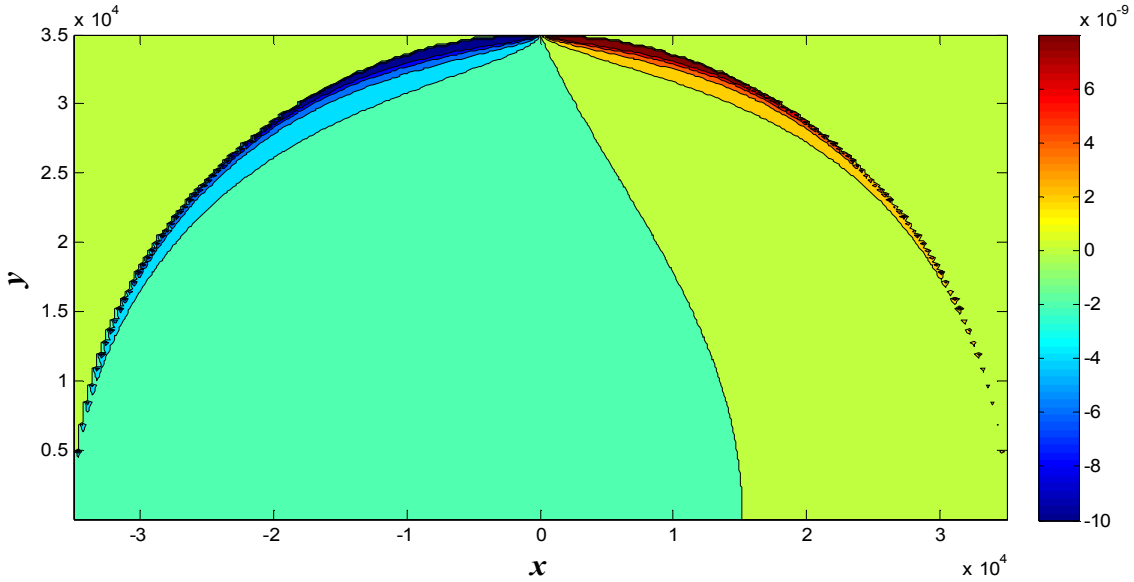


Рисунок 25 – Распределение величины ускорения $\frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$ при $\eta = 1, \quad t = 35000$

5. Скорость движения берегов разрыва

На рисунках (26)–(39) представлены скорости движения берегов разрыва при различных значениях параметра эффективной вязкости на разрыве.

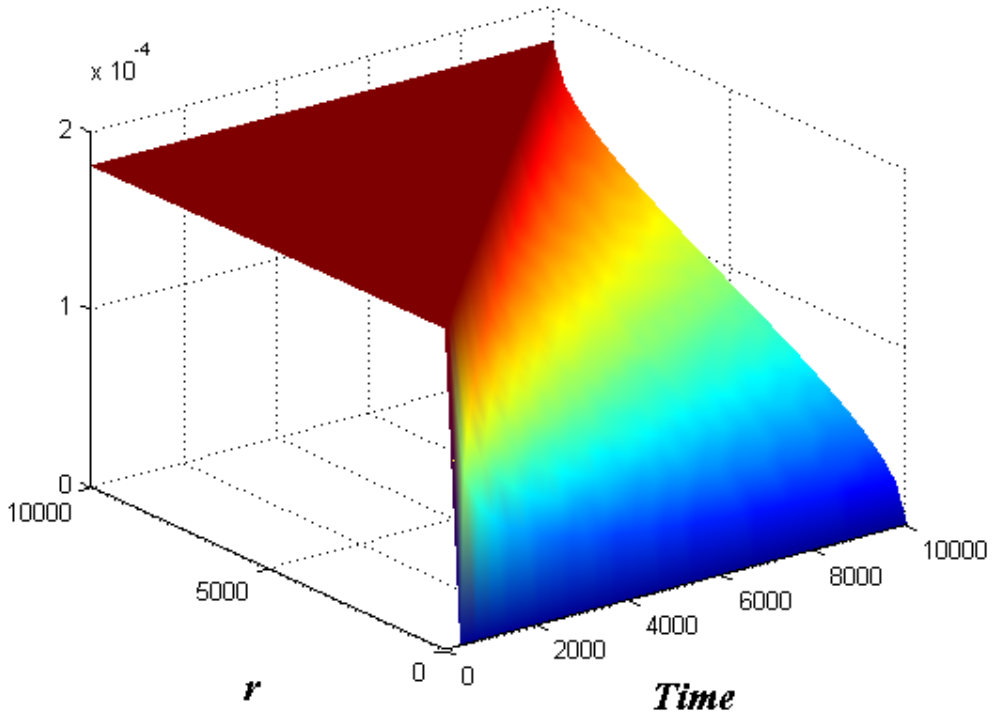


Рисунок 26 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 0$

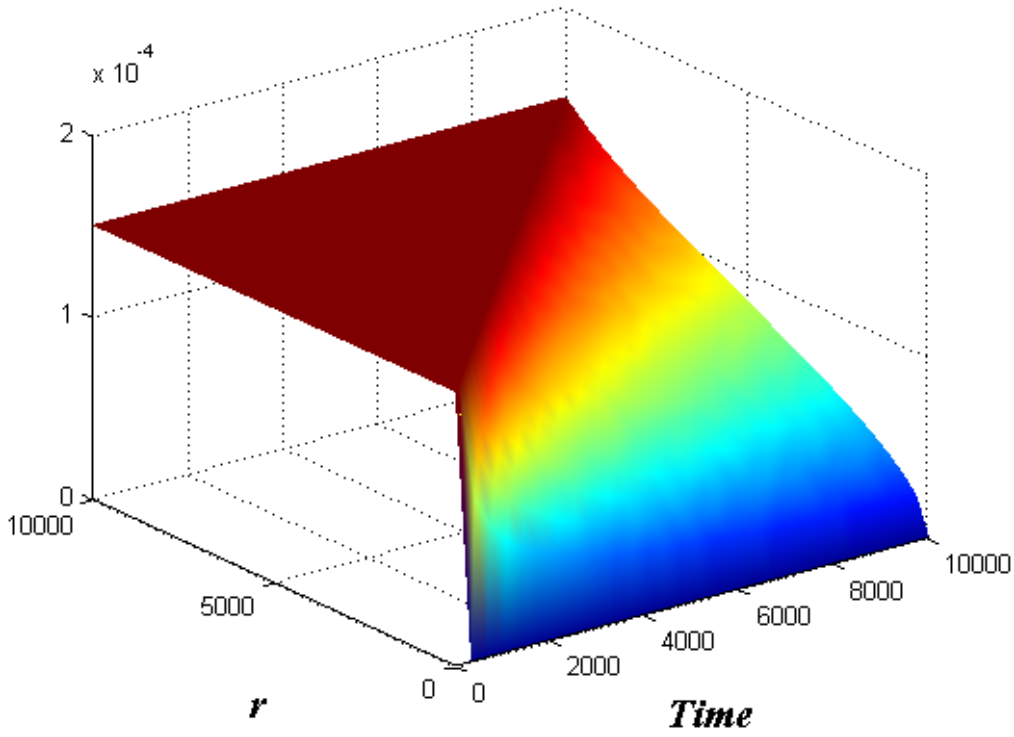


Рисунок 27 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 0,1$

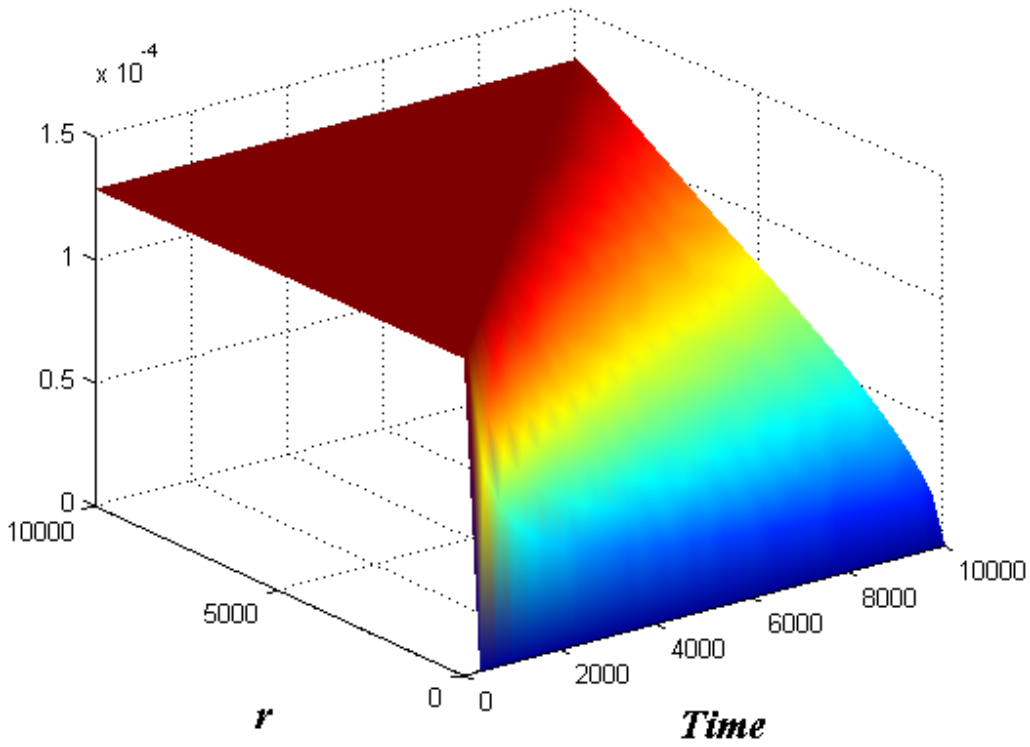


Рисунок 28 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 0,2$

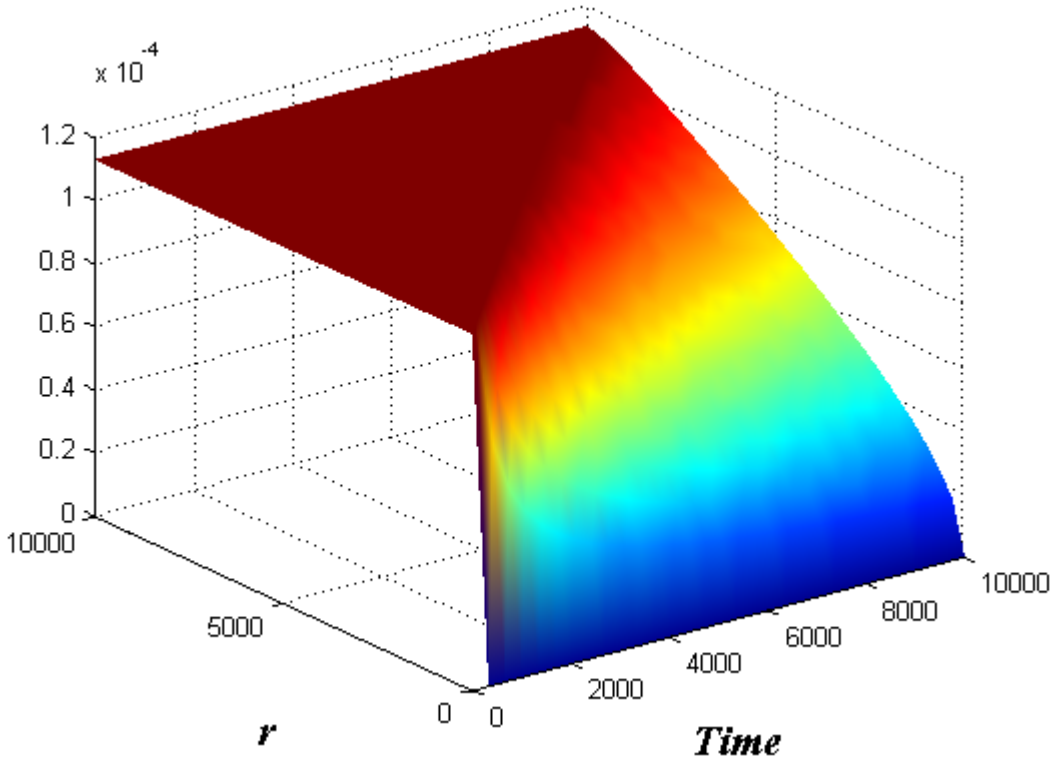


Рисунок 29 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 0,3$

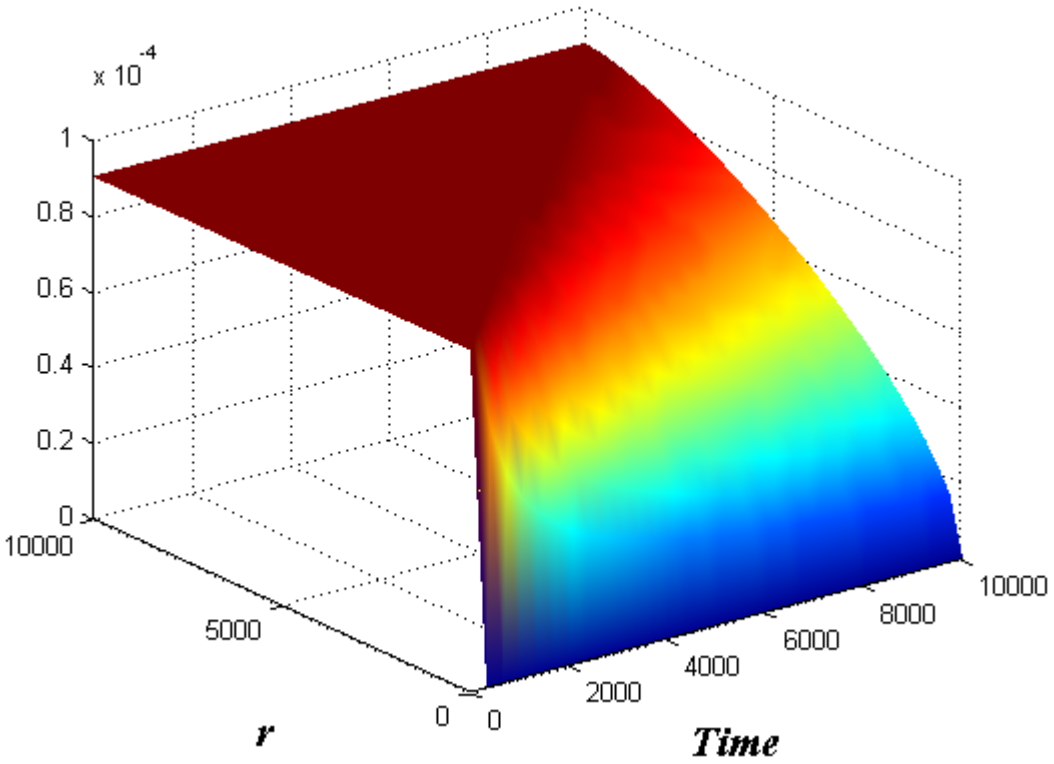


Рисунок 30 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 0,5$

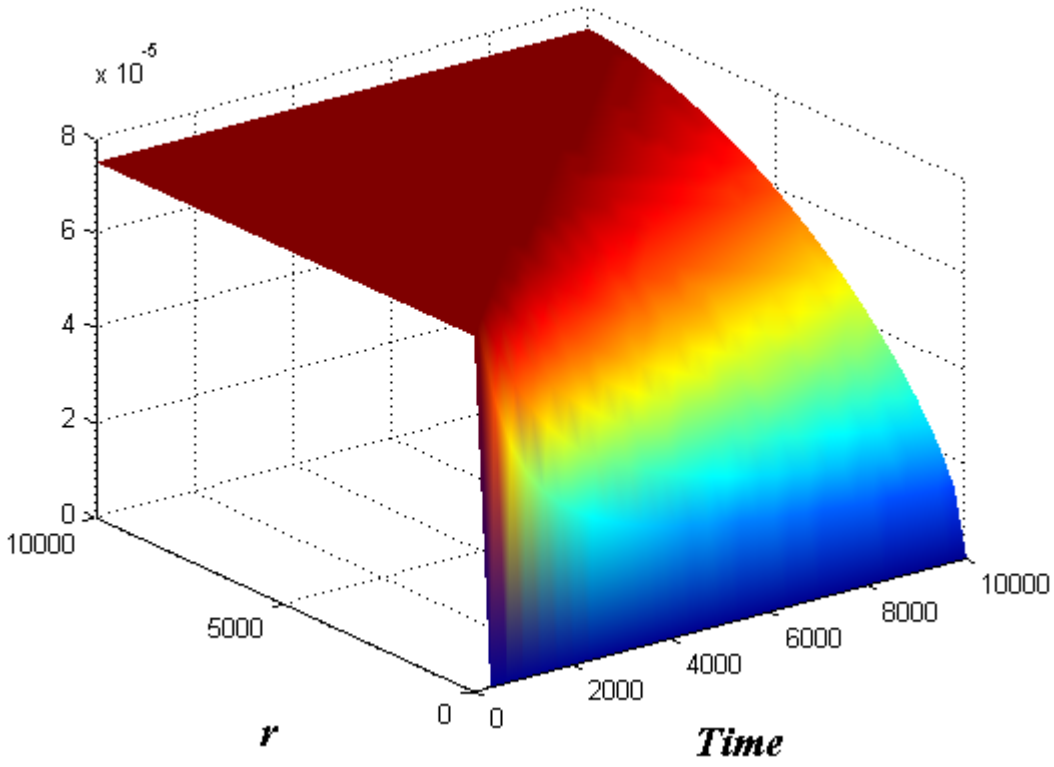


Рисунок 31 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 0,7$

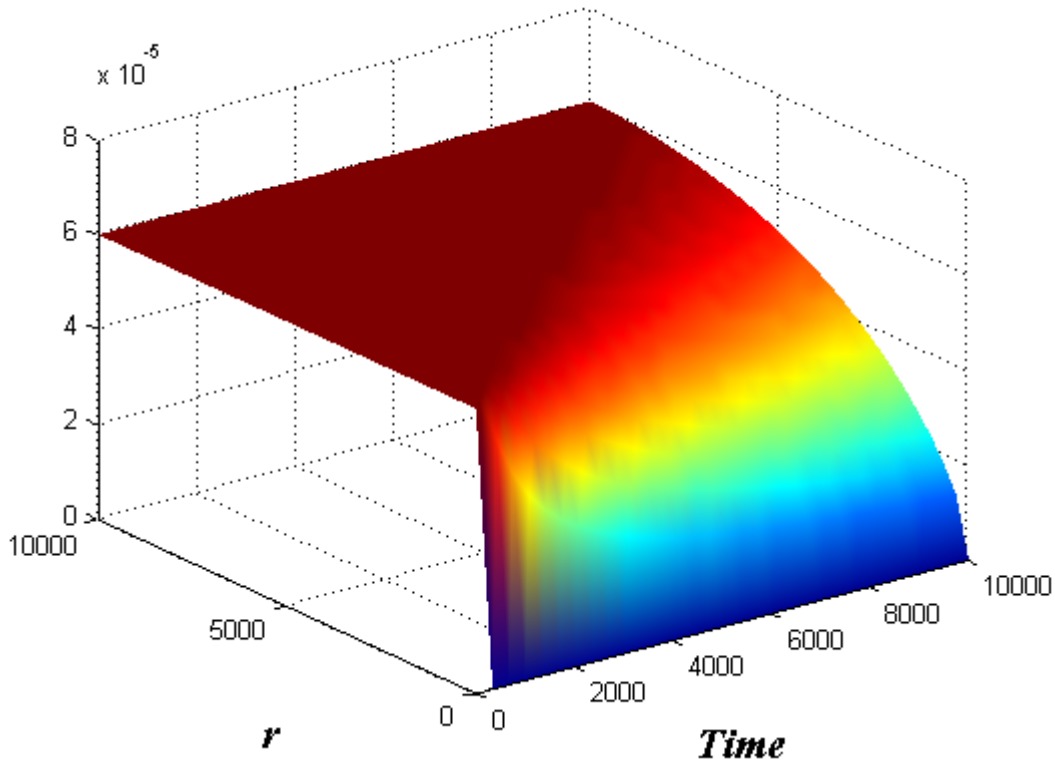


Рисунок 32 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 1$

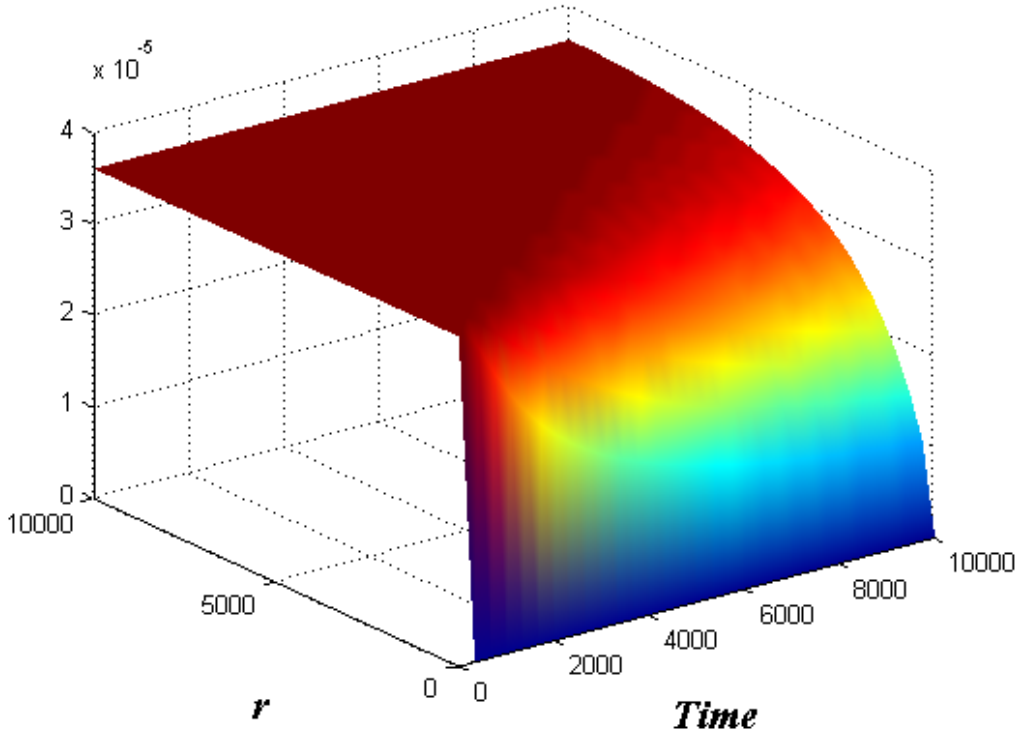


Рисунок 33 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 2$

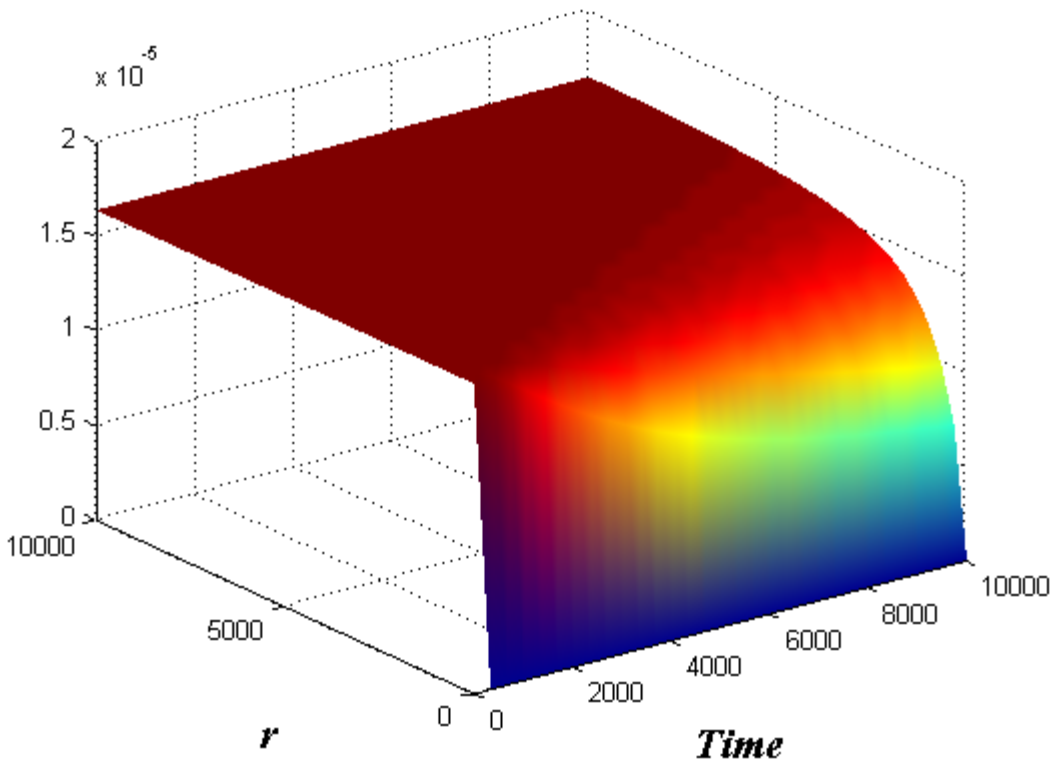


Рисунок 34 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 5$

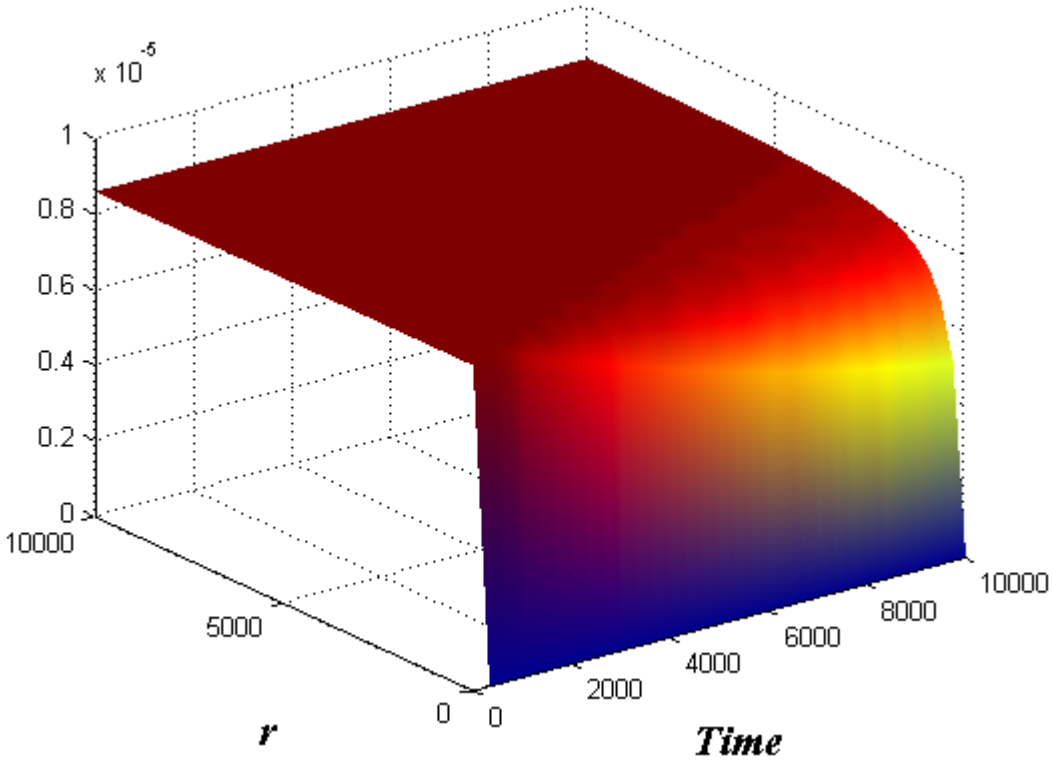


Рисунок 35 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 10$

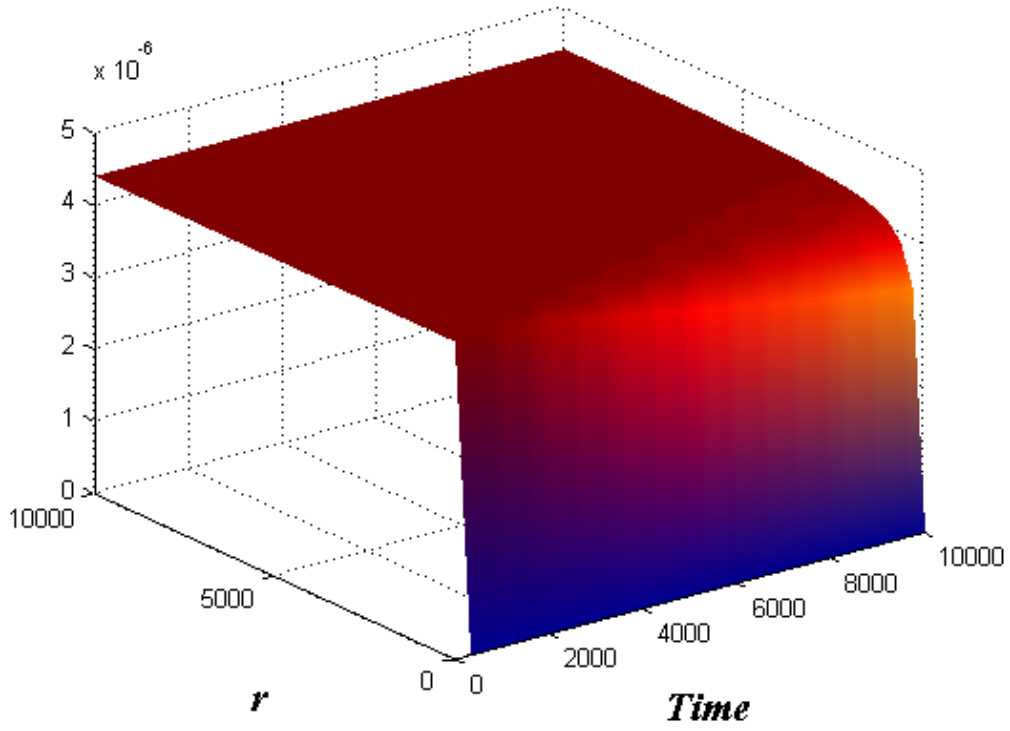


Рисунок 36 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 20$

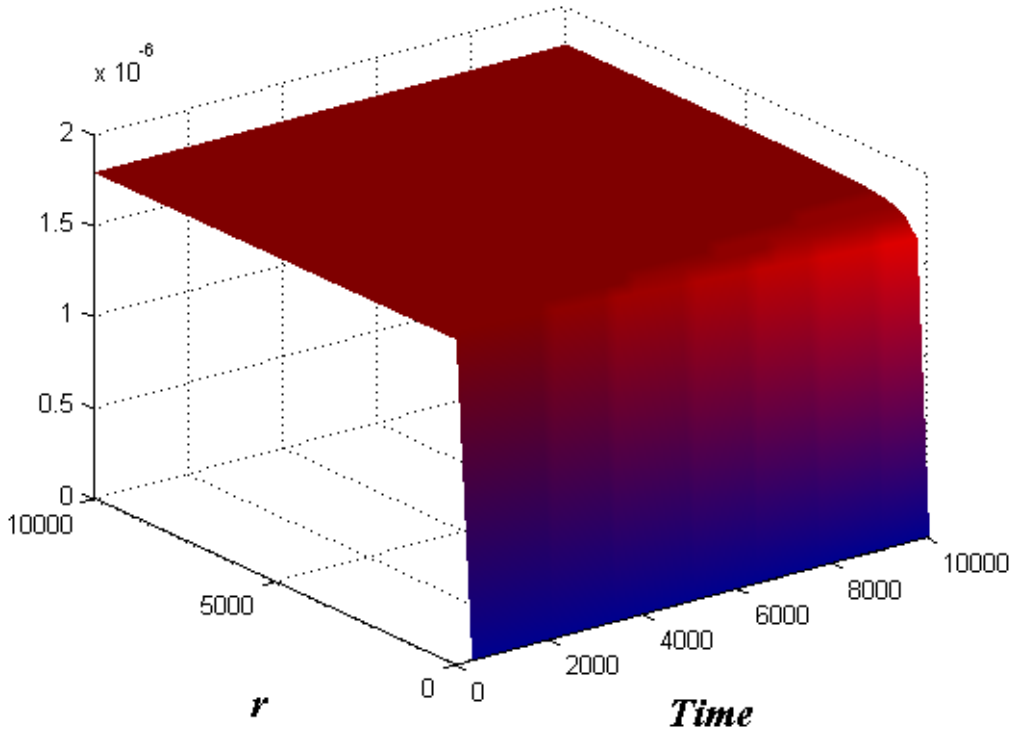


Рисунок 37 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 50$

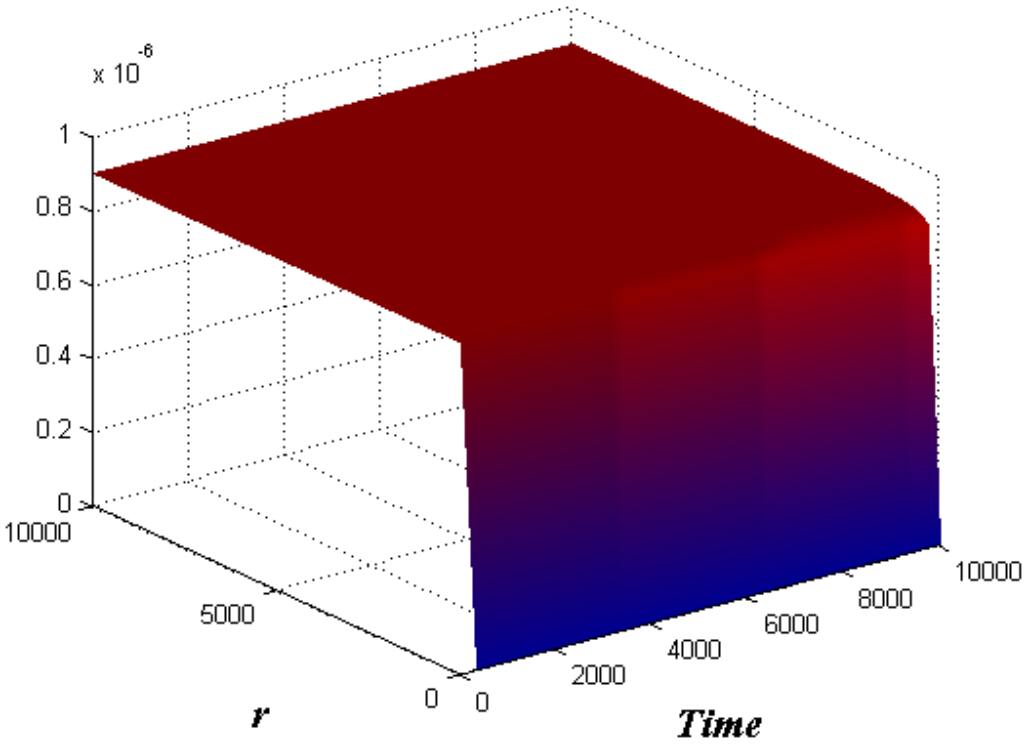


Рисунок 38 – Скорость берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ при $\eta = 100$

На рисунке 39 представлены скорости движения берегов разрыва в зависимости от отношения *r* к *t*

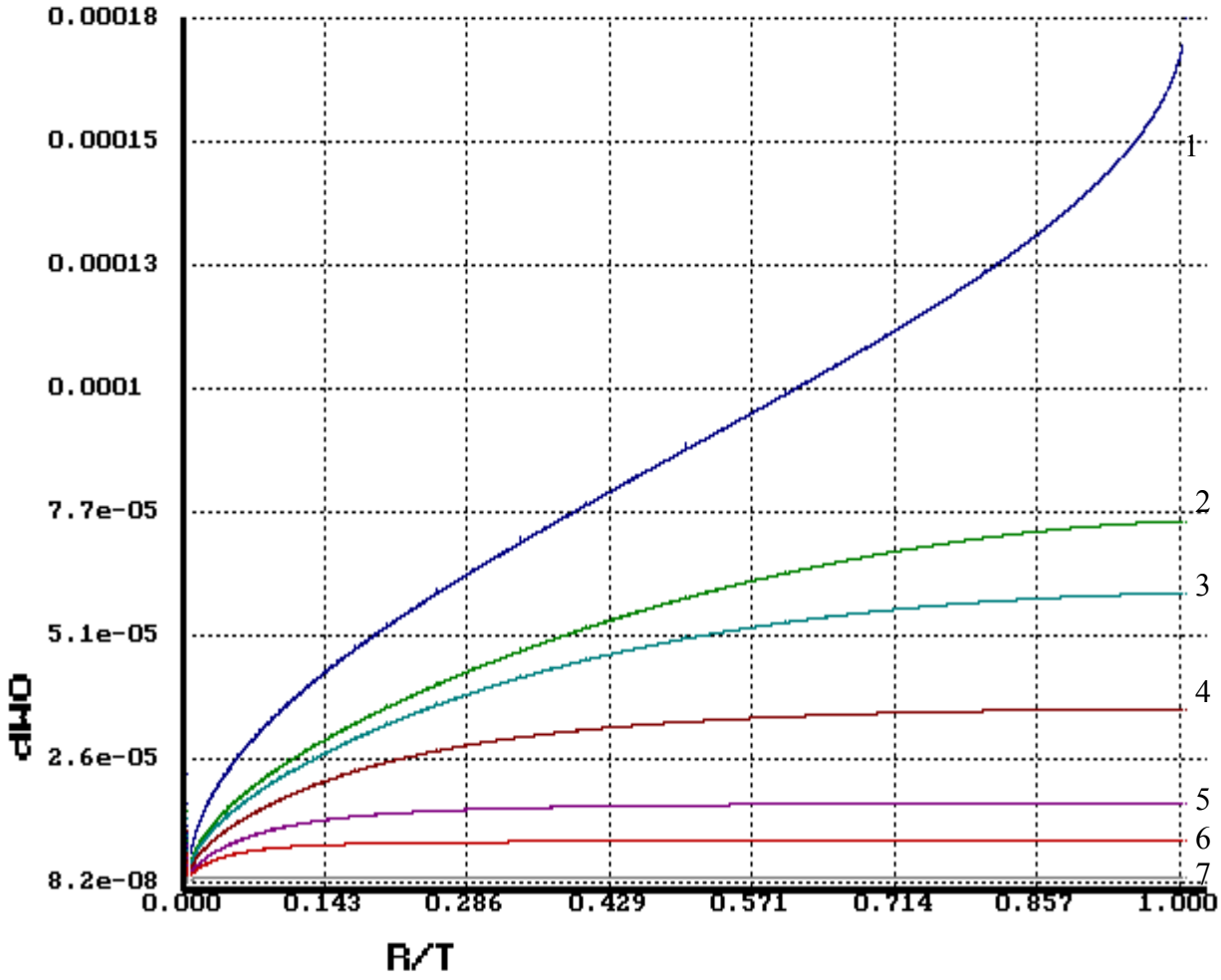


Рисунок 39 – Скорость движения берегов разрыва $\frac{\partial w(r,\pi,t)}{\partial t}$ в зависимости от отношения r к t при значениях вязкости: 0 (1), 0,7 (2); 1,0 (3); 2,0 (4); 5,0 (5); 10,0 (6); 100,0 (7)

Как следует из численного анализа, представленного графически на рисунках 26 - 39, взаимодействие берегов разрыва оказывает значительное влияние на величину скорости и ее поведение за фронтом цилиндрической волны. При этом поведение скорости движения берегов разрыва при разрыве с взаимодействующими берегами разрыва качественно отличается от поведения скорости при разрыве со свободными берегами, выражающееся в наклоне графика при приближении к фронту цилиндрической волны.

Перемещения берегов разрыва при различных значениях коэффициента эффективной вязкости на разрыве представлены на рисунках 40–47.

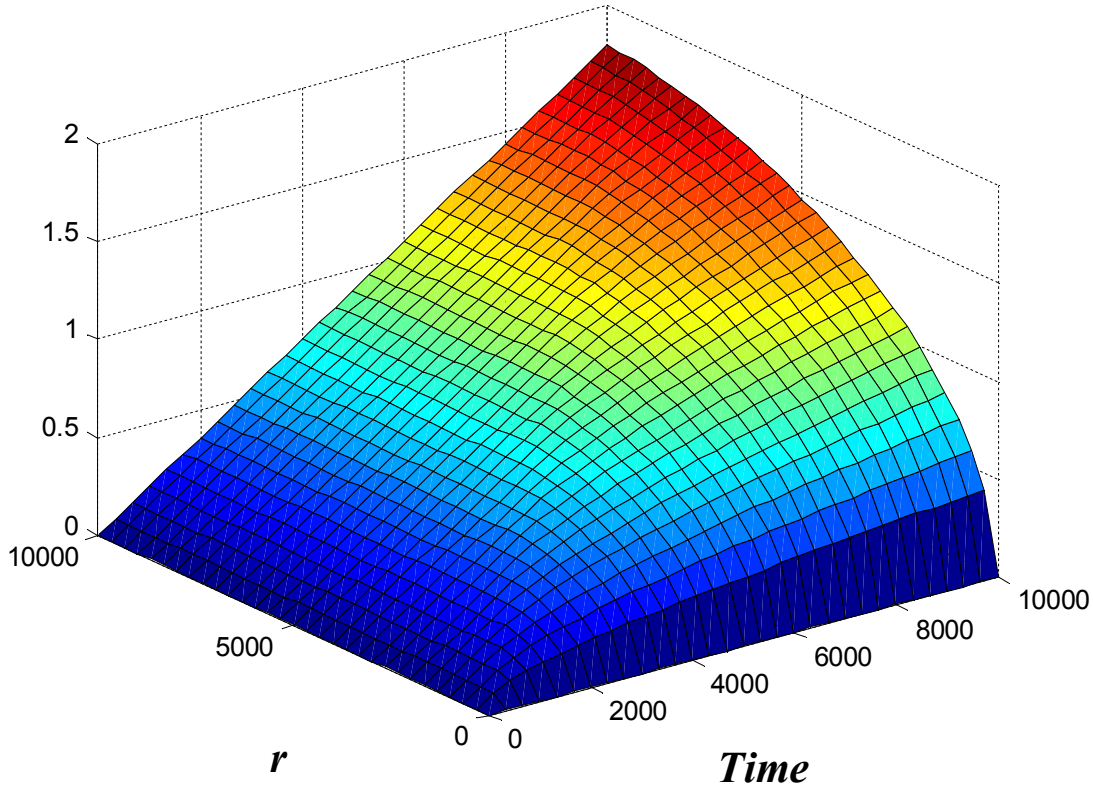


Рисунок 40 – График (безразмерных) перемещений $w(r,\pi,t)$ берегов разрыва при $\eta = 0$

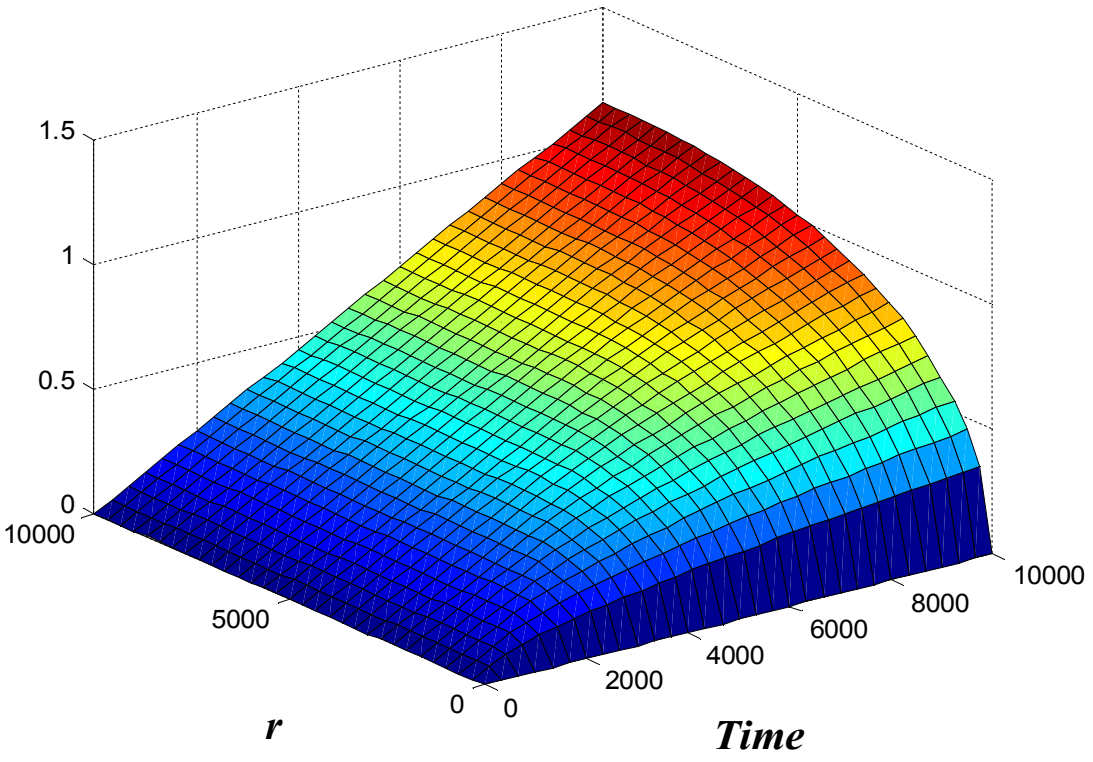


Рисунок 41 – График перемещений $w(r,\pi,t)$ берегов разрыва при $\eta = 0{,}3$

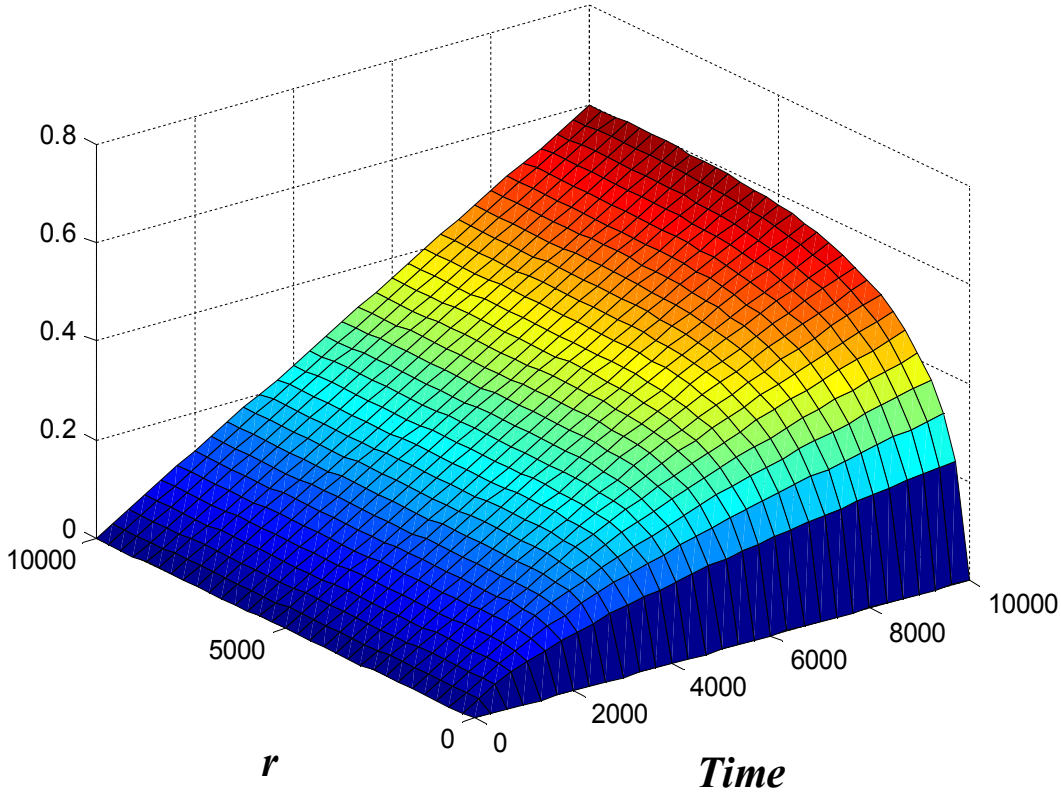


Рисунок 42 – График перемещений $w(r,\pi,t)$ берегов разрыва при $\eta = 1$

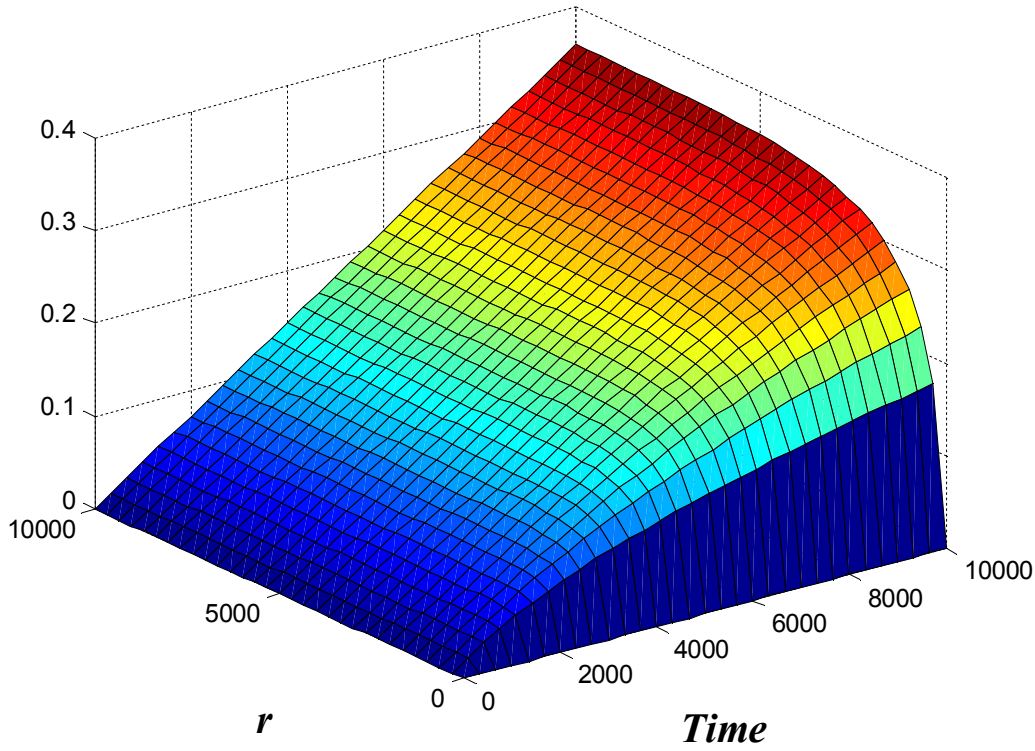


Рисунок 43 – График перемещений $w(r,\pi,t)$ берегов разрыва при $\eta = 2$

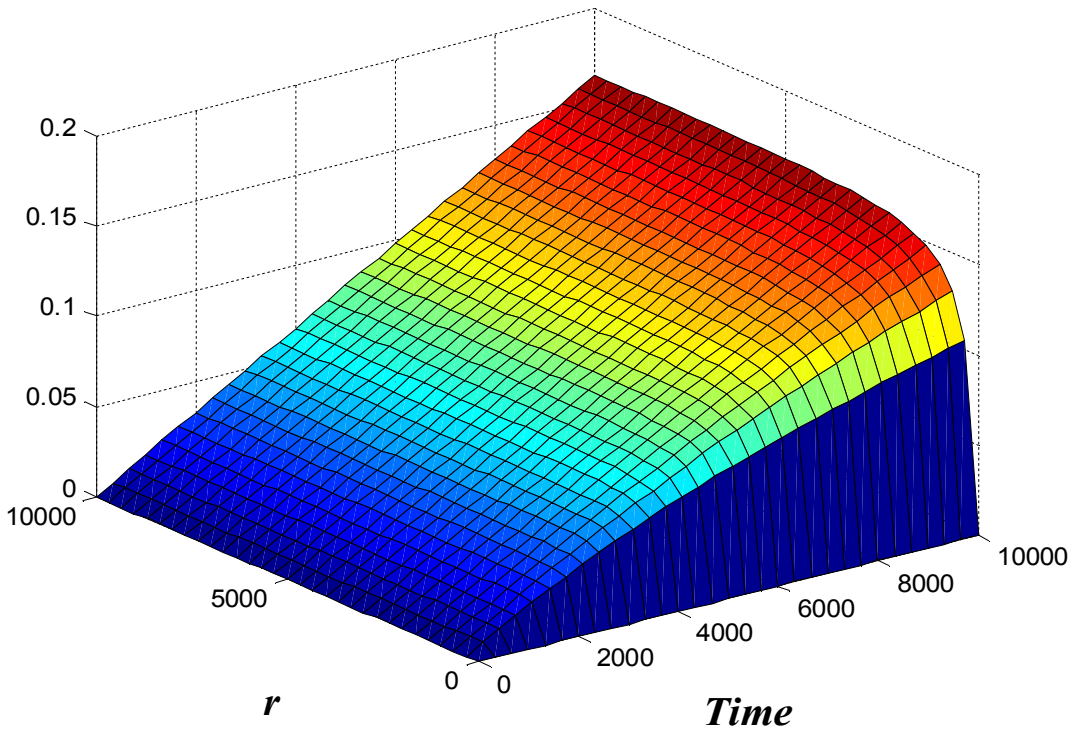


Рисунок 44 – График перемещений $w(r,\pi,t)$ берегов разрыва при $\eta = 5$

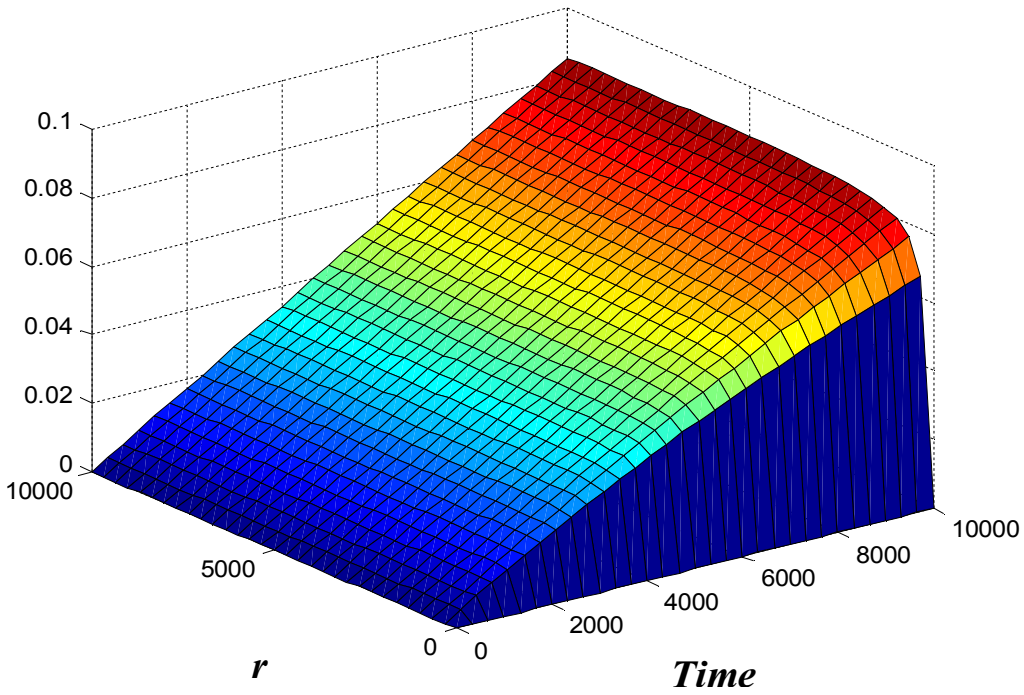


Рисунок 45 – График перемещений $w(r,\pi,t)$ берегов разрыва при $\eta = 10$

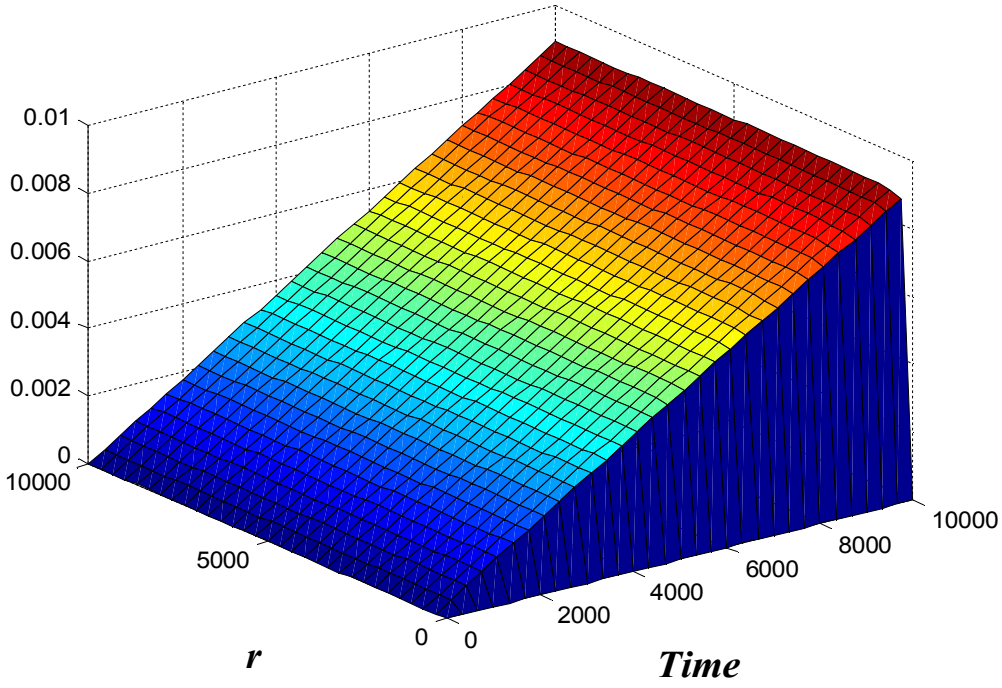


Рисунок 46 – - График перемещений $w(r,\pi,t)$ берегов разрыва при $\eta = 100$

На рисунке 47 представлены графики перемещений берегов разрыва при различных значениях коэффициента эффективной вязкости η.

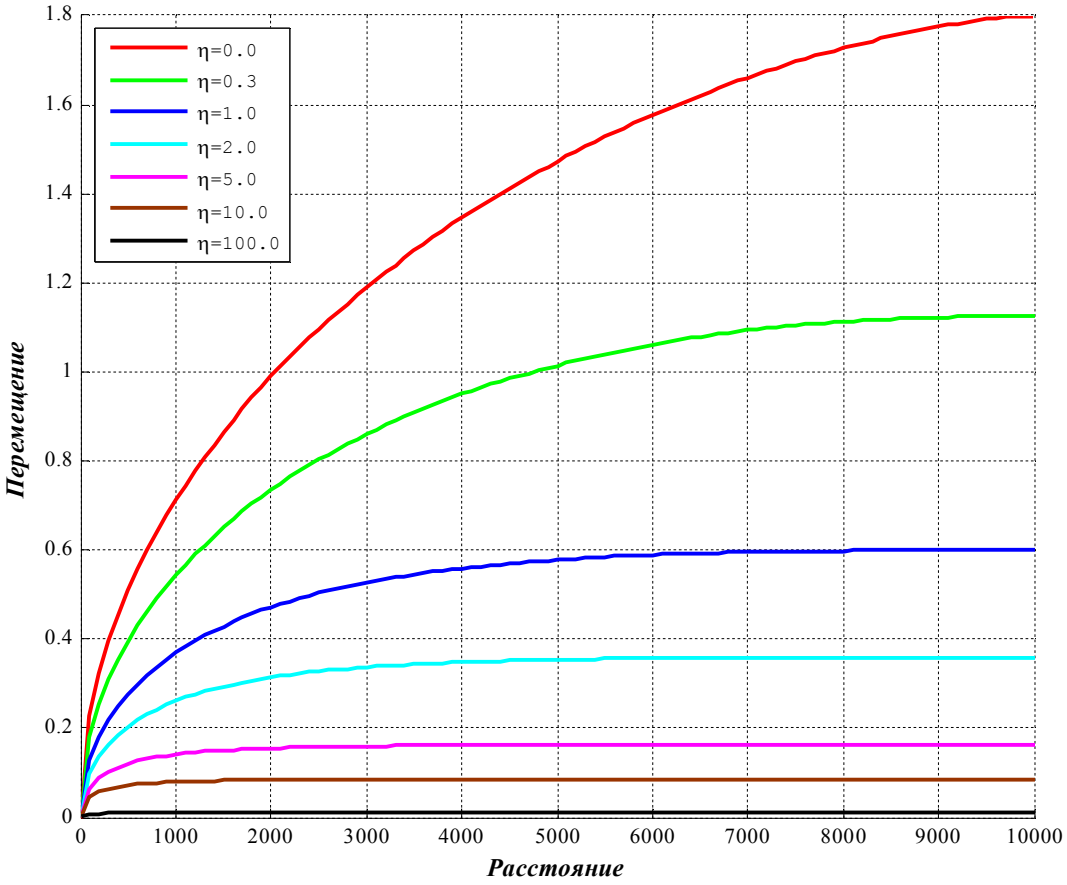


Рис. 47 – Графики перемещений $w(r,\pi,t)$ для момента $t = 10000, \quad 0 \le r \le 10000$

Дадим оценку значений эффективной вязкости на разрыве. Если считать, что не менее 96 % энергии уходит на необратимые процессы, связанные с диссипацией энергии в очага, и только не более 4% переходит в энергию сейсмических волн, учитывая, что энергия сейсмических волн пропорциональна квадрату скорости, то соответствующее значение эффективной вязкости на разрыве должно находиться в интервале 10^7–10^8 Па·с /м. В частности, при ширине разрывной зоны в 1м материал разрывной зоны должен иметь вязкость в промежутке от 10^7 до 10^8 Па·с.

Основные результаты

Исследованы нестационарные процессы в предварительно напряженной среде при внезапном возникновении разрыва, используя аналитическое решение Кима А.С. [1] для динамической задачи о разрыве с вязким контактом берегов, моделирующей процесс возникновения землетрясения. В результате проведенного численного анализа, использующего аналитическое решение Кима А.С., установлено, что за фронтом сейсмической волны в возмущенной зоне происходит инверсия ускорения, а расположение зон инверсии связано с ориентацией разрыва. Установлено, что контактное взаимодействие берегов разрыва оказывает существенное влияние на интенсивность ускорений в среде и величину воздействия сейсмической волны. Установлено, что при наличии вязкого взаимодействия берегов разрыва в момент его возникновения происходит частичный сброс напряжений, в отличие от полного сброса напряжений на разрыве, берега которого не взаимодействуют. Показано, как при увеличении контактного вязкого взаимодействия берегов разрыва происходит переход динамического процесса в очаговой зоне в квазистатический процесс. Получена численная реализация пространственно-временной оценки, когда влиянием вершины разрыва на движение его берегов можно пренебречь.

Выводы

Появившиеся в настоящее время новые возможности компьютерного моделирования, численно-аналитических расчетов и визуализации делают актуальными аналитические формулы, описывающие нестационарные процессы, ранее представлявшие сложность для применения и анализа геодинамических процессов в земной коре в периоды сейсмической активизации.

Аналитическое решение нестационарной задачи о разрыве, полученное Кимом А.С. [1], может быть рекомендовано для включения в материалы, учебные пособия, посвященные решению динамических задач механики и сейсмологии. Установленные на основе аналитического решения [1] особенности нестационарных процессов, связанные с внезапным возникновением разрыва, могут быть использованы при идентификации природных и искусственных источников сейсмических волн.

Работа выполнена по программе «Грантовое финансирование научных исследований» РК в рамках темы «Математическое моделирование очаговых зон и литосферно-ионосферных связей с использованием геоинформационных спутниковых технологий» (грант 0079/ГФ4).

Литература:

1. Ким А.С. О волнах сдвига в очаговой зоне при внезапном возникновении разрыва // Известия Научно-Технического Общества «КАХАК». – 2015. – № 2 . – С. 4–31.

2. Немирович-Данченко М.М. Разрушение сдвигом и отрывом в некоторых задачах геодинамики //Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследований на количественной основе: Материалы Всероссийского совещания и молодежной школы, Иркутск, 23–29 сент., 2012. – Т. 2. – Иркутск. – С. 50–52.

3. Бобряков А.П. Моделирование триггерных эффектов в разломных зонах горных пород. Физ.-техн. пробл. разраб. полез. ископаемых. – 2013. – № 6. – С. 35–44.

4. Каримов Ф.Х. Сейсмогенные оползни-потоки. Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита /Труды 2 Конференции, посвященной 100-летию со дня рождения С.М. Флейшмана. Москва. 17-19 окт., 2012. – М. – 2012. – С. 54–55.

5. Zhang Hao, Ge Zengxi. Rupture pattern of the Oct 23, 2011 Van-Merke, Eastern Turkey earthquake// Earthquake Science. – 2014. – 27, – № 3. – С. 257–264.

6. Косарев И.Б., Соловьев С.П. Теоретические оценки электрических сигналов в экспериментах с образцами горных пород низкой пористости // Динамические процессы в геосферах. – 2013. – № 4. – С. 207–214.

7. Moore Diane E., Lockner David A. Chemical controls in fault behavior: weakening of serpentinite sheared against quartz-bearing rocks and its significance for fault creep in the San Andreas system // J. Geophys. Res. B. – 2013. – 118. – № 5. – С. 2558 – 2570.

8. Кочарян Г.Г., Остапчук А.А., Марков В.К., Павлов Д.В. Некоторые вопросы геомеханики разломов континентальной коры // Физ. Земли. – 2014. – № 3. – С. 51-64.

9. Кузьмин Ю.О. Современная геодинамика разломов и парадоксы скоростей деформации// Физ. Земли. – 2013. – N 5. – С. 28–46.

10. Чистова З.Б., Кутинов Ю.Г.Электромагнитное излучение в районах тектонических нарушений. Их отражение в наземных наблюдениях и материалах дистанционного зондирования Земли // Система «Планета Земля»: 20 лет Семинару «Система «Планета Земля» 1994–2014, Москва, 2014. – 2014. – С. 293–304.

11. Ikuta Ryoya, Satomura Mikio, Fujita Akio, Ando Masataka. A small persistent locked area associated with the 2011 M = 9.0 Tohoku – Oki earthquake, deduced from GPS data // J. Geophys. Res. B. - 2012. – Vol. 117, – № 11. – С. 1–B11408/25.

12. Wang Dun, Mori Jim, Uchide Takahiko. Supershear rupture on multiple faults for the M=8.6 off Northern Sumatra, Indonesia earthquake of April 11, 2012 // Geophys. Res. Lett. – 2012. – 39, – № 21. – С. L21307/1–L21307/5.

Поступила 25 января 2016 г.

ХИМИЯ

UDC 666.97

UTILIZATION OF SULFURIC ACID AND CAPROLACTAM PRODUCTION WASTES (SULFURIC SLUDGE AND POD OIL) FOR THE PRODUCTION OF SULFUR CONCRETE

Amangeldiuly N.[1], Faskhutdinov M.F.[2], Beketov K.M.[2], Rasulev B.F.[3], Yu V.K.[4]

[1]Kazakh-British Technical University, Almaty, Republic of Kazakhstan

[2]Institute of Engineering and Information Technologies of KBTU, Almaty, Republic of Kazakhstan

[3]North Dakota State University, North Dakota, USA

[4]A.B. Bekturov Institute of Chemical Sciences, Almaty, Republic of Kazakhstan

e-mail:nurlybek.amangeldiev@gmail.com, ffmarat@gmail.com

Inthispaper, the utilization of sulfuric acid and caprolactam production wastes for the production of sulfur concrete isproposed. As research objects were taken the granulated technical grade sulfur, sulfuric sludge (sulfuric acid production waste) and POD oil (product of oxidation and dehydrogenation, caprolactam production waste). As result of this research the sulfur concrete samples were obtained. In addition, the results of compressive strength test of produced samples are presented. It is shown that the samples depending on their composition demonstrated compressive strength in the range of 150–239 kgf/cm^2, which corresponds to M150–M250 grade concretes according to GOST (Russian State Norms).

Keywords: *polymeric sulfur, sulfur modifiers, sulfuric sludge, POD oil (product of oxidation and dehydrogenation), sulfur concrete.*

Бұл жұмыста күкірт қышқылы мен капролактам өндірісінің кейбір қалдықтарын күкіртбетон өндіруде қолдану, яғни, қалдықтарды қайта өңдеу ұсынылады. Зерттеу нысаны ретінде түйіршіктелген техникалық күкірт, күкірт шламы (күкірт қышқылы өндірісінің қалдығы) және ПОД майы (капролактам өндірісінің қалдығы) алынды. Жұмыс барысында күкіртбетон сынамалары алынды. Жұмыста күкіртбетон сынамаларының сығылу беріктігін анықтау нәтижелері көрсетілген. Зерттелген сынамалар құрамына байланысты 150–239 кгс/см^{2}аралығындасығылу беріктігін көрсетті және бұл тиісінше М150–М250 бетон маркаларына сәйкес келеді.

Тірек сөздер*: күкірт, полимер модификаторлар күкірт, күкірт бар қалдықтар мұнай (тотығу және сутексіздендіру өнімдер) бойынша, күкірт-бетон.*

В данной работе для получения серобетона предложено использование некоторых отходов сернокислотного и капролактамного производств с целью утилизации этих отходов. Объектом исследований являлись гранулированная техническая сера, серный кек (отход сернокислотного производства) и масло ПОД (отход производства капролактама). В ходе работы получены образцы серных бетонов. Представлены результаты испытания полученных образцов серных бетонов на определение прочности при сжатии. Показано, что образцы, в зависимости от состава, имеют прочностные показатели при сжатии 150–239 кгс/см^2, что соответствует бетонам марки М150–М250.

Ключевые слова*: полимерная сера, модификаторы серы, серосодержащие отходы, масло ПОД (продукты окисления и дегидрирования), серобетон.*

Currently, Kazakhstan is one of the world's major producers and exporters of sulfur. The use of sulfur as a valuable raw material for the production of a variety of import-substituting goods and products is very relevant and promising for the economy of Kazakhstan. One of these important areas is the use of sulfur to produce sulfur concrete products thathave a number of advantages over conventional concrete.

The advantages of sulfur concrete are increased corrosion resistance, quick designed strength gain rate, water resistance, frost resistance, durability and low thermal conductivity. It is worth to note the quick strength gain rate of sulfur concrete, which makes it irreplaceable when used in concrete repair and in emergency situations where it is required to reconstruct the damaged areas of concreteas soon as possible.Such characteristicsof sulfur concrete as a water resistance and increased corrosion resistance make them suitable to use in aggressive environments with high humidity, such as industrial drain effluents, sewer and drainage pipes, floor slabs of chemical plants, containers for radioactive and chemical wastes or underwater structures [1-4].

Sulfur concrete production is waste-free, since the unused remains of hardened concrete mass and defective concrete parts can be recycledby returning to the beginning of the production line.

Pure elemental sulfur has drawbacks when used as a sulfur concrete component, such as increased brittleness and increased temperature dependence of the structure. From molten sulfur it is possible to obtain several allotropic modifications, both crystalline and polymeric, by regulating the temperature conditions and the duration of process. Polymeric sulfur is insoluble in many organic solvents, it has much lower internal strains during the transition from liquid to solid state and in the molten stateit has a high adhesion to the sulfur concrete components. The disadvantage is the instability of the structure, and eventually polymeric sulfur reverts to its crystalline modification with formation of cyclic molecules. Introductionofmodifiersto change the physical and chemical properties of sulfur may eliminate these drawbacksand stabilizepolymeric structure.In this paper we demonstrate the possibility of using wastes of sulfuric acid and caprolactam production as fillers and modifiers in the production of sulfur concrete [2, 5–11].

Considering that among the mineral acids, produced by chemical industry, sulfuric acid in terms of production and consumption holds one of the leading places, we can assume that each year a large amount of waste is generated. Sulphuricsludge is a light gray solid lump waste, which is formed during melting and filtration of sulfur at the production of sulfuric acid.Sulphuricsludge contains more than 50 % of elemental sulfur and processing it into sulfur concrete can solve not only the problem of disposal but also develop a profit from the sales. Additionally, sulfuricsludge is composed of silicon oxide (31 %) and iron sulfate (9 %), and other inorganic compounds, which do not adversely affect the performance of sulfur concrete [12].

One more important manufacturing is production of caprolactam, where the product is used in synthesis of polyamide polymers and fibers.Produced according to CS 05761637-002-2008, POD oil is a by-product of caprolactam production. The dark brown liquid with a specific odor is mainly composed of a mixture of cyclohexylcaproate (18,5 %), di- and tricyclohexanone (59 %) and its polycondensation products, where their physico-chemical properties are well suitedas a sulfur concrete modifier.

Sulfur concrete samples preparation

For the sulfur concrete samples preparation the sulfuric sludge and POD oil from Russian JSC “SDS Azot” are used, with the contents shown below (Tables 1, 2).

Table 1 – Sulfuric sludge composition by JSC “SDS Azot”

Compound	Mass fraction, %
S	56,34
SiO_2	31,23
$FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$	8,88
MgO	1,5
Al_2O_3	1,08
CaO	0,61
H_2O	0,36

Table 2 – POD oil composition by JSC “SDS Azot”

Compound	Mass fraction, %
Trianone (2,6,1-dicyclohexenyl-cyclohexanone + 2-cyclohexylidene-6-(cyclohexene-1-yl)-cyclohexanone)	29,656
Dianone (cyclohexenyl-cyclohexanone + 2-cyclohexenyl-dicyclohexanone)	28,946
Cyclohexylcaproate	18,462
Cyclohexyl propionate	8,437
Cyclohexanol	4,82
Cyclohexyl butyrate	3,460
Sodium phenolate	2,295
Cyclohexyl acetate	1,408
Butyl cyclohexyl ether	1,347
Cyclohexanone	0,556
Amylalcohol+ butylalcohol + isoamylalcohol + cyclohexene	0,508
Sodium hydroxide	0,105

Since the samples have varying composition, avariety of corresponding methods/conditions were used for their preparation. The following is the general procedure used for the preparation of samples of sulfur concrete. Components were weighed in a ratio indicated in Table 3. Sulphuricsludge was milled in a metallicmortar to a powder state and placed in a heat-resistant beaker with melted sulfur in it. The beaker was placed ona heater to achieve the desired process temperature. Upon fully melting the mixture under constant stirring the POD oil, sand and sulfur (depending on the desired composition of the sample) were added. Upon reaching the desired process temperature stirring took place in a periodic mode. The process continued for 1–2 hours at

160–185 °C. After completing the process, the resulting mixture was cast into the prepared metal mold and placed in a bowl with cold running water for quick cooling. The sample was rapidly gaining a strength and after 30 min of cooling was ready to be removed from the mold.

Table 3 – Composition and characteristics of prepared sulfur concrete samples

Sample №	Composition, mass frac., %	Characteristics
1	Sulfur – 20,00 % Sulfuric sludge – 55,00 % Sand – 25,00 %	Consistency of the mixture – viscous; the mixture was poured into a mold at a temperature of 165–170 °C. The sample after being cooled had a uniform gray color.
2	Sulfur – 20,00 % Sulfuric sludge – 55,00 % Sand – 24,00% POD oil – 1,00%	Consistency of the mixture – viscous; the mixture was poured into a mold at a temperature of 165-170 °C. The sample after being cooled had a uniform dark gray color.
3	Sulfur– 15,00 % Sulfuric sludge – 60,00 % Sand– 25,00 %	Consistency of the mixture as compared to previous samples (№1, 2) – thicker; the mixture was poured into a mold at a temperature of 165-170°C. The sample after being cooled had a uniform gray color.
4	Sulfur – 15,00 % Sulfuric sludge – 60,65% Sand – 24,00 % POD oil – 0,35 %	Consistency of the mixture as compared to previous samples (№1, 2) – thicker; the mixture was poured into a mold at a temperature of 165–170 °C. The sample after being cooled had a uniform dark gray color.
5	Sulfur – 35,00 % Sand – 65,00 %	Consistency of the mixture – viscous; mixture was poured into a mold at a temperature of 165–170 °C. The sample after being cooled had a uniform dark yellow color.
6	Sulfur – 35,00 % Sand – 64,00 % POD oil – 1,00 %	Consistency of the mixture – viscous; mixture was poured into a mold at a temperature of 165–170 °C. The sample after being cooled had a light brown color and a little odor of the POD oil.
7	Sulfur – 35,00 % Sand – 62,50 % POD oil – 2,50 %	Consistency of the mixture – viscous; mixture was poured into a mold at a temperature of 165–170 °C. The sample after being cooled had a brown color and a moderate odor of the POD oil.
8	Sulfur– 35,00 % Sand – 60,00 % POD oil – 5,00 %	Consistency of the mixture – viscous; mixture was poured into a mold at a temperature of 165–170 °C. The sample after being cooled had a dark brown color and a pungent odor of the POD oil.

Compressive strengthtest of the sulfur concrete samples

Prepared samples were testedfor compressive strength by using MS-500hydraulic press.Thesampleshad a cubic shape with equal side dimensions. The results are shown in Table 4.

Thus, the sulfur concrete samples were obtained, with use ofsulfuricsludge and POD oil as a filler and modifier, respectively. Replacing most of the sulfur bysulfuricsludge helps reduce the cost of the resulting sulfur concrete products and promotes utilization of sulfuric acid wastes. However, complete replacement of the sulfur to the sulfuricsludge increases the viscosity of molten sulfur concrete mixture, which may cause inconvenience during concreting. With this assumption, it has been decidedto add 15–35 % sulfur by weight to the concrete mixture, thereby increasing the fluidity of resulting mixture.The compressive strength test demonstrated various results. High compressive strength was shown by sample №2 – 239 kgf/cm^2, which corresponds to the strength of M250 grade concrete. Samples №1 and №6 correspond to M200 grade concrete by value of compressive strength.

Table 4 – Results of testing the sulfur concrete samples on compressive strength

Sample №	Composition, mass frac., %	Compressive strength, kgf/cm^2	Closest corresponding concrete grade
1	Sulfur – 20,00 % Sulfuric sludge– 55,00 % Sand – 25,00 %	200	M200
2	Sulfur – 20,00 % Sulfuric sludge – 55,00 % Sand – 24,00 % POD oil – 1,00 %	239	M250
3	Sulfur – 15,00 % Sulfuric sludge – 60,00 % Sand – 25,00 %	115	M150
4	Sulfur – 15,00 % Sulfuric sludge – 60,65 % Sand – 24,00 % POD oil – 0,35 %	163	M150
5	Sulfur – 35,00 % Sand– 65,00 %	142	M150
6	Sulfur – 35,00 % Sand – 64,00 % POD oil – 1,00 %	215	M200
7	Sulfur – 35,00 % Sand- 62,50 % POD oil - 2,50 %	118	M150
8	Sulfur – 35,00 % Sand – 60,00 % POD oil – 5,00 %	167	M150

Concrete of such grades can be used for the manufacture of concrete pavings, square platforms, slabs for flooring, drainage trays and other concrete products utilized inconstructionof various industry facilities.Introduction of POD oil (0,35 %–1,00 %) as a modifier significantly improved strength characteristics of concrete samples, as during cooling and recrystallization of sulfur the modifier reduces structural stress, thereby reducing the brittleness of the obtained sample. However, increase of POD oil content to 2,50–5,00 % by weight leads to decreaseof the compressive strength in samples №7 and №8, due to an increase in viscosity and the ductility of samples. During the continued compression test of these samples there was no visible signs of sudden rupture shown, while they were compressed and deformed by 5,00–10,00 % of their original height.

The research was performed as part of the grant 6908 G4 MESRK "Deep processing of technogenic raw materials of oil and gas industry – elemental sulfur into innovative products for road and construction industry".

References:

1. Volgushev A.N. The sulfur binder and compositions on its basis // Beton i zhelezobeton. – M.– 1997. – №5. – P. 46 – 48.
2. Volgushev A.P., Shesterkina N.F., Efimov V.A. Production and use of sulfur concrete // Overview – M. – 1991. – 51 p.
3. Орловский Ю.И. Серные бетоны и цементные бетоны, модифицированные серой // Ужгород: ПГШ «Патент». – 1998. – М. – 48 р.
4. Orlovsky Y.I. Sulfur concrete and cement concrete modified gray // Uzhgorod: "Patent". – 1998. – M. – 48 p.
5. Orlovsky YI, Trush LE, Yuryeva E.V. Investigation of the properties of the modified sulfur binders // Izvestiya Vuzov "Construction and architecture". – 1985. – №4. – S. 66–69.
6. Burdo A. Best Foreign asphalt // Avtomobilnye dorogy. – 1997. – №3. – P. 60.
7. Verenko V.A., Lytov S.I. Features of the deformation behavior of asphalt and tarmacadam with the addition of sulfur // In Book: Road transport and roads. 1984. – Vol. 10. – P. 111–115.
8. Efimov V.A., Volgushev A.N. Selection of compounds of sulfur concrete // Building materials. – 1991. – №19. –C. 28 – 29.
9. Mandziy V.P. Technology development and study of the properties of concrete products impregnated with molten sulfur / Authoref. Dis. cand. tehn. sciences. – M. – 1983. – 22 p.
10. Matsarin I.A. Serokompozit – high strength corrosion resistant building material on the basis of sulfur and industrial waste / Matsarin I.A. – (IL / MoldNIINTI; №37 – 43)
11. Nikitin A.E. Sulphur concretes based on sulfur–containing industrial waste / Authoref. Dis. cand. tehn. sciences. – M. – 1989.– 23 p.
12. Orlovsky Y.I., Margall I.V., Semchenkov A.S., Zapisotsky P.V. Fatigue strength of the sulfur concrete // Beton i zhelezobeton– 1998. – №2. – C. 6–9.

Поступила 1 марта 2016 г.

УДК 541.128:678.744

НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЕ ГИДРИРОВАНИЕ АЦЕТИЛЕНОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПОЛИСАХАРИД-СОДЕРЖАЩИХ ПАЛЛАДИЕВЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Жармагамбетова А.К.[1], Талгатов Э.Т.[1], Дарменбаева А.С.[2], Комашко Л.В.[1]

[1]АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского», Алматы, Республика Казахстан

[2]Таразский государственный университет им. М. Х. Дулати, Тараз, Республика Казахстан

e-mail: zhalima@mail.ru, eldar-talgatov@mail.ru, maral88@mail.ru

Были синтезированы палладий-содержащие катализаторы, закрепленные на поверхность полимер-модифицированного оксида цинка. В качестве полимеров использованы природные полисахариды – пектин (ПК) и геллан (Гел). Для сравнения была приготовлена каталитическая система без полимера. Полученные 0,1–1,0 % полисахарид-стабилизированные палладиевые катализаторы были исследованы в процессе гидрирования ацетиленовых соединений в мягких условиях. Разработанные системы показали высокую активность, селективность и стабильность в реакции гидрирования ацетиленовых соединений в олефиновые производные.

***Ключевые слова**: нанесенные катализаторы, гидрирование, ацетиленовые соединения, полисахариды, каталитические свойства.*

Цинк оксидінің полимер-модифицирленген бетіне орнатылған палладий-құрамдас катализаторлар дайындалды. Полимер ретінде табиғи полисахаридтер – пектин (ПК) және геллан (Гел) қолданылды. Салыстыру үшін полимерсіз каталитикалық жүйе дайындалды. Алынған 0,1–1,0 % полимер-тұрақтанған палладий катализаторлары жұмсақ жағдайда ацетиленді қосылыстарды гидрлеу процесінде зерттелді. Дайындалған полимер-модифицирленген катализаторлар ацетиленді қосылыстарды гидрлеу реакциясында жоғары белсенділік, селективтілік және тұрақтылық көрсетті.

***Тірек сөздер**: отырғызылған катализаторлар, гидрлеу, ацетиленді қосылыстар, полисахаридтер, каталитикалық қасиет.*

Palladium catalysts (0,1–1,0 % Pd) fixed on the polymer-modified ZnO has been synthesized. Natural polysaccharides - pectin (PC) and gellan (Gel) were used as polymer modifiers. The prepared 0,1–1,0 % catalysts were tested in the hydrogenation of acetylenic compounds to olefinic derivatives under mild conditions. Similar catalyst without polymers has been prepared for comparison. The developed polysaccharide-modified catalysts showed higher activity, selectivity and stability in the process than the Pd/ZnO system.

***Keywords:** supported catalysts, hydrogenation, acetylenic compounds, polysaccharides, catalytic properties.*

Введение. В последнее десятилетие значительно возрос интерес к использованию полисахаридных комплексов с ионами переходных металлов в качестве катализаторов. Это связано с тем, что полисахариды, как возобновляемый ресурс, являются перспективной

альтернативой синтетическим полимерам. Не менее важными их достоинствами по сравнению с большинством синтетических полимеров является не токсичность и способность к биоразложению. Исследование природных полисахаридов представляет большой интерес благодаря их широкой распространённости в природе, биологической активности и низкой токсичности. Одно из ценных свойств этих соединений (способность к комплексообразованию) позволяет широко применять их в конструировании металлокомплексных каталитических систем. Согласно литературным данным в качестве катализаторов гидрирования использовались полисахаридные комплексы палладия [1–6], а для окисления – кобальта, меди и железа [7–11]. Как правило, такие катализаторы являются гомогенными системами. Отмечены единичные исследования по созданию полисахарид-содержащих катализаторов, закрепленных на неорганических носителях. Наличие функциональных групп в структуре полисахаридов способствует прочному закреплению частиц активной фазы переходных металлов на модифицированном носителе за счет формирования химических связей с образованием комплексных соединений. Такие катализаторы сочетают преимущества как гомогенных (высокая активность, селективность, мягкие условия проведения процесса), так и гетерогенных (высокая стабильность, простота отделения катализатора от продуктов реакции) систем.

В настоящей работе исследованы каталитические свойства пектин- и геллан-содержащих палладиевых катализаторов, нанесенных на оксид цинка в низкотемпературном гидрировании ацетиленовых углеводородов.

Экспериментальная часть. Фенилацетилен марки «хч» очищали путем перегонки, чистоту проверяли хроматографически. Этанол (хч), 3,7,11,15-тетраметил-1-гесадецин-3-ол (96 %, Sigma-Aldrich), 9- и 11-гексадецин-1-олы (98 %, Alfa Aesar), $PdCl_2$ (59–60 % Pd, Sigma-Aldrich), HCl (хч, ρ=1,19 г/см^3) пектин (ПК, Mw=15000, содержание уронидных компонентов – 90,3 %, степень этерификации – 23,7 %) и геллан (Гел, продукт аэробной ферментации биомассы, провоцируемой бактерией *Sphingomonas elodea*, Zhejiang DSM Zhongken Biotechnology Co., Ltd.) использовали без дополнительной очистки. В качестве неорганического носителя использовали оксид цинка (хч).

Получение 1 % Pd/ZnO катализатора

В суспензию оксида цинка (1г) в воде (5 мл) при постоянном перемешивании в течение 2 часов прикапыванием добавлялось 5 мл 0,02 М раствора K_2PdCl_4. Полученный катализатор выдерживался в маточном растворе в течение 12–15 часов, после чего промывался водой и сушится на воздухе. Полнота закрепления палладия контролировалась методом ФЭК по разнице концентрации ионов палладия в маточном растворе до и после сорбции ионов металла.

Получение 0,1–1,0 % Pd-полисахарид/ZnO катализаторов

В суспензию оксида цинка (1г) в воде (5 мл) при постоянном перемешивании в течение 2 часов прикапыванием добавляли 5 мл раствора полимера, а затем в течение 3 часов 5 мл раствора K_2PdCl_4. Полученный катализатор выдерживался в маточном растворе в течение 12-15 часов, после чего промывался водой и сушился на воздухе. Полнота закрепления палладия контролировалась методом ФЭК по разнице концентрации ионов палладия в маточном растворе до и после сорбции ионов металла.

Концентрации растворов K_2PdCl_4 и полисахаридов брались из расчета получения 0.1-1.0% Pd катализаторов с соотношением Pd:полисахарид = 1:1.

Гидрирование фенилацетилена и ацетиленовых спиртов. Гидрирование проводили в непроточном термостатированном стеклянном реакторе в среде этилового спирта (20 мл) при атмосферном давлении водорода и температуре 40°С в условиях интенсивного перемешивания (600–700 качаний в минуту). Навеска катализатора составляла 0,01–0,05 г. Катализатор предварительно подвергали 30-минутной обработке водородом непосредственно в реакторе при интенсивном перемешивании, а затем в реактор вводили субстрат. Концентрация субстрата составляла 0,09 моль/л. Скорость реакции рассчитывали по поглощению водорода в единицу времени. Селективность катализатора оценивали,как долю целевого продукта среди всех продуктов реакции при заданной степени превращения. В параллельных опытах расхождение не превышало 5 %.

Результаты и обсуждение. Разработанный пектин-содержащий катализатор проявляет достаточно высокую активность в реакции гидрирования фенилацетилена. Так, в одинаковых условиях максимальная скорость реакции на полимер-модифицированном катализаторе в 2 раза выше, чем на аналогичной системе, не содержащей полисахарид в своем составе (рисунок 1).

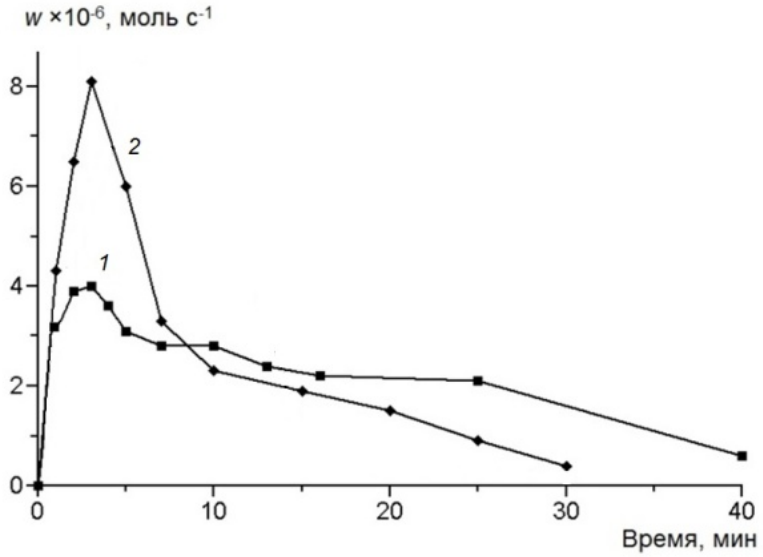


Рисунок 1 – Скорость гидрирования фенилацетилена в присутствии 1 % Pd/ZnO (*1*) и 1 % Pd-ПК/ZnO (*2*). Навеска катализатора 0.01 г, температура 40 °С, давление H_2 0,1 МПа, растворитель – этиловый спирт, исходное количество фенилацетилена 2,23 ммоль

Скорость реакции гидрирования фенилацетилена в присутствии обоих катализаторов резко увеличивается в начальные минуты реакции, а затем, достигая максимального значения, постепенно падает в присутствии 1% Pd/ZnO системы (рисунок 1, кривая *1*), а в случае пектин-содержащего катализатора наблюдается резкое снижение скорости (рисунок 1, кривая *2*).

По данным хроматографического анализа проб, снятых в процессе гидрирования, в начальный период времени на обоих катализаторах происходит накопление стирола, который затем восстанавливается до этилбензола (рисунок 2). Максимальный выход олефина в присутствии 1 % Pd/ZnO наблюдается на 16 минуте (65,7 %), при этом содержание этилбензола достигает 28 % (рисунок 2,а). В продуктах реакции к этому моменту времени

сохраняется большое количество не прореагировавшего фенилацетилена. Полученные результаты свидетельствуют об одновременном восстановлении тройной связи исходного соединения и двойной связи образующегося стирола.

а)

б)

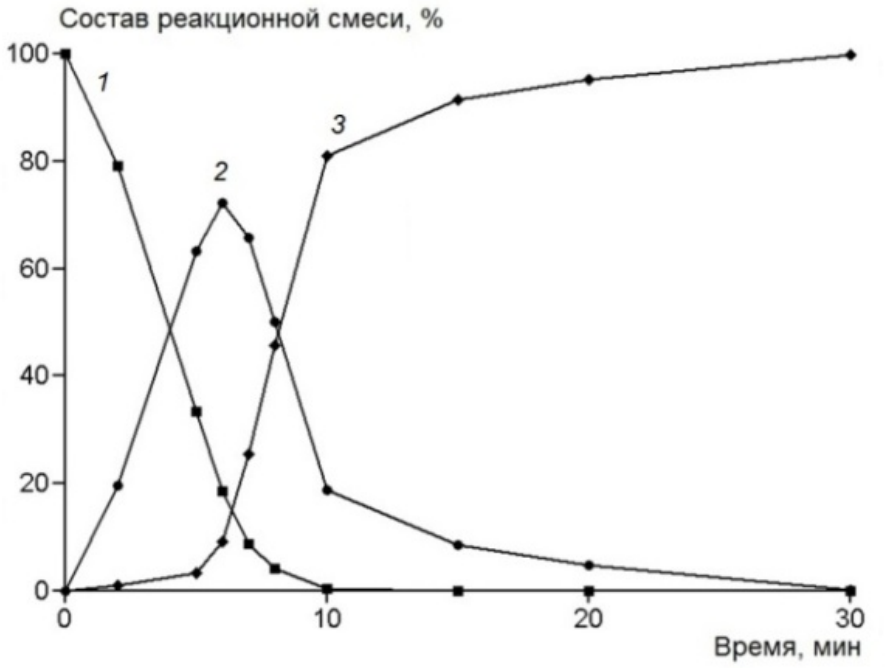


Рисунок 2 – Изменение состава реакционной смеси в ходе гидрирования фенилацетилена в присутствии 1 % Pd/ZnO (а) и 1 % Pd-ПК/ZnO (б): *1* – фенилацетилен, *2* – стирол, *3* – этилбензол. Навеска катализатора 0.01 г, температура 40 °С, давление H_2 0.1 МПа, растворитель – этиловый спирт, исходное количество фенилацетилена 2,23 ммоль

Несколько иная картина наблюдается при проведении процесса в присутствии пектин-модифицированного катализатора, на котором в первые три минуты происходит резкое снижение содержания фенилацетилена и увеличение концентрации стирола в реакционной среде. Накопление предельного этилбензола начинается только после почти полного исчезновения ацетиленового углеводорода в катализате (рисунок 2,б), т.е. процесс осуществляется последовательно. Максимальное содержание стирола в смеси достигается на 7 минуте и составляет 74,5 %.

Селективность по стиролу на 1 % Pd/ZnO катализаторе составляет 70,1 %. Большую избирательность (86,7 %) показал полимер-модифицированная система (таблица 1), стабильность последнего почти в 2 раза выше, чем катализатора, приготовленного без обработки пектином (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты гидрирования фенилацетилена (2,23 ммоль) на однопроцентных палладиевых катализаторах (0,01 г) в этаноле (25 мл) при 40 °С и 0,1МПа

Катализаторы	Скорость реакции ($W\times10^{-6}$, моль/с)	Селективность по стиролу, %	TON
1 % Pd/ZnO	4,0	70,1	6500
1 % Pd-ПК/ZnO	8,1	86,7	11000

Таким образом, введение пектина в каталитическую систему способствует значительному повышению активности, селективности и стабильности палладий-цинкового катализатора в реакции гидрирования фенилацетилена.

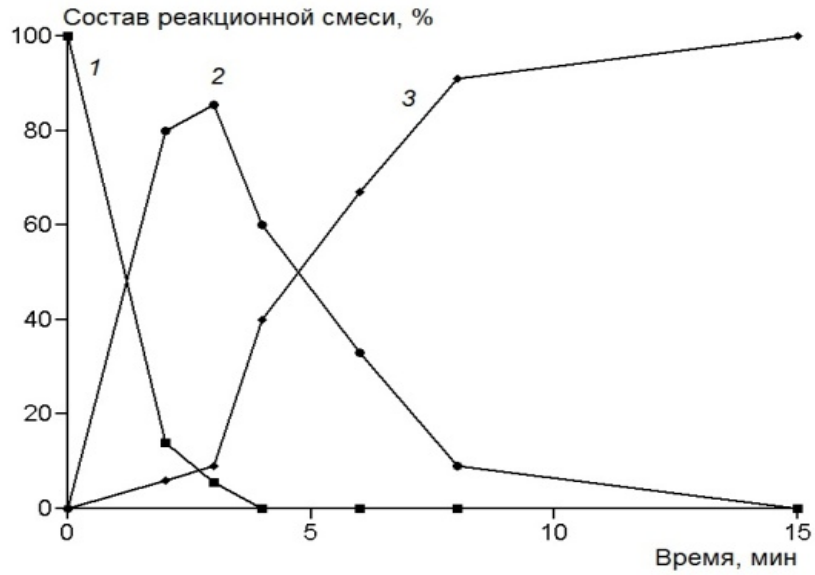
Проявивший высокую активность 1 % Pd-ПК/ZnO катализатор был исследован в процессе гидрогенизации сложных ацетиленовых спиртов, олефиновые производные которых используются в качестве биологически активных веществ в тонком органическом синтезе. Было установлено, что 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ол-3 (C_{20}-инол) восстанавливается на вышеуказанном катализаторе с высокими скоростями (таблица 2). Однако селективность процесса по олефиновому спирту достаточно низкая (49,9 %), то есть образовавшийся 3,7,11,15-тетраметилгексадецен-1-ол-3 (C_{20}-енол) без десорбции в реакционную среду восстанавливается до алканола (C_{20}-анол).

Таблица 2 – Гидрирование C_{20} ацетиленового спирта (2,23 ммоль) в присутствии Pd-ПК/ZnO катализаторов (0,05 г) с разным содержанием палладия в этаноле (25мл) при 40 °С и Р-1атм

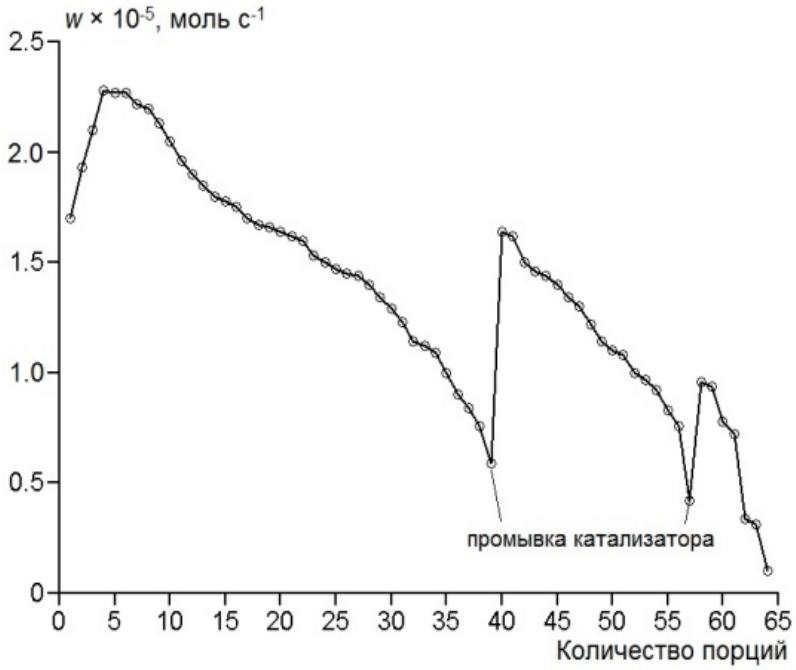
% Pd	Скорость реакции ($w\times10^{-5}$, моль/с)	Селективность по C_{20}-енолу, %	TON
1,0	3,7	49,9	10000
0,5	1,7	85,4	33000
0,3	0,4	72,3	550
0,1	0,2	66,1	–

Уменьшение содержания металла в катализаторах с 1,0 до 0,1 % приводит к значительному снижению скорости реакции, но селективность процесса проходит через максимум, приходящийся на систему, содержащую 0,5 % металла (таблица 2). Было показано, что за 4 минуты на данном катализаторе весь ацетиленовый спирт восстанавливается до олефинового (рисунок 3, а), содержание предельного спирта к моменту максимального образования алкенола не превышает 8–9 %.

а)



б)



Навеска катализатора 0,05 г, температура 40 °С, давление H_2 0,1 МПа, растворитель – этиловый спирт, исходное количество C_{20}-инола 2.23 ммоль.

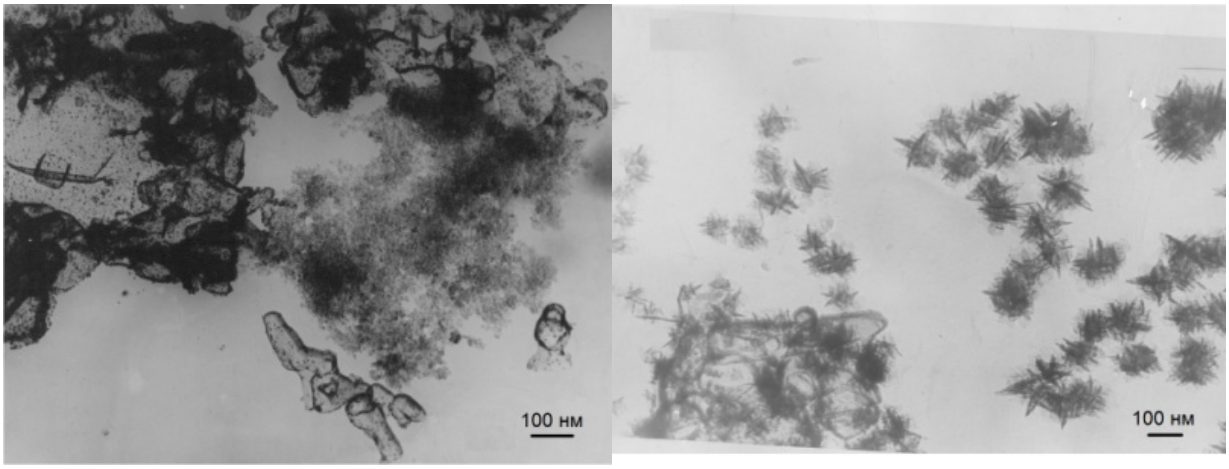
Рисунок 3 – Гидрирование C_{20}- ацетиленового спирта в присутствии 0,5 % Pd-ПК/ZnO: *а* - диаграмма состава реакционной смеси (1 – C_{20}-инол, 2 – C_{20}-енол, 3 – C_{20}-анол); б – гидрирование последовательных порций

Данный катализатор показал и наивысшую стабильность при гидрировании последовательных порций C_{20}-инола (рисунок 3, б)

После гидрирования 39 и 56 порций ацетиленового спирта катализатор извлекался из реакционной среды, обрабатывался водой и спиртом, а затем вновь использовался в процессе гидрогенизации. Скорость реакции после промывки резко возрастала. Окончательно катализатор терял активность при введении 64-ей порции алкинола (рисунок 3,б). Таким образом, на 0.05 г 0,5 % Pd-ПК/ZnO гидрируется 140,49 ммоль 3,7,11,15-тетраметилгексадецин-1-ола-3

О дезактивации катализатора свидетельствуют данные просвечивающей электронной микроскопии. Так, в исходном катализаторе палладий в виде частиц с размерами 1–2нм находится в объемной полимерной матрице, которая покрывает поверхность оксида цинка (рисунок 4,а).

В отработанном катализаторе получены новые структуры, которые при более детальном рассмотрении представляют собой определенным образом скрученные полимерные пленки с встроенными частицами металла, часть из которых находится вне поверхности носителя (рисунок 4,б). Таким образом, причиной дезактивации катализатора является вымывание полимер-металлической фазы с поверхности оксида цинка.



а) б)

Рисунок 4 – Микрофотографии (ПЭМ) 0,5 % Pd–ПК/ZnO катализатора: а – исходный; б – отработанный (после гидрирования 64 порции C_{20}-инола)

Влияние содержания палладия на активность, селективность и стабильность каталитических систем, модифицированных пектином, исследовалось также в стереоселективном гидрировании гексадецинолов, используемых для получения полупродуктов феромонов вредных насекомых (таблица 3).

Установлено, что гидрирование 11-гексадецин-1-ола на 0,3 и 0,5 % палладиевых катализаторах протекает практически с одинаковыми скоростями ($0,72–0,75\times10^{-5}$ моль/с). Аналогичная зависимость получена и при гидрировании 9-гексадецин-1-ола, который восстанавливается с более высокими скоростями. Стабильность (TON) превращения обоих спиртов на 0,5% Pd-ПК/ZnO достигает 6700–7200 (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты гидрирования гексадецинолов на Pd-ПК/ZnO катализаторах с разным содержанием металла. Катализатор – 0,05г; растворитель этанол (25мл); Т – 40 °С; Р – 1атм

Pd, %	Скорость реакции ($w \times 10^{-5}$, моль/с)	Селективность по цис-олефину, %	TON
11-гексадецин-1-ол			
0,1	0,49	100	–
0,3	0,72	100	4400
0,5	0,75	100	7200
9-гексадецин-1-ол			
0,1	1,21	100	–
0,3	3,14	100	–
0,5	6,75	100	6700

Процесс на всех системах осуществляется со 100 %-ным превращением ацетиленовых спиртов в цис-олефиновые, что было подтверждено данными хромато-масс-спектрометрии (рисунок 5).

В качестве полисахаридной составляющей полимер-содержащих палладиевых катализаторов был исследован также геллан (Гел), который характеризуется четырьмя сахарозными группами в мономере. В присутствии 0,5 % Pd-Гел/ZnO системы через 10 минут процесс резко замедляется после количественного превращения C_{20}-инола в алкенол. Селективность достигает 96 % (рисунок 6).

На 0,5 % Pd-Гел/ZnO, в отличие от катализатора, модифицированного ПК, скорость гидрирования 9-гексадецин-1-ола, как и 11-гексадецин-1-ола небольшая (таблица 4), при сохранении 100%-ной селективности по цис-олефиновому спирту и достаточно высокой стабильности, что, вероятно, связано со стерическим эффектом введения более объемных гелановых лигандов в состав каталитической системы.

Таблица 4 – Результаты гидрирования гексадецинолов на 0,5 % Pd-Гел/ZnO катализаторе. Катализатор – 0,05г; растворитель этанол (25мл); Т – 40 °С; Р–1атм

Субстрат	Скорость реакции ($w \times 10^{-5}$, моль/с)	Селективность по цис-олефину, %	TON
11-гексадецин-1-ол	0,70	100	7500
9-гексадецин-1-ол	0,85	100	6900

Таким образом, было показано, что в гидрировании ацетиленовых спиртов сложного строения оптимальными каталитическими системами являются полисахарид модифицированные катализаторы с содержанием палладия 0,5 %.

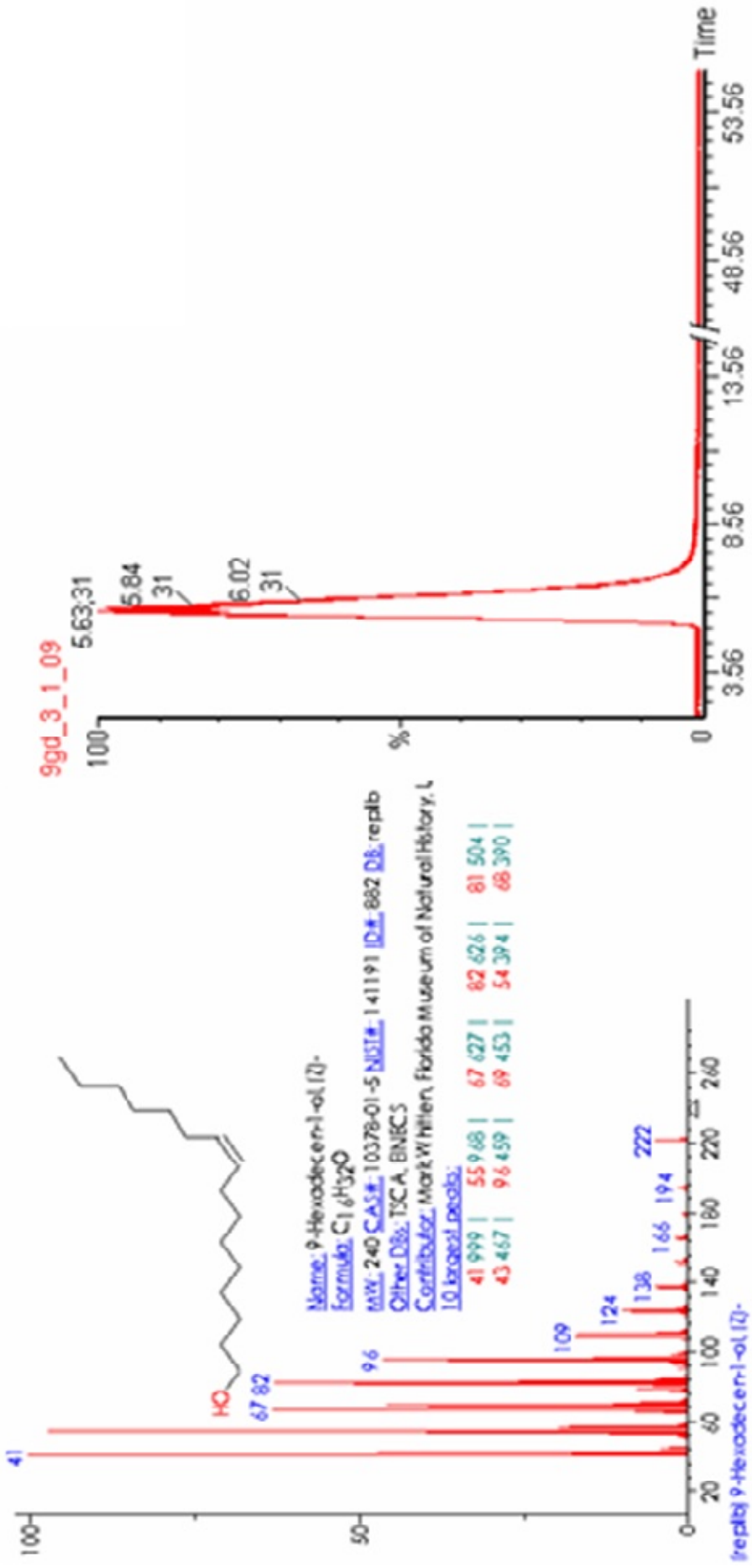


Рисунок 5 – Масс-спектр и хроматограмма катализата гидрирования 9-гексадецин-1-ола

Рисунок 6 – Диаграмма состава реакционной смеси гидрирования C_{20} в присутствии 0.5%Pd-Гел/ZnO катализатора: *1* –C_{20}-инол, *2* – C_{20}-енол, *3* – C_{20}-анол. Навеска катализатора 0.05 г, температура 40 °С, давление H_2 0.1 МПа, растворитель – этиловый спирт, исходное количество C_{20}-инола 2,23 ммоль

Заключение. На основании проведенных исследований был предложен простой способ получения нанесенных полисахарид-стабилизированных катализаторов путем последовательного нанесения полимера и ионов палладия из водных растворов на оксид цинка при комнатной температуре.

С помощью просвечивающей электронной микроскопии было подтверждено успешное закрепление полимера и палладия на неорганический носитель. Модифицирование нанесенного палладиевого катализатора полисахаридами приводит к значительному улучшению их свойств, что связано со стабилизирующей функцией макромолекул, их способностью к формированию наночастиц активной фазы, достаточно равномерно распределенной на поверхности оксида цинка. Кроме того, наличие подвижных фрагментов полимерных цепей предотвращает агломерацию частиц палладия. Разработанные полисахарид-модифицированные катализаторы показали высокую активность, селективность и стабильность в реакции гидрирования ацетиленовых соединений в мягких условиях (атмосферном давлении водорода и температурах, не превышающих 40 ^oC). Не токсичность, высокая избирательность позволяет использовать такие системы в тонком органическом синтезе. Так, в гидрировании 9- и 11-гексадецин-1-олов, показана 100 % стереоселективность по цис-олефиновым спиртам, которые находят применение в качестве биологически активных веществ, включая важные для сельского хозяйства феромоны насекомых, применяемые для прогнозирования развития насекомых-вредителей и снижения количества обработок полей токсичными пестицидами. Отметим, что полученные результаты могут также иметь значение в нефтехимии – удалении примесей ацетиленового типа при синтезе мономеров винильного типа из нефтяного сырья, (например, ацетиленовых соединений из этилена, пропилена и др., ингибирующих их каталитическую полимеризацию).

Литература:

1. Paganelli S., Piccolo O., Baldi F., Tassini R., Gallo M., La Sorella G. Aqueous biphasic hydrogenations catalyzed by new biogenerated Pd-polysaccharide species // Applied Catalysis A: General. – 2013. – Vol. 451. – P. 144–152.

2. Raspolli Galletti A.-M., Antonetti C., Bertoldo M., Piccinelli F. Chitosan as biosupport for the MW-assisted synthesis of palladium catalysts and their use in the hydrogenation of ethyl cinnamate // Applied Catalysis A: General. – 2013. – Vol. 468. – P. 95–111.

3. Bennett J.A., Creamer N.J., Deplanche K., Macaskie L.E., Shannon I.J., Wood J. Palladium supported on bacterial biomass as a novel heterogeneous catalyst: A comparison of Pd/Al_2O_3 and bio-Pd in the hydrogenation of 2-pentyne // Chemical Engineering Science. – 2010. – Vol. 65. – P. 282–290.

4. Jouannin C., Dez I., Gaumont A.-C., Taulemesse J.-M., Vincent T., Guibal E. Palladium supported on alginate/ionic liquid highly porous monoliths: Application to 4-nitroaniline hydrogenation // Applied Catalysis B: Environmental. – 2011. – Vol. 103. – P. 444–452.

5. Jouannin C., Vincent C., Dez I., Gaumont A.-C., Vincent T., Guibal E. Study of Alginate-Supported Ionic Liquid and Pd Catalysts // Nanomaterials. – 2012. – № 2. – P. 31–53.

6. Finashina E.D., Isaeva V.I., Kustov L.M., Gulyukina N.S., Bondarenko G.N., Beletskaya I.P. Catalytic Synthesis of 1-Arylethylphosphonates by the Hydrogenation of Unsaturated Precursors in the Presents of Chitosan-Based Palladium Catalysts // Russian Journal of Organic Chemistry. – 2006. – Vol. 42. – № 7. – P. 990–995.

7. Sorokin A.B., Quignard F., Valentin R., Mangematin S. Chitosan supported phthalocyanine complexes: Bifunctional catalysts with basic and oxidation active sites // Applied Catalysis A: General. – 2006. – Vol. 309. – P. 162–168.

8. Cai X., Wang H., Zhang Q., Tong J., Lei Z. Magnetically recyclable core–shell Fe_3O_4@chitosan-Schiff base complexes as efficient catalysts for aerobic oxidation of cyclohexene under mild conditions // Journal of Molecular Catalysis A: Chemical. – 2014. – Vol. 383– 384. – P. 217– 224.

9. Baldi F., Marchetto D., Paganelli S., Piccolo O. Bio-generated metal binding polysaccharides as catalysts for synthetic applications and organic pollutant transformations // New Biotechnology. – 2011. – Vol. 29. – P. 75–78.

10. Antony R., Theodore David S., Karuppasamy K., Saravanan K., Thanikaikarasan S., Balakumar S. Structural, Surface, Thermal and Catalytic Properties of Chitosan Supported Cu(II) Mixed Ligand Complex Materials // Journal of Surface Engineered Materials and Advanced Technology. – 2012. – № 2. – P. 284–291.

11. Kramareva N. V., Finashina E. D., Kucherov A. V., Kustov L. M. Copper Complexes Stabilized by Chitosans: Peculiarities of the Structure, Redox, and Catalytic Properties // Kinetics and Catalysis. – 2003. – Vol. 44. – № 6. – P. 793–800 (Translated from Kinetika i Kataliz. – 2003. – Vol. 44. – № 6. – P. 865–873).

Поступила 17 ноября 2015 г.

УДК 547.(37+339)+661.717

N-[(2-ВИНИЛОКСИЭТИЛ)АМИНО]ПРОПИОНИТРИЛ: ОПТИМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ПОЛУЧЕНИЯ

Мухаметканова А.М.[1], Пралиев К.Д.[2], Мун Г.А.[3], Ю В.К.[2]
[1]Казахстанско-Британский технический университет, Алматы, Республика Казахстан
[2]АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова», Алматы, Республика Казахстан
[3]Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: aigerim_m_m@mail.ru

В данной работе представлены результаты по оптимизации условий цианэтилирования винилового эфира моноэтаноламина, приводящих к образованию исключительно продукта моноприсоединения по первичной аминогруппе. Установлено, что N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрил образуется с почти количественным выходом при соотношении ВЭМЭА:акрилонитрил=1,2:1 и ультразвуковом воздействии в течение 1,5 ч при комнатной температуре. Синтезирован N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропанкарбониламид в условиях реакции Шоттен-Баумана.

Ключевые слова: *виниловый эфир моноэтаноламина, цианэтилирование, «solvent-free» условия, ультразвуковое промотирование.*

Бұл жұмыста біріншілік аминтобы бойынша тек моноқосылу өнімінің түзілуіне әкелетін моноэтаноламинның винил эфирін цианэтилдеудің оңтайлы жағдайлары бойынша нәтижелер келтірілген. Бөлме температурасында 1,5 сағ бойы ультрадыбыстық әсер ету нәтижесінде ВЭМЭА:акрилонитрил=1,2:1 қатынасында жақсы шығыммен N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрил түзілетіні анықталды. Шоттен-Бауман реакциясы жағдайында N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропанкарбониламид синтезделіпі алынды.

Тірек сөздер: *моноэтаноламин винил эфирі, цианэтилендіру, «solvent-free» жағдайлары, ультрадыбыспен жоғарылату.*

There are represented the results of the optimization conditions of monoethanolamine vinyl ether cyanoethylation, resulting in the formation of the product of monoaddition primary amino group. It is found that the N-(2-vinyloxyethyl) -N-(2-cyanoethyl) amine formed in almost quantitative yield at a ratio VEMEA:acrylonitrile = 1.2:1 and sonication for 1.5 h at room temperature. N-(2-Vinyloxyethyl)-N-(2-cyanoethyl)-N-cyclopropane carbonyl amide synthesized under Schotten-Baumann reaction.

Keywords: *vinyl ether of monoethanolamine, cyanoethylation, «solvent-free» conditions, ultra-sound promotion.*

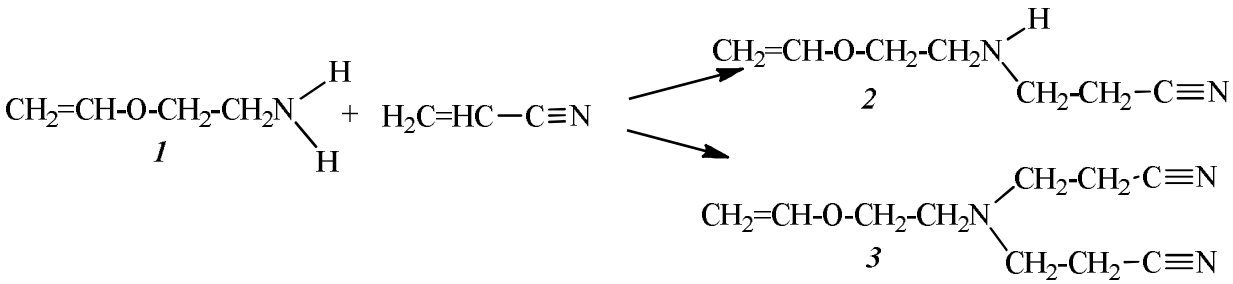
Перечень областей применения виниловых эфиров аминоспиртов и их производных включает получение на их основе лекарственных препаратов, пестицидов, красителей, поверхностно-активных веществ, присадок к смазочным маслам, гидравлическим и охлаждающим жидкостям, отвердителей эпоксидных смол, различных полимеров специального назначения, морозоустойчивых покрытий и пленок, адгезивных материалов,

ионообменных смол, разнообразных вспомогательных материалов в бумажном, текстильном, кожевенном и парфюмерном производствах [1-8].

Многофункциональность винилового эфира моноэтаноламина (ВЭМЭА) (***1***)**,** являющимся побочным продуктом карбидного производства на АО «Алаш» г. Темиртау Карагандинской области делает его объектом исследований различного практического назначения. Стоит отметить, что ВЭМЭА является исходным сырьем для синтеза субстанции первого казахстанского синтетического лекарственного препарата – анальгетика ПРОСИДОЛ [9].

Нами начаты исследования по синтетическому поиску новых катионных гидрогелей на основе продукта цианэтилирования ВЭМЭА - N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрила (***2***) [10].

Ранее **(*2*)** [11] получали как при комнатной температуре, так и при 65–75 ^{o}C в этаноле или метаноле.



Продукт моноприсоединения **(*2*)** по первичной аминогруппе ВЭМЭА образовывался с лучшим выходом при использовании метанола. Однако, из-за его токсичности этот путь делает малопривлекательным для маштабирования в промышленных количествах. Для решения этой технологической задачи взаимодействие ВЭМЭА (***1***) с акрилонитрилом проведено при комнатной температуре и постоянном перемешивании в течение 6 ч с образованием целевого N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрила **(*2*)**, а также продукта диприсоединения - N-[(2-винилоксиэтил)амино]-N,N-дипропионитрила (***3***). Во избежание образования последнего (***3***) соотношение ВЭМЭА:акрилонитрил берется 1,2 : 1. Однако подавить побочный процесс полностью не удается. Продукты моно- и диприсоединения разделяют вакуумной перегонкой, иногда двухкратной,и получают (***2***) (т.кип. 124 ^{o}C/1 мм рт.ст.) и (***3***) (т.кип. 171 ^{o}C/1 мм рт.ст.).

Экспериментальная часть. В настоящей работе нами поставлена задача подбора условий получения исключительно продукта моноприсоединения (***2***). Желаемый результат достигается применением ультразвукового промотирования цианэтилирования ВЭМЭА в течение 1, 5 ч (таблица 1).

При этом выход N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрила (***2***) близок к количественному (99 %). Кроме того, не требуется механического перемешивания и нагрева реакционной смеси.

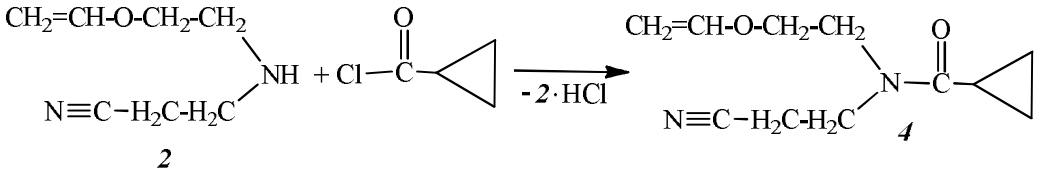
Записаны спектры ЯМР целевого ВЭОЭЦЭА (***2***) в растворе дейтерохлороформа (рисунки 1 и 2). Протонам 10a и 10b отвечают сигналы при 3,98 и 4,16 м.д., атом водорода 9a резонирует в более слабом поле (6,41 м.д.). Протону аминогруппы отвечает сигнал при 7,25 м.д. В сильнопольной части спектра проявляются сигналы протонов метиленовых групп (C-6, C-3 и C-5, а также C-2) при 2,48, 2,91 и 3,73 м.д. соответственно.

Таблица 1 – Выход N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)амина (***2***) и N-(2-винилоксиэтил)-N,N-ди(2-цианоэтил)амина (***3***) при различных условиях. Соотношение ВЭМЭА:акрилонитрил = 1 : 1; ВЭМЭА:акрилонитрил = 1:1,5

Соединение	Т.кип., °С/1мм рт.ст.	n_D^{20}	Выход, %			
			Условия реакции			
			Метанол, 20–25 °С, 15 сут.	Метанол, 60–75 °С, 7,5ч	20–25°С, 6ч	УЗ, 20–25 °С, 1,5 ч
2	124	1,4615	76*	40**	81	99
3	171	1,4700	9*	24**	7	–

Сигналы углеродов CH_2-групп проявляются в спектре ЯМР ^{13}C (рисунок 2) при 18,83 м.д. (С-6); 45,05 м.д. (С-5), 48,01 м.д. (С-3) и 67,09 м.д. (С-2). Атомов углерода С-10 и С-7 резонируют в более слабом поле при 86,95 м.д., 118,81 м.д. А самый слабопольный сигнал (151,55 м.д.) приписан атому углерода С-9 нитрильной группы.

Для расширения ассортимента полифункциональных мономеров синтезированный виниловый эфир со вторичной аминогруппой (***2***)использован в реакции ацилирования с получением новых производных ВЭМЭА, имеющих в своем составе циклопропанкарбонильную группу. При ацилировании ВЭМЭА может произойти гидролиз винилоксигруппы, поэтому для получения амида выбрана методика Шоттен-Баумана, заключающаяся в использовании двукратного избытка амина по отношению к ацилирующему агенту в бензоле. Половина амина вступает в реакцию с хлорангидридом, вторая служит акцептором выделяющегося при ацилировании HCl. Образующийся гидрохлорид амина обычно плохо растворяется в бензоле и выпадает в осадок, тогда как целевой амид хорошо растворим в растворителе.РеакциюацилированияN-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрила (***2***) с циклопропанкарбонилхлоридом проводят в абсолютном бензоле при комнатной температуре и постоянном перемешивании в течение 2 ч с образованием целевогоN-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропанкарбонил-амида (**4**) и гидрохлорида амина **(*2*).**



2 ***4***

Выпавший осадок **2**·HCl отфильтровывают, маточник упаривают досуха и выделяютN-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропанкарбониламид (***4***), представляющий собой маслянистую жидкость желтого цвета. В ИК спектреN-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропанкарбониламида (***4***), записанном в тонком слое, наблюдается интенсивная полоса поглощения амидной карбонильной группы в области 1635 $см^{-1}$, область 2260 $см^{-1}$ характеризует наличие связи C≡N.

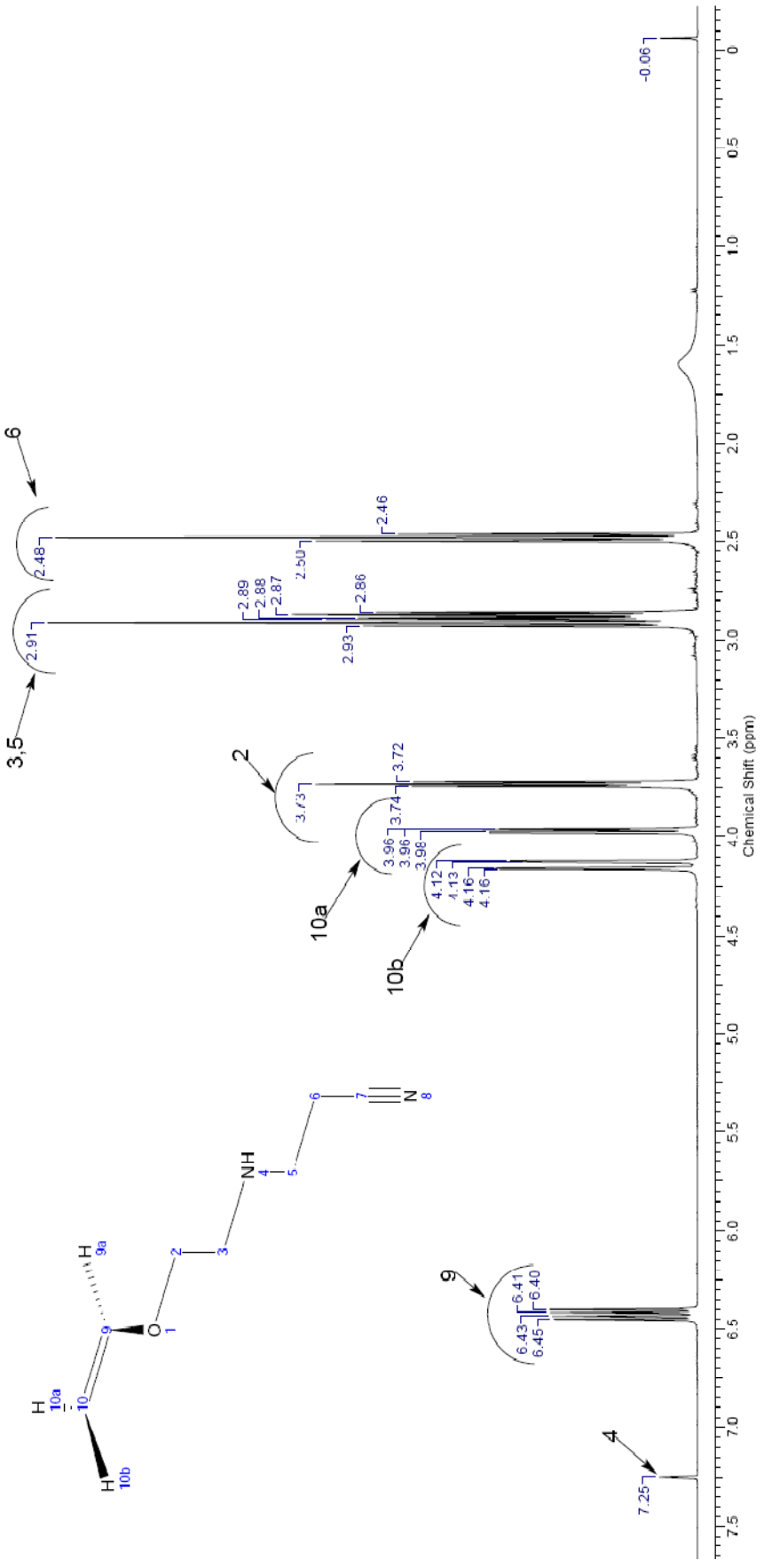


Рисунок 1 – Спектр ЯМР ^{1}H N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)амина (2)

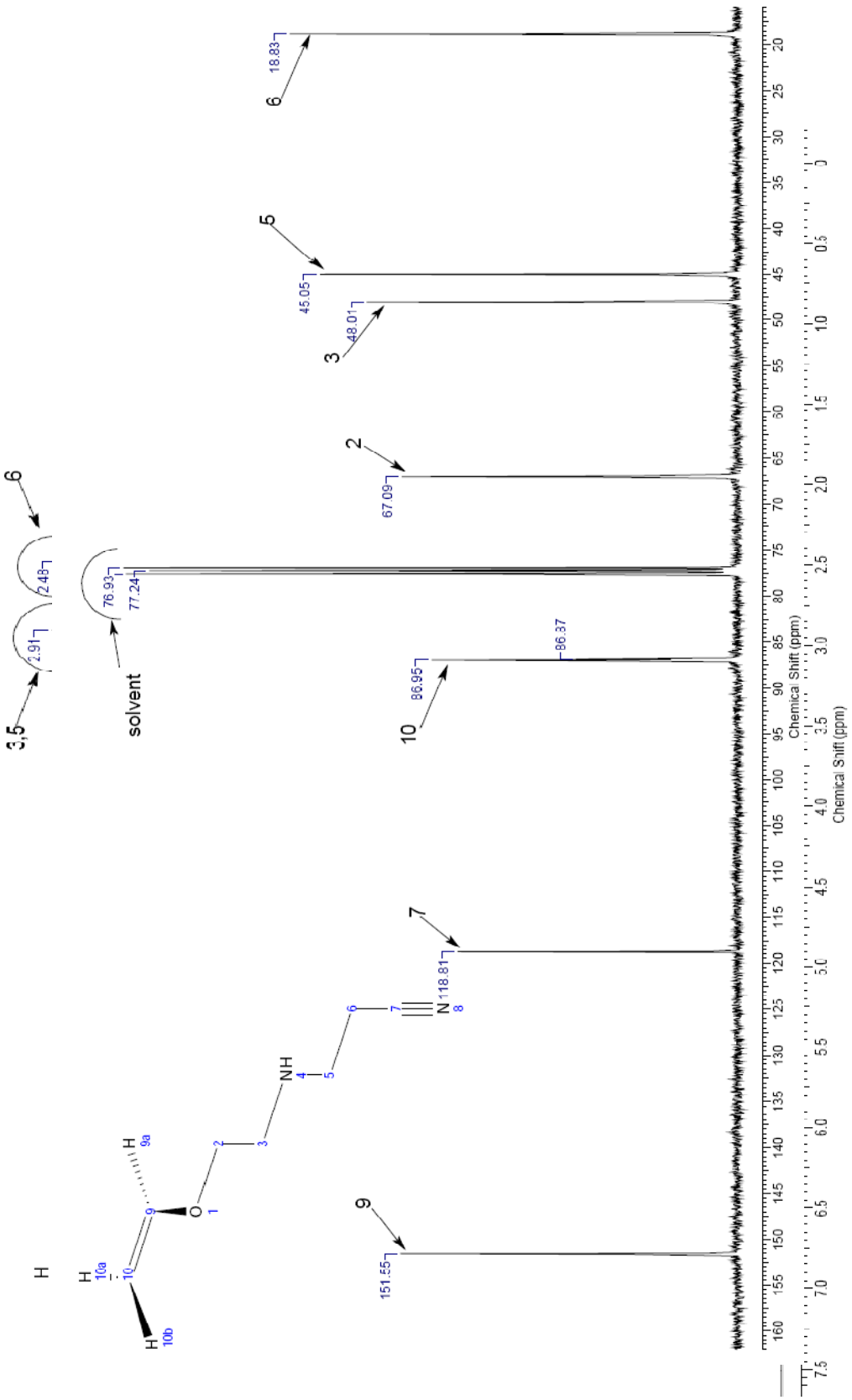


Рисунок 2 – Спектр ЯМР ^{13}C N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)амина (*2*)

На основании полученных результатов предложена следующая методика эксперимента. Ход реакции и индивидуальность соединений контролировали методом ТСХ на окиси алюминия II степени активности, с проявлением пятен парами йода. ИК спектры записаны на спектрометре «Nicolet 5700 FT-IR» в таблетках KBr и в тонкой пленке. Спектры ЯМР ^{13}C исследуемых соединений в $CDCl_3$ регистрировали на спектрометре марки JNM-ECA400 производства компании «Jeol» (Япония) с рабочей частотой 400 МГц.

N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрил (2) и N-[(2-винилоксиэтил)амино]-N,N-дипропионитрил (3).

А) К раствору 55,4 г (0,6368 моль) ВЭМЭА(***1***) небольшими порциями при перемешивании магнитной мешалкой добавляют 28,13 г (0,5307 моль) акрилонитрила. При этом наблюдается небольшие изменения цвета раствора. Реакцию проводят при комнатной температуре и постоянном перемешивании в течение 6 ч. Продукты моно- и диприсоединения разделяют вакуумной перегонкой.

Получают 67,65 г (81 % от теоретического)N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрил (***2)*** в виде бесцветной жидкости ст.кип. 124 ^oC при 1 мм рт.ст., R_f 0,22 (элюент – диэтиловый эфир). Получают 5,85 г (7 % от теоретического) N-[(2-винилоксиэтил)амино]-N,N-дипропионитрила (***3***) в виде светло-желтой жидкости с т.кип.171 ^oC при 1 мм рт.ст., R_f0,89 (элюент – диэтиловый эфир).

Б) К раствору 39,29 г (0,4515 моль) ВЭМЭА (***1***) небольшими порциями в ультразвуковой бане ColeParmer добавляют 19,95 г (0,3763 моль) акрилонитрила. Реакцию проводят при комнатной температуре в ультразвуковой бане в течение 1,5 ч. По истечении времени реакции, реакционная смесь изменяет цвет до светло-коричневого.

Получают 58,65 г (99 % от теоретического) N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрила (***2)*** в виде бесцветной жидкости с т.кип.124 ^oC при 1 мм рт.ст., R_f 0,22 (элюент – диэтиловый эфир).

N-(2-Винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропанкарбониламид (4). К 28,28 г (0,202 моль)N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрила ***(2)*** в 280 мл абсолютного бензола при энергичном перемешивании прибавляют в течение 20 мин 5,28 г (0,0505 моль)циклопропанкарбонил хлорида в 140 мл абс. бензола. Наблюдается образование белого осадка. Выпавший осадок ***2***·HCl отфильтровывают. Бензол упаривают. Получают 31,18 г (92,9 % от теоретического) N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропан-карбониламида **(*4*)** в виде густой жидкости светло-желтого цвета, R_f 0,25 (элюент – бензол:эфир 3:1).

Найдено, % : C 63,21; N13,52. $C_{11}H_{16}N_2O_2$.

Вычислено, % : C 63,46; N 13,46.

ИК спектр, $см^{-1}$: 2260 (C≡N); 1635 (C=O).

Заключение. По результатам проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Оптимальными условиями цианэтилирования ВЭМЭА с получением исключительного одного продукта – N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрила являются: соотношение амин:акрилонитрил=1,2:1, комнатная температура, ультразвуковое воздействие в течение 1,5ч.

2. Синтезирован N-(2-винилоксиэтил)-N-(2-цианоэтил)-N-циклопропанкарбониламид в условиях реакции Шоттен-Баумана при соотношении амин:хлорангидрид=2:1.

Литература:

1. Ю. В. К., Пралиев К.Д., Жумабеков М.К., Петрова И.В., Соколов Д.В., Босяков Ю.Г. Синтез новых мономеровна основе винилового эфира моноэтаноламина //Изв. АН КазССР. Сер. хим. – 1984. – № 5. – С. 81–85.

2. Reschel T., Konak C., Oupicky D., Seymour L.W., Ulbrich K. Physical properties and in vivo transfection efficiency of gene delivery vectors based on complexes of DNA with synthetic polycations // J.of Controlled Release. – 2002. –Vol.81. – P. 201–217.

3. Ergozhin E.E., Mukhitdinova B.A., Shoinbekova S.A., Nuranbaeva B.M., Moldagazieva Zh.I., Zhunusova G.N. New oxidation-redaction monomers and polymers on the basis ofmonoethanolamine vinyl ethers, allylamine and some quinones // Reactive and Functional Polymers. – 2005. – Vol.65. – №1–2. – P.103–112.

4. Шоинбекова С.А., Нуранбаева Б.М., Исенжулова У.Т., Жунусова Г.Н. Новые азотсодержащие окислительно-восстановительные мономеры для синтеза редоксионитов //Вестник КазГУ. Сер. хим. – 2001. – №2(22). – С.282–283.

5. Ибраев М.К., Такибаева А.Т., Газалиев А.М., Нуркенов О.А. Синтез и свойства винилового эфира моноэтаноламина и его производных //Вестник ЕНУ. – 2005. – №4(46). – С.80–91.

6. Ибраев М.К., Такибаева А.Т., Газалиев А.М., Нуркенов О.А., Фазылов С.Д. Синтез винилоксиэтилтиосемикарбазида изоникотиновой кислоты //Журн. прикл. химии. – 2006. – Т.79, Вып. 2. – С. 328–329.

7. Белькова О.Н., Клименко Г.Р., Станкевич В.К. Применение сополимера винилового эфира моноэтаноламина и мочевины при флотации свинцово-цинковых руд //Тезисы докл. 4 Всес. конф. ≪Водорастворимые полимеры и их применение≫. – Иркутск. – 1991. – С. 198.

8. Ергожин Е.Е., Мухитдинова Б.А., Шоинбекова С.А., Шекеева Б.Ж. Мономеры и полимеры на основе винилового эфира моноэтаноламина //Изв. МНиВОРК, НАНРК. Сер. хим. – 1999. – № 2 . – С. 51–65.

9. Патент РК № 527. Гидрохлорид 1-(2^1-этоксиэтил)-4-фенил-4-пропионилоксипиперидина, обладающий анальгетической активностью. Пралиев К.Д., ЮВ.К., Соколов Д.В., Босяков Ю.Г., Куриленко В.М., Хлиенко Ж.Н., Моисеева Л.М., Четвериков В.П., Тетеньчук Э.В., Нурахов С.Н. Опубл. 1994. Б.И. №1.

10. Рахметуллаева Р.К., Багитова Ж.К., Ю В.К., Мухаметканова А.М., Мун Г.А. Новые термочувствительные сополимеры катионного типа на основе N-изопропилакриамида и N-(2-винилоксиэтил), N-(2-цианоэтил)амина // Шестая всероссийская каргинская конференция «Полимеры–2014». – Том II. – Москва. – 27–31 января 2014. – С.875.

11. Пралиев К.Д., Ю. В.К., ИскаковаТ.К., Тараков С.А. Синтез а превращения 2-цианоэтильных производных винилового эфира моноэтаноламина //Изв. МН–АНРК. Сер. хим. – 1998. – № 6. – С. 28–31.

Получена 8 февраля 2016 г.

УДК 547.673

РОСТРЕГУЛИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДНЫХ ОКСИАНТРАХИНОНОВ

Омарова А.С.[1], Музычкина Р.А.[1], Корулькин Д.Ю.[1],Тлеубаева А.А.[2]
Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан
КазНИИ картофелеводства и овощеводства, Алматы, Республика Казахстан
e-mail:omarova-93@mail.ru

Введением сульфогрупп в структуры природных оксиантрахинонов получают средства, обладающие противобактериальными и антимикробными свойствами, а их соли обладают защитными свойствами от радиации. Кроме того, реакции получения сульфокислот перспективны в плане поиска биологически активных соединений, поскольку практически все сульфокислоты на основе оксиантрахинонов и их соли растворимы в воде и это облегчает исследование их активности.

На основе первичного биоскрининга, впервые выявлена ростстимулирующая активность сульфопроизводных ализарина (1,2-диоксиантрахинона) в отношении пищевых растений (моркови, лука, столовой свеклы и огурца).

***Ключевые слова**: ализарин, сульфокислота, рострегулятор, биоскрининг, кальциевая соль.*

Оксиантрахиондардың құрылымына сульфотоптарын қосу арқылы бактерияға және микропқа қарсы тұратын қабілеті бар және тұздары радиациядан қорғаушы қабілетке ие қосылыстарды алады. Сонымен қатар, сульфоқышқылдарды алу реакциясы биологиялық активті қосылыстарды алу тұрғысынан өзекті, өйткені, оксиантрахинон және оның тұздары негізіндегі сульфоқышқылдардың барлығы суда ерігіш және бұл олардың активтілігін зерттеуді жеңілдетеді.

Біріншілік биоскрининг негізінде тұңғыш рет алазарин сульфотуындыларының (1,2-диоксиантрахинонның) тағамдық өсімдіктерге (сәбізге, пиязға, аспаздық қызылшаға және қиярға) қатысты өсімдік өсуін реттеуші активтілігі анықталды.

***Тірек сөздер:** ализарин, сульфоқышқыл, өсімдік өсуін реттеуші, кальций тұзы, биоскрининг.*

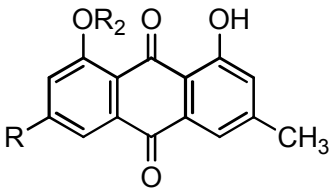
Sulfonic acids of hydroxyanthraquinones possess antibacterial and antimicrobial properties, and their salts possess anti-radiation barrier properties . Furthermore, the sulfonation reaction is perspective in search of biologically active compounds, because all sulfonic acids of hydroxyanthraquinones and their salts are soluble in water, and it facilitates the investigation of their activity.

Primary bioscreening revealed activity of derivatives of 1,2- hydroxyanthraquinone concerning food plants (carrot, onion, beet and cucumber.)

***Keywords**: alizarine, sulfuric acid, growth regulating activity, calcium salt, bioscreening.*

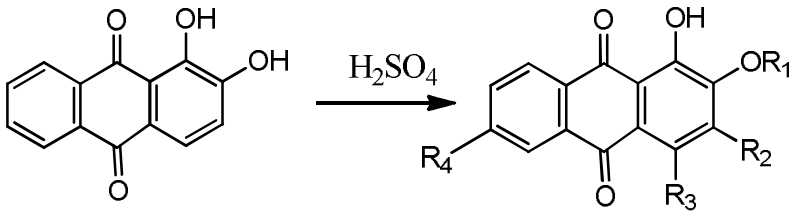
Индивидуальные природные оксиантрахиноны и их синтетические аналоги характеризуются широким спектром биологического действия: препараты на их основе, в зависимости от дозы, оказывают на организм противоопухолевое, противовоспалительное, антибактериальное и радиозащитное действие, проявляют вяжущий и слабительный эффект [1,2].

Кроме того, производные оксиантрахинонов являются потенциально рострегулирующими соединениями. У хинизарина(1,4-дигидроксиантрахинона) и хинализарина (1,2,5,8-тетрагидроксиантрахинона) отмечен стимулирующий эффект на корнеобразование у кресса[3]. Хризофанол обладает рострегулирующей активностью в отношении пищевых растений и гормональной – в отношении вики[4]. Сульфопроизводные(3-,6-,3,6-,1,8-) эмодина(1) и хризофанола(2), как и их аналоги, максимально стимулируют всхожесть семян пищевых растений даже при концентрации 0,0001 %, когда стандартный образец, юглон, не проявляет активности. Также высокой активностью обладает 4-дибутилфосфат хризофанола(3), который увеличивает рост корней и стеблей салата,огурца и всхожесть семян бахчевых культур при концентрации 10 мг/л[2].



1.Эмодин: R- OH, R_2 - H
2.Хризофанол: R=R_2 – H
3.4-бутилдифосфат хризофанол:R–H,R_2 – P(O)(OC_4H_9)

Нами осуществлено сульфирование ализарина концентрированной серной кислотой в различных условиях (температура от 50 °С до 120 °С, соотношение ализарина и серной кислоты от 1:1 до 1:15, комплексообразователь борная кислота, растворитель диоксан) (рисунок 1). Структуры синтезированных соединений установлены комплексом современных спектральных методов анализа:^{13}С-ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии (Таблица 1).



1. R_1=R_4-H, R_2=R_3-SO_3H
2. R_1=H, R_4=R_2=R_3-SO_3H
3. R_1= SO_3H, R_4=R_2=R_3-H

Рисунок 1 – Реакция сульфирования ализарина

Для проведения биоскрининга в лабораторных и полевых условиях в Казахском НИИ овощеводства и картофелеводства получены сульфопроизводные в виде кальциевых, калиевых, натриевых и алюминиевых солей суммы сульфокислот ализарина. Испытано влияние препаратов на энергию прорастания и всхожесть семян огурца, моркови, лука и столовой свеклы. Семена этих культур замачивались в растворах препаратов от 0,1 % до 0,0001 % концентрации. Контролем служили семена, замоченные в воде; для контроля использовали гетероауксин в концентрации 0,6 %. Повторность опытов – шестикратная. Алюминиевые, калиевые и натриевые соли активность на энергию прорастания и всхожесть семян не проявили, результаты были на уровне контрольных образцов (вода), а кальциевая

соль сульфокислот ализарина проявила рострегулирующую активность по отношению к исследуемым пищевым культурам.

Таблица 1 – Спектральные характеристики сульфопроизводных ализарина

Название соединения	MS m/z (70 eV)	^{13}C-ЯМР (100 MHz, DMSO-d_6) σ м.д.
3,4-дисульфокислота 1,2-дигид-роксиантрахинона (1)	480[M]$^+$,463, 399,382, 294, 277, 265, 236, 213, 172, 156, 144, 133, 105, 102, 81, 77, 16, 75, 64, 52, 49, 45, 39, 32	157,6; 134,3; 144,6; 136,6; 123,6; 145,7; 133,4; 131,3; 182,5; 187,6; 134,9; 137,4; 128,5; 132,5
3,4,6-трисульфокислота 1,2-дигидроксиан-трахинона (2)	400[M]$^+$, 383, 319, 302, 214,185, 157,156, 133, 105, 102, 81, 77, 76, 64, 52,49, 45, 39, 32	157,6; 134,3; 144,6; 136,6; 126,8; 132,1; 132,1; 126,8; 182,7; 186,1; 133,6; 133,6; 128,5; 132,8
β-сернокислый эфир 1,2-дигидрокси-антрахинона (3)	320[M]+, 303, 2292, 275, 239, 223, 211, 183, 157, 133, 105, 102, 81, 77, 16, 64, 52, 49, 45, 39, 32	152,5; 147,0; 125,5; 122,6; 126,8; 132,1; 126,8; 188,8; 182,1; 133,6; 133,6; 118,5; 128,9

Результаты лабораторных исследований показали, что испытуемая соль в концентрациях от 0,01 % до 0,00001 % имела разную степень активности, а при концентрации 0,1 % ингибировала всхожесть и прорастание семян всех исследуемых культур (рисунки 2, 3).

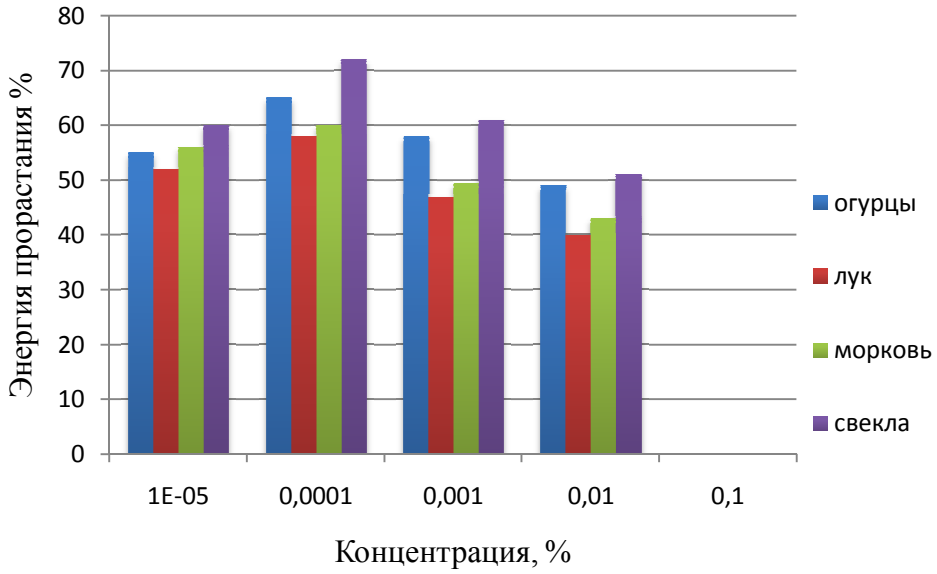


Рисунок 2 – Влияние концентрации кальциевой соли на энергию прорастания семян

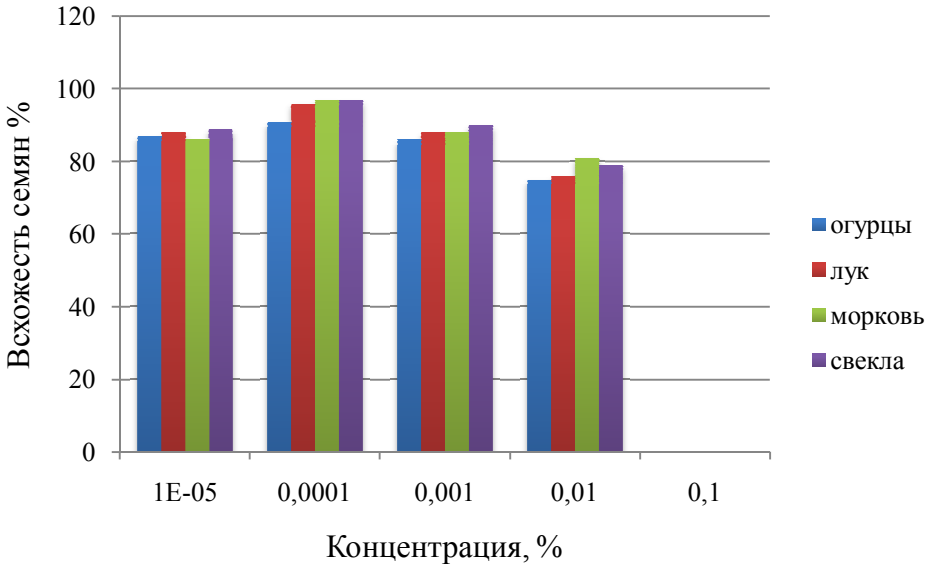


Рисунок 3 – Влияние концентрации кальциевой соли на всхожесть семян

На рисунке 4 показан сравнительный анализ рострегулирующей активности кальциевой соли сульфокислот ализарина (0,0001 %) и гетероауксина (0,06 %). Исследуемый препарат в концентрации 0,0001 % в сравнении с промышленным рострегулятором гетероуксином (0,06 %) увеличивал всхожесть семян огурца на 6 % , лука на 13 % , моркови на 8 % , столовой свеклы на 9 % .

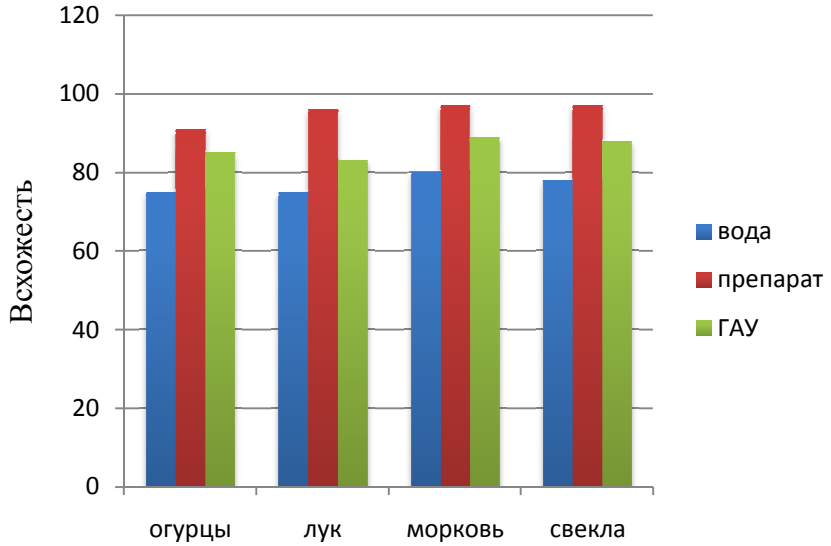


Рисунок 4 – Влияние кальциевой соли, ГАУ и воды на всхожесть семян огурца,лука, моркови и столовой свеклы

Таким образом, впервые выявлена рострегулирующая активность у кальциевой соли сульфокислот ализарина, которая оказалась стимулятором роста при оптимальной концентрации 0,0001 %, а при концентрации 0,1 % препарат обладал ростингибирующей активностью. Показано, что одно и тоже вещество, в зависимости от дозы (концентрации), обладает двойным эффектом. Биоиспытания индивидуальных сульфопроизводных в виде солей и суммарных препаратов продолжаются.

Литература:

1. Горелик М.В. Химия антрахинонов и их производных. – М.:Химия, 1983. – 296 с.

2. Музычкина Р.А. Модифицированные оксиантрахиноны и их биологическая активность: Химические трансформации,биоактивность. – в 4 т. / Музычкина Р.А.,Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А. – М.: Фазис, 2010. – 1236 с.

3. Мельников Н.Н. Химия гербицидов и регуляторов роста растений / Мельников Н.Н., Баскаков Ю.А. – М.: 1962 – 133–134 с.

4. А.с. 1197167. СССР. Стимулятор роста растений / Музычкина Р.А., Сулейменова С.С.; КазГУ им. С. М. Кирова; опубл. 08.08.85, бюл. №17. – 2 с.

Поступила 17 января 2016 г.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 330.3

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Калыбеков Т., Жакыпбек Ы., Жармагамбетова А.Е.
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: t.kalybekov@mail.ru

В статье приведено современное состояние рационального землепользования и охраны сельскохозяйственных земель с целью целесообразного и экономически выгодного использования полезных свойств земли. На основе изучения рационального использования сельскохозяйственных земель в рыночных условиях выдвигаются предложения по повышению эффективности и удовлетворению продукцией сельскохозяйственного производства населения страны. Предлагаются рекомендации по принятию необходимой финансовой поддержки и контроля со стороны государства, привлечению к активному участию в системе повышения квалификации, переподготовки и дополнительного образования сельхозпроизводителей.

***Ключевые слова**: сельскохозяйственные земли, рациональное использование, развитие сельских территорий, повышение квалификаций, обеспечение продукцией.*

Мақалада жердің пайдалы қасиетін мақсатқа сай және экономикалық қолайлы пайдалану мақсатымен ауылшаруашылық жерлерін пайдаға асырудың және қорғаудың заманауи жағдайы келтірілген. Нарық жағдайындағы ауылшаруашылық жерлерін ұтымды пайдалануды зерделеу негізінде еліміз халқын ауылшаруашылық өндірісінің өнімімен қанағатандыруды және нәтижелілігін жоғарылату жөніндегі пікірлер жасалды. Ауылшаруашылық өндірушілерін мемлекет тарапынан қажетті қаржылық қолдау және бақылау, квалификацияны, қайта дайындауды және қосымша білімді алу жүйесіне белсенді қатыстыруға тарту туралы кепілдемелер ұсынылады.

***Түйінді сөздер:** ауылшаруашылық жерлері, ұтымды пайдалану, ауыл аумағын дамыту, квалификацияны жоғарылату, өніммен қамсыздандыру.*

In the article resulted the modern state of rational land-tenure and guard of agricultural earth with the purpose of the expedient and economically advantageous use of useful properties of earth. On the basis of study of the rational use of agricultural earth in market conditions thrown out suggestions on the increase of efficiency and satisfying with the products of agricultural production of population of country. Offered to recommendation on the acceptance of necessary sponsorship and control from the side of the state, to bringing in to active voice in the system of in-plant training, retraining and additional education of agricultural producer.

***Keywords:** agricultural earth, rational use, development of rural territories, increase of qualifications, providing products.*

Рациональное использование земли – это ее пользование, отвечающее совокупным интересам общества, собственников и пользователей земли, обеспечивающее наиболее

целесообразное и экономически выгодное использование полезных свойств земли в процессе производства, оптимальное взаимодействие с окружающей средой, охрану и воспроизводство земельных ресурсов [1]. Рациональное использование и охрана земли являются главными задачами государства и предусматривает:

- осуществление охраны и воспроизводства продуктивных и иных полезных свойств земли;
- наиболее полный учет природных и экономических условий и свойств конкретных земельных участков;
- достижение высокой эффективности производственной и иной деятельности;
- обеспечение оптимального сочетания общественных, коллективных и личных интересов в использовании земли.

Научно-технический потенциал государства и интенсивность природопользования влияет на охрану земель и других природных ресурсов. Использование земельных ресурсов во всех сферах жизни общества приводит к нарушению экологического равновесия в природе. В этой связи землепользователи должны предпринимать мероприятия по предотвращению и устранению процессов, ухудшающих состояние земель, а также необоснованного их изъятия из сельскохозяйственного и другого использования. При нерациональном использовании земли в зависимости от природных условий и характера хозяйственной деятельности пользователей возникают разнообразные формы ее деградации:

- водная, ветровая, ирригационная эрозия и другие ее виды;
- вторичное засоление орошаемых земель;
- загрязнение сельскохозяйственных угодий отходами промышленного и аграрного производства, минеральными удобрениями и пестицидами;
- иссушение территории при мелиорации и добыче минерального сырья и топлива;
- подтопление земель при гидроэнергетическом строительстве и орошении;
- нарушение земель при горных работах и строительстве;
- переуплотнение почв при использовании тяжелых машин и механизмов.

Все земледельцы и землепользователи должны обеспечивать:

- рациональную организацию территории;
- восстановление и повышение плодородия почв, а также других полезных свойств земли;
- защиту земель от водной и ветровой эрозий, селей, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства, химическими и радиоактивными веществами;
- защиту от зарастания сельскохозяйственных угодий кустарником и мелколесьем, других нарушений состояния земель;
- консервацию деградированных сельскохозяйственных угодий, если иными способами невозможно восстановить плодородие почв;
- рекультивацию нарушенных земель, повышение их плодородия и других полезных свойств;
- снятие, использование и сохранение плодородного слоя почвы при проведении работ, связанных с нарушением земель.

Охрана земель должна осуществляться на основе комплексного подхода к угодьям, как к сложным природным экосистемам с учетом зональных и региональных особенностей,

предусматривать сохранение почв, ограничение вредных воздействий на растительный и животный мир и другие компоненты окружающей среды.

Организация рационального и эффективного использования сельскохозяйственных земель в соответствии с их назначением становится важнейшим фактором устойчивого развития аграрной экономики, и обеспечения продовольственной продукцией населения становится важной задачей в условиях рыночных отношений.

В Республике Казахстан в рыночных условиях признаются и равным образом защищаются государственная и частная собственность на землю, и использование земли предполагает выполнение следующих основных принципов:

- владение, пользование и распоряжение землей осуществляются их собственниками свободно, если это не наносит ущерба окружающей среде и не нарушает прав и законных интересов других лиц;
- каждый гражданин имеет право на земельный участок;
- признается и охраняется право собственности на землю;
- соблюдение приоритета охраны земли, жизни и здоровья человека;
- единство судьбы земельных участков и прочно связанных с ними объектов;
- землевладение и землепользование является платным, причем плата взимается в виде земельного налога и арендной платы;
- сельскохозяйственное, особо ценное и охраняемое землепользование является приоритетным;
- земля должна использоваться в соответствии с целевым назначением и рационально;
- участие граждан и общественных организаций в решении вопросов, касающихся их прав на землю;
- дифференцированный подход к установлению правового режима земель;
- сочетание интересов общества и законных интересов граждан в области землепользования.

В настоящее время одним из рациональных направлений использования сельскохозяйственных земель является возрождение крестьянских хозяйств и крестьянского уклада жизни в сельском хозяйстве. Многовековая история крестьянских хозяйств в многообразных природно-экономических и социально-экономических условиях различных стран четко определила их господствующую тенденцию. В связи с принятием в России законов «О крестьянском (фермерском) хозяйстве», «О личном подсобном хозяйстве», государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия развитие агропромышленного комплекса по всей стране объявлено в числе приоритетов государственной политики страны. Были созданы предпосылки для устойчивого функционирования малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве. Данные Росстата свидетельствуют о том, что в большинстве регионов ситуация в животноводстве по сравнению с данными 2005 года начала выправляться. В настоящее время наметилась тенденция к увеличению численности свиней, овец и коз и росту объемов производства животноводческой продукции. Это свидетельствует о том, что хозяйства малой формы устойчивее к трудностям кризисного периода и оправдывают материальную поддержку со стороны государства [2]. Вместе с тем повсеместное развитие малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве требует обеспечения фермеров необходимой материально-технической базой для выполнения

сельскохозяйственных работ, создания условий сотрудничества сельскохозяйственных предприятий с фермерами, организации снабженческо-сбытовой, сервисной и финансово-кредитной инфраструктуры.

Проблема государственного регулирования аграрного сектора имеет два взаимосвязанных аспекта – теоретический и практический. Первый определяет принципы государственного регулирования воспроизводства в сельском хозяйстве, второй – его направления и инструменты. Важнейшей функцией государства должно стать формирование и воспроизводство эффективных субъектов рыночных отношений: реальных собственников, предпринимателей, менеджеров, работников, продавцов и покупателей. Роль государства должна сводиться к созданию научно обоснованных форм, методов, рычагов, подготовки и переподготовки кадров для устойчивого воспроизводства эффективных субъектов рыночных отношений в АПК России, ее регионах, предпринимательских структурах [3]. Не менее важная функция государственной поддержки – формирование устойчивого спроса на продукты питания и сельскохозяйственное сырье для промышленности с учетом их прогрессивной структуры, потребностей в зависимости от возраста, трудовой деятельности, региона проживания и платежеспособного спроса населения, ориентации перерабатывающей промышленности на использование в качестве сырья продукции сельских товаропроизводителей.

Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения и устойчивость аграрного производства зависит от деградации почв и потери почвенного плодородия. В России возникли и неуклонно нарастают серьезные проблемы сохранения земельно-ресурсного потенциала сельского хозяйства, вызванные масштабным нарушением земель, загрязнением и деградацией почв, потерей почвенного плодородия. Эти проблемы условно можно разделить на три большие группы, к которым относятся [4]:

- проблемы, связанные с деградацией почв и потерей почвенного плодородия в результате неправильного и истощительного ведения сельского хозяйства;
- проблемы, связанные с физическими и химическими воздействиями на почвы, приводящими к их нарушению, загрязнению, подтоплению и другим негативным явлениям.
- количественное сокращение земель сельскохозяйственного назначения, вызванное отторжением под промышленные и градостроительные нужды.

Деградация почв и потеря почвенного плодородия приводит к уменьшению запасов гумуса и количества питательных веществ – азота, калия, фосфора, микроэлементов, увеличению кислотности почв, переуплотнению почв, ухудшению структуры почв и гранулометрического состава, переувлажнению почв, засолению почв. Уменьшение плодородия почвы также наблюдается в результате водной и ветровой эрозии, при удалении плодородного слоя почвы при строительных и горнодобывающих работах [5]. Загрязнение почв приводит к ухудшению качества земель и уменьшению сельскохозяйственной продукции из-за загрязнения почв тяжелыми металлами, фтором, нефтепродуктами, нитратами и сульфатами.

Формирование эффективной системы управления земельными ресурсами должно предусматривать взаимодействие и координацию деятельности органов государственной власти и использовать следующие способы реализации государственной политики в данной области [6]:

- детализацию разграничения полномочий органов государственной и муниципальной власти в области управления земельными ресурсами;
- установление четких критериев оценки в сфере управления земельными ресурсами, определяемых на основе системы объективных показателей;
- усиление эффективности государственного земельного и экологического надзора и контроля на федеральном и региональном уровнях;
- совершенствование деятельности органов муниципального управления земельными ресурсами по вопросам разрешения земельных споров на административном уровне;
- своевременное выявление и пресечение нарушений в сфере самовольного занятия земель и доступности к получению земельных участков в собственность или на праве аренды;
- единообразие правоприменения норм земельного и гражданского законодательства по вопросам развития частной собственности на землю и рынка недвижимости в целом.

Комплексный анализ законодательства и научно-практических исследований правового процесса в сфере управления земельными ресурсами позволяет определить правильность и рациональность использования земельного потенциала государства. Полноценное развитие рынка недвижимости и соблюдение основных прав на землю предусматривают защиту собственности и сохранение благоприятной окружающей среды.

Государственный земельный надзор направлен на предупреждение, выявление и пресечение нарушений субъектами земельных отношений требований, установленных земельным законодательством, посредством организации и проведения проверок, принятия предусмотренных законодательством РФ мер по пресечению и устранению последствий выявленных нарушений [7]. Данная деятельность уполномоченных органов государственной власти по систематическому наблюдению за исполнением требований земельного законодательства, анализу и прогнозированию состояния исполнения требований земельного законодательства осуществляются органами государственной власти, местными исполнительными органами, юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и гражданами.

Возможными причинами сокращения количественных показателей земель сельскохозяйственного назначения являются планируемое совершенствование порядка определения правового режима земельных участков путем исключения из земельного законодательства принципа деления земель по целевому назначению на категории. К числу причин сокращения площади сельскохозяйственных угодий относят следующие [8]:

- закрепление в земельном законодательстве возможности изъятия сельскохозяйственных угодий из земель сельскохозяйственного назначения для несельскохозяйственных целей при условии ухудшения их качества согласно кадастровой оценке;
- прекращение деятельности сельскохозяйственных организаций и перевод освободившихся земель в фонд перераспределения земель либо в другие категории.

Ухудшению качества земель также способствуют многочисленные правонарушения, совершаемые землепользователями. По отдельным видам правонарушений по итогам 2012 г. общая площадь таких земель составила:

- невыполнение установленных требований и обязательных мероприятий по улучшению, защите земель и охране почв от захламления – 364,5 тыс. га;
- снятие плодородного слоя почвы – 100,5 тыс. га.

Приведенные сведения подтверждают вывод о том, что меры по охране земель сельскохозяйственного назначения, закрепленные в законодательстве, на значительной площади сельскохозяйственных угодий либо не проводятся, либо проводятся неэффективно. Наконец, нерешенной остается проблема устранения нарушений и вовлечения земель сельскохозяйственного назначения в оборот. Так, за 2011 г. должностными лицами Россельхознадзора выявлены нарушения земельного законодательства на площади 3,4 млн га, выданы предписания об устранении нарушений на площади 2,9 млн га. При этом нарушения устранены на площади 1,6 млн га, что составляет 55 % от площади земельных участков, на которые были выданы предписания.

В целях обеспечения эффективной охраны земель сельскохозяйственного назначения необходимо:

- совершенствовать законодательство на всех уровнях для сохранения и восстановления природных экологических систем на землях сельскохозяйственного назначения;
- оптимизировать юридические и экономические средства обеспечения полноценного исполнения землепользователями обязанностей по охране земель сельскохозяйственного назначения на практике;
- закрепить в земельном законодательстве конкретные виды экономического стимулирования рационального использования и охраны земель;
- обеспечивать надлежащий надзор и контроль норм об охране земель сельскохозяйственного назначения.

Развитие сельской местности, нацеленное на повышение качества жизни сельского населения, является одним из определяющих факторов устойчивого роста эффективности сельскохозяйственного производства, а также обеспечения социальной стабильности на селе. Сельское хозяйство, будучи ведущей отраслью сельской экономики, является основным источником спроса на рабочую силу и дохода в сельской местности. Поэтому его эффективность напрямую влияет на экономические, социальные и демографические процессы в сельской местности и сохранение территориальной и культурной целостности села [9]. Наряду с этим следует развивать социальную инфраструктуру и инженерное обустройство населенных пунктов с целью улучшения уровня и качества жизни сельского населения.

Следует отметить, что государственная политика в сфере сельского хозяйства должна исходить из принципа обеспечения устойчивого развития сельской местности и основываться на экономическом, социальном и экологическом подходах. При этом угрозой эффективной реализации данной политики на селе является существенная разница в привлекательности сельского и городского образа жизни в сознании населения. С помощью только государственной поддержки и субсидий можно приостановить стагнацию сельской местности, но невозможно придать ей импульс для долгосрочного устойчивого развития. Люди, привлекаемые более высоким уровнем жизни и возможностью трудоустройства в городе, будут продолжать стремиться покинуть традиционные для них сельские местности проживания и мигрировать в город или пригороды. Для предотвращения дальнейшего

развития этой негативной тенденции государственная политика по отношению к развитию сельской местности должна быть переориентирована на сочетание экономического, социального, экологического и культурного подходов [10]. Решение данных задач требует стимулирования притока молодых специалистов в сельскую местность, расширения социальной инфраструктуры и инженерного обустройства села, повышения доступности и качества социальных услуг в области здравоохранения, образования, культуры, увеличения продолжительности жизни, позволяющие повысить уровень и качество жизни сельского населения.

Перспективы устойчивого развития сельской местности в России с учетом изучения международного и отечественного опыта представляются в следующих направлениях. Опыт Белгородской области показывает, что сельские поселения растут за счет естественного переселения людей из окраинных районов региона, а также из других регионов. С одной точки зрения, такое привлечение населения в сельские районы служит стимулом для дальнейшего экономического развития. Однако, укрупнение сельских поселений, с другой стороны, несет с собой урбанизацию, сокращение количества сельскохозяйственных производителей и домохозяйств, рост несельскохозяйственного сектора и снижение доли сельского хозяйства в экономике. Такой путь может вызвать дальнейшее «демографическое сжатие» и депопуляцию окраинных сельских районов [11]. Решению данной задачи способствует улучшение социально-демографической ситуации в сельской местности, повышение престижности сельскохозяйственного труда, развитие на селе институтов гражданского общества, приближение условий жизнедеятельности на селе к городскому уровню.

Деурбанизация и привлечение городских жителей в сельскую местность. Этот путь предполагает развитие соответствующей инфраструктуры в сельской местности, включая жилищное строительство, социальные и медицинские объекты, возможности трудоустройства, транспортные системы. Сельские районы смогут стать привлекательными для входящей миграции только в случае обеспечения уровня жизни, сравнимого с городским, или даже выше. Такой путь был выбран многими странами мира, в которых получили развитие «спутниковые сельские поселения» вокруг крупных городских агломераций.

Эти направления рационального использования сельскохозяйственных земель в рыночных условиях могут быть адаптированы с учетом особенностей конкретных регионов страны. Для несельских регионов, находящихся вокруг крупных урбанистических агломераций, перспективны децентрализации как альтернативного направления обеспечения долгосрочного устойчивого развития сельских территорий. В этих регионах снижающаяся роль сельского хозяйства и соответствующее высвобождение рабочей силы вызывают необходимость диверсификации сельской экономики и обеспечения альтернативных возможностей занятости и источников доходов. В настоящее время сельские жители ищут такие альтернативные источники в городах, в то время как они должны быть доступны в местах их традиционного проживания. Развитие децентрализованных систем устойчивого расселения в пригородных сельских районах может обеспечить устойчивое развитие сельской местности и сохранить ее историческую и культурную уникальность.

В связи с передачей земель сельскохозяйственного назначения администрациям, наблюдается полная анархия при учете использования удобрений и средств защиты растений. Каждый сельхозтоваропроизводитель выкручивается, как может и не несет ни перед кем ответственности за то, когда и как использует те или иные агрохимикаты. Не

соблюдается регламент производства работ по внесению всех видов удобрений и использованию средств химической защиты растений, что существенно влияет на фитосанитарное состояние полей и сохранение естественного плодородия почв. Совершенно очевидно, что в Кабардино-Балкарской республике назрела необходимость принятия действенных мер по воспроизводству почвенного плодородия, с учетом важности его сохранения для будущих поколений, учитывая сложившиеся за последнее время земельные отношения. Считаем, необходимым еще раз напомнить о том, что за годы реформ по разным причинам площадь земель сельскохозяйственного назначения уменьшилась более чем на 100 тыс. га, или на 15 %, а пашни стало меньше на 30 тыс. га, или на 10 % [12]. В связи с этим появляется необходимость принятия действенных мер по воспроизводству почвенного плодородия, с учетом важности его сохранения для будущих поколений, отражению в ежегодном государственном докладе результаты мониторинга состояния почв в республике. С целью устранения этих отрицательных явлений должна проводиться определенная система организационно-хозяйственных, агротехнических, лесомелиоративных и гидротехнических мероприятий.

Заключение. Таким образом, изучение рационального использования сельскохозяйственных земель в рыночных условиях позволяет сделать следующие основные выводы и рекомендации, направленные на устойчивое повышение эффективности и удовлетворение продукцией сельскохозяйственного производства населения страны:

- в соответствии с земельным законодательством основная ответственность за состояние земельных ресурсов по сохранению почв и их плодородия в ходе хозяйственной деятельности возложена на самих землепользователей, но в современных условиях они не могут самостоятельно осуществлять необходимые мероприятия без финансовой поддержки и контроля со стороны государства;
- проводение работы по внедрению технических регламентов, направленных на повышение качества сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия, а также по развитию общественной сертификации производимых продовольственных товаров;
- привлечение к активному участию сельхозпроизводителей в системе повышения квалификации, переподготовки и дополнительного образования и в пропаганде среди молодежи сельского образа жизни, престижности и особой значимости труда в сельском хозяйстве;
- улучшение уровня и качества жизни сельского населения на основе развития социальной инфраструктуры и инженерного обустройства населенных пунктов, имеющих стабильно развивающееся сельскохозяйственное производство;
- продвижение товаров сельхозпроизводителей с целью освоения внутреннего рынка сбыта и выхода на внешние рынки, укрепление положительного имиджа сельского хозяйства и развитие системы информационного обеспечения;
- компетентным районным исполнительным органам в области регулирования земельных отношений в пределах границ района следует усилить реальный контроль за соблюдение требований по использованию сельскохозяйственных земель.

На наш взгляд в рыночных условиях внедрение наиболее инновационных способов использования сельскохозяйственных земель, развития социальной инфраструктуры и

инженерного обустройства населенных пунктов, системы повышения квалификации, переподготовки и дополнительного образования сельхозпроизводителей обеспечить высокую продуктивность, сохранность и организацию глубокой переработки продукции, строжайший режим экономии затрат сельскохозяйственного производства и умелый маркетинг.

Литература:

1. Волков С.Н. Землеустройство. Теоретические основы землеустройства. – М.: Колос. –2001. –Т. 1. – 496 с.

2. Бабкина Е.С. Исторические аспекты малых форм хозяйствования в сельском хозяйстве России // Вестник МичГАУ. –2014. – № 5. –С.84 –86.

3. Романов Р.В. Основные направления и методы государственного регулирования сельскохозяйственного производства // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. –2014. – №3(26). – С.70 –74.

4. Воронин Б.А. Проблемы организации рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 12 (118). – С.73 –75.

5. Медведева О.Е. Проблемы устойчивого землепользования в России. – М.: ООО «Типография Левко», Институт устойчивого развития. Центр экологической политики России. – 2009. –104 с.

6. Волкова Т.В. Правовой процесс управления земельными ресурсами // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2014. – № 4 (99). – С.199 – 203.

7. Королев С.Ю. Земельный надзор (контроль) как механизм обеспечения экологической безопасности // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2014. – № 4 (99). – С.209 –213.

8. Сухова Е.А. Сохранение плодородия земель сельскохозяйственного назначения как необходимое условие обеспечения продовольственной безопасности в Российской Федерации // Вестник Саратовской государственной юридической академии. – 2014. – № 4 (99). – С.222 –227.

9. Иволга А.Г., Урядова Т.Н. Организационно-экономические проблемы эффективного вовлечения земель сельскохозяйственного назначения в гражданско-правовой оборот // Российский экономический интернет-журнал. – 2010. – № 2. – 8 с.

10. Ерохин В.Л. Проблемы и перспективы устойчивого развития сельской местности в московской области // Вестник МФЮА. – 2014. – № 3. – С.18 –32.

11. Лаврухина Е.А. Социальные ресурсы развития сельских территорий Российской Федерации (социологический анализ): автореферат. ... доктора социологических наук. – М.: РАНХиГС при Президенте РФ. –2013. – 39 с.

12. Жиругов Р.Т. Сохранение плодородия почв – основа интенсификации земледелия // Аграрный вестник Урала. – 2013. – № 12 (118). –С.6 –9.

Поступила 28.12.2015 г.

УДК 621.316.97

ТОЧНОЕ ЛОГИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЙ NGN И POST-NGN – УСЛОВИЕ ИСТИННОГО ЗНАНИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ И ПУТЕЙ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Мухамедрахимова Г.И., Калиева С.А.
Евразийский государственный университет им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан
e-*mail: isatai-07@mail.ru, s.kaliyeva@mail.ru*

Проведен анализ принципиально новой системы – технологии NGN, полностью меняющая представление о развитии сетей связи. Приведен ряд мнений о NGN-технологии, которая дает возможность использовать все эти сети одновременно, позволяя по одному каналу передавать и голос, и данные, и видео. Данная статья содержит научный обзор научных, статистических, практических источников, на основе которых рассматриваются теоретические аспекты и вопросы концепции NGN, анализ проблем обеспечения качества сети NGN и post-NGN; анализ современного состояния и направлений эволюционного развития сетей связи и особенностей решения проблем обеспечения требуемого уровня динамики развития общих принципов NGN и post-NGN для ее модернизации сети и составных элементов национальной сети телекоммуникаций Казахстана с учетом существующих рекомендаций.

Ключевые слова: *глобальное информационное общество, сети нового поколения NGN, NGN-технология, мульти-сервисная сеть, эволюции сетей связи, программный коммутатор Softswitch.*

Байланыс желісінің дамуы туралы пікірді өзгертетін, жаңа жүйеге талдау жасалған –NGN технологиясына. Барлық желілерді бір уақытта қолдануға мүмкіндік бере отырып, бір байланыс арнасымен дауысты да, мәліметті де, бейнені де тарататын, NGN-технологиясы туралы бірқатар пікірлер келтірілген. Бұл мақалада ғылыми-зерттеу, теориялық аспектілері және NGN, сапаны қамтамасыз ету проблемалары NGN желісі және пост-NGN талдау ұғымдар айналысады, оның негізінде статистикалық, тәжірибелік көздерін шолу қамтамасыз етеді; байланыс желілерін эволюциялық дамуының қазіргі жай-күйі мен үрдістері туралы талдау және оның желісін жаңғырту және ескере қолданыстағы ұсынымдар отырып Қазақстанның ұлттық телекоммуникациялық желі элементтерінің үшін NGN және пост-NGN жалпы принциптерін динамикасын қажетті деңгейін қамтамасыз ететін шешімдерді ерекшеліктері.

Тірек сөздер: *жахандық ақпараттық қоғам, NGN келешек ұрпақ желілері, NGN-технологиясы, мультисервистік желі, байланыс желілерінің эволюциясы, Softswitch бағдарламалық коммутатор, байланыс жүйесі.*

The analysis of the fundamentally new system isconducted are technologies of NGN, fully changing an ideaabout development of networks of connection. A row over of opinions is brought about NGN- of technology that gives an opportunity to use all these networks simultaneously, allowing on one channel to pass voice, both data and video. This article contains the scientific review of scientific, statistical, practical sources on the basis of that theoretical aspects and questions of conception of NGN, analysis of problems of providing of quality of network of NGN and post are examined - NGN; analysis of the modern state and directions of evolutional development of communication and features of decision of problems of providing of the required level of dynamics of development of general principles of NGN and post networks - NGN for her

modernisation of network and component elements of national network of telecommunications of Kazakhstan taking into account existent recommendations.

Keywords: *global informative society, networks of new generation of NGN, NGN-technology, multiservice network, evolutions of communication networks, programmatic commutation of Softswitch.*

Наблюдая за развитием услуг и средств связи, мы отмечаем, как возможность общения играет очень важную роль в каждом обществе, и в каждой стране. Развитие способов общения является главным залогом успеха любого общества.

Рассмотрение современной ситуации развития телекоммуникаций следует начинать с изучения важных тенденции современного рынка телекоммуникационных услуг, начиная с тщательного изучения эволюции технологии телекоммуникаций – от традиционных сетей, мультисервисных сетей (Triple Play) к сетям NGN (Next Generation Networks) и post-NGN [1].

Среди всех самых удивительных событий, произошедших в нашей стране, как и в странах СНГ, бесспорно можно назвать тот факт, что три научно-технических революции произошло почти за одно поколение человека. К настоящему времени мировые телекоммуникации пережили уже две научно-технические революции, связанные с *цифровизацией* и *сотовизацией* сетей. Сегодня мы переживаем третью революцию – перемены происходят из-за усиленной «*интернетизации*» общества [1, 2].

Обычно разобраться в каких-то бурно происходящих событиях возможно только тогда, когда сами события становятся уже историей. Но стремительное развитие инфокоммуникационных технологий сменяют технологии друг за другом и дают время разобраться в ходе новой научно-технической революции. Еще в XX веке любая технология существовала и постепенно развивалась в течение 20–30 лет и в свете любых исторических событий, это считалось нормальными темпами развития. За последние 15–17 лет многие технологии прекращали существование за 1-2 года.

Современная технологическая революция в системах связи связана с концепцией сетей нового поколения NGN с последующим post-NGN. Естественно, что в таких быстро сменяющихся технологиях труднее разобраться и понять, но понять надо – чтобы не отстать. Понять новую концепцию NGN – означает уметь ее внедрять, а это значит – участвовать в переходе к *глобальному информационному обществу* [3, 4].

Сегодня не вызывает споров тот факт, что для любой организации, любого государства и страны в целом очень важен процесс оперативной передачи информации, это – залог успеха глобализации информационного пространства. Никто не сомневается в колоссальной роли коммуникаций в жизни человечества. В таком случае, все зависит не от того, что у нас есть, а от того, что мы делаем, чтобы его развивать, и не просто развивать, а ускоренно развивать, не просто «идти в ногу», а поспевать за достаточно динамично развивающимся расширением телекоммуникационной структуры и внедрением новых технологий.

На современном этапе развития отрасли телекоммуникации в мире аналитики и специалисты «едва успевают» делать анализы по сделанным работам, а составлять какие-либо прогнозы, видимо, не составляет труда, так как настоящее «буквально дышит в затылок» будущему.

Видимо по этим причинам мы, одновременно с динамичным развитием телекоммуникационной отрасли Казахстана, еще и слышим о росте доступности телекоммуникаций в Казахстане, который «все еще не достиг своего пика» [5], и именно развитие и доступность таких услуг является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Динамичное развитие Казахстана – это залог успеха всей телекоммуникационной сферы в внедрении новых технологий. Тематика нашего исследования тем более затрагивает самую сердцевину этой сферы – принимать самое активное участие в переходе к *глобальному информационному обществу*. Понять происходящую современную технологическую революцию в системах связи, которая связана с концепцией сетей нового поколения NGN, участвовать в процессах последующего перехода post-NGN.

Нам не только надо разобраться и понять быстро сменяющиеся технологии, но и суметь их грамотно внедрять, для того, чтобы участвовать в переходе к *глобальному информационному обществу.*

Таким образом, NGN неразрывно связаны с переходом к *глобальному информационному обществу* (ГИО), образуя «движущую силу» третьей научно-технической революции в телекоммуникационной связи. Специалисты и ученые сферы телекоммуникаций сходятся в одном: новая революция NGN будет масштабнее и существеннее по последствиям для облика систем связи. Она начала кардинально изменять все существующие технологии: от технологии передачи данных до систем сотовой связи. Под новые требования начали подстраиваться все технологии, и вот уже следует говорить не про SDH, а про NGSDH, не про АТС, а про NGPABX и т.п. Под NGN понимаются совершенно разные подходы, решения, оборудование, но все они едины в главном – в эру NGN данные оказываются важнее голоса, коммутация пакетов и пакетный трафик оказывается важнее, чем голосовой (трафик TDM) [6].

Постановка проблемы. Анализ исследования по этому вопросу показал, что обсуждаемой нами тематике сетей NGN посвящается большое число статей в мире и в Казахстане – на сегодняшний день это самая обсуждаемая тема среди соответствующих специалистов [3]. Характеризуя новое качество строящихся мульти-сервисных сетей и признаков сети, принципиально отличающих сети на основе NGN для пользователей инфокоммуникационных услуг, многие руководители отраслевых предприятий России и Казахстана назвали следующие новые возможности. Это переход от принципа соединения «точка – точка» к принципу – «каждый с каждым»; универсальный характер обслуживания разных приложений; абстрагирование пользователей от технологий реализации услуг связи; беспрецедентная гибкость пользователей в получении необходимого набора, объема и качества услуг. А также полная прозрачность взаимоотношений между их продавцом и покупателем, будь то взаимоотношения между оператором и частным или корпоративным клиентом или между двумя операторами. Главными аспектами применения и внедрения бурно развивающихся технологий NGN эксперты-специалисты сферы телекоммуникации связи зарубежья и России называют следующие: потребительские свойства NGN, современные тенденции преобразования архитектуры сети NGN, назначение технологии программной коммутации в новой сети, требования к оборудованию программной коммутации Softswitch [8], полное соответствие архитектуры программного коммутатора многоуровневой концепции NGN, производительность, масштабируемость, развитие нормативной базы. Анализ показывает, что производители телекоммуникационного оборудования и операторы связи зачастую используют термин NGN как маркетинговый слоган для обозначения новых решений, отличающихся от традиционных на базе технологии TDM (Time Division Multiplexing). При этом NGN означает лишь, что в будущем сети должны быть какими-то другими. В различных странах и в различное время термин NGN наполнялся самым разным содержанием.

Для более глубокого понимания развития и организации сетей NGN необходимо было найти более точное определение этого понятия, раскрыть термин. Исследования по этому направлению показали следующие интересные результаты, которые можно представить в обобщенном виде. Технология NGN – принципиально новая система, полностью меняющая представление о развитии сетей связи. Если ранее на рынке коммуникаций господствовал принцип «*одна сеть – одна услуга*»: для телефонных переговоров – одна сеть, для Интернета – другая, для кабельного телевидения – третья, для проводного радиовещания – четвертая и т.д., то NGN-технология дает возможность использовать все эти сети одновременно, позволяя по одному каналу передавать и голос, и данные, и видео (Triple play). Мы неуклонно движемся к тому, что все виды известных коммуникаций вскоре будут объединены в один большой Интернет [3]. Как отмечается в отчете «Перспективы российского рынка мульти-сервисных транспортных сетей нового поколения (NGN)», подготовленном аналитической компанией «Современные Телекоммуникации» (www.modetel.ru), сложность исследования рынка NGN заключается в том, что его участники, в том числе и российские, исходя из своих конкретных интересов под решениями нового поколения задач зачастую подразумевают и предлагают не только комплексные (полные) системы класса NGN, но и отдельные их компоненты.

Таким образом, сети NGN должны обеспечивать предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений. Исходя из всего вышеизложенного, следует, что NGN – это мульти-сервисная сеть, обеспечивающая передачу всех видов медиа-трафика и распределенное предоставление неограниченного спектра телекоммуникационных услуг, с возможностью их добавления, редактирования, распределенной тарификации, с различными требованиями к качеству обслуживания. Клиент, использующий услуги на базе сети NGN, должен получать: минимизацию затрат на эксплуатацию и обслуживание за счет создания единой мульти-сервисной (универсальной) среды; минимизацию затрат на управление и поддержку IT-инфраструктуры; построение корпоративной сети в любых масштабах; гибкость в управлении собственной сетью и предоставленными ему ресурсами оператора; единый web-интерфейс управления предоставленными услугами [3].

Всё это подчеркивает актуальность темы нашего исследования и позволяет определить цель, объект, предмет и задачи исследований.

В рамках данного исследования нами были изучены материалы по тематике и сделан тщательный анализ исследований NGN/post-NGN-технологии, который мы и планируем развивать в последующем. Изучение эволюции сетей связи с точки зрения предоставляемых услуг позволяет обосновать появление сетей следующего поколения как результат конвергенции существующих сетей. Анализ принципов построения NGN с точки зрения функциональной архитектуры является одним из основных моментов в понимании структуры и назначения сетей следующего поколения. Это может выделить следующие особенности сетей NGN: независимое развитие уровней согласно модели NGN: отделение уровня услуг от транспортного; мобильность пользователя; мультисервисность; сращивание телекоммуникационных и компьютерных технологий; развитие технологий виртуализации. В соответствии с этим, наши исследования ориентированы на решение научной проблемы перехода к сети нового поколения NGN и post-NGN.

По мнениям специалистов и ученых сферы телекоммуникации NGN уже начала кардинально изменять все существующие технологии: от технологии передачи данных до систем сотовой связи. Поэтому, обеспечение доступности возможно через экономические

рычаги на государственном уровне. Только с помощью таких экономических рычагов можно будет обеспечить население Казахстана качественными услугами и дать возможность телекоммуникационным компаниям поддерживать рынок связи в стране.

Все казахстанские компании-операторы и государство сейчас стремятся к расширению телекоммуникационной структуры, осуществлению новых идей, внедрению новых технологий.

Поскольку сейчас казахстанцы могут получить образование дистанционно, оплачивать различные услуги в режиме он-лайн, получать доступ к интерактивному телевидению, а так же вести переговоры, переписки и проводить конференции на разных концах света, то информатизация граждан Казахстана также приводит к изменениям в общественно-политической сфере. Услуги широкополосного Интернета предоставляют новые возможности доступа к различной официальной информации, находящейся на сайтах муниципальных и федеральных органов, частных организаций. Можно сказать, отрасль телекоммуникаций страны выполняет весьма важную государственную функцию. Она помогает управлять всей структурой страны и контролировать политическую и экономическую жизнь всего государства в целом, общаться со всем миром, быть мобильным и образованным, расширять свои творческие возможности, а главное успевать везде – и творить, и создавать, и чувствовать себя «винтиком» общества.

Однако это не так-то просто. Существующая в настоящее время серьезная конкуренция в телекоммуникационной отрасли на предоставление услуг фиксированной и сотовой связи, а также доступа к сети Интернет требует быстрого внедрения высокотехнологичных продуктов и увеличивает спектр оказываемых услуг, чтобы быть достойными для своих конкурентов.

Президент РК Н.А. Назарбаев в Послании народу и своих выступлениях каждый раз отмечает, что одной из главных задач является вхождение Казахстана в число 50 наиболее конкурентоспособных стран мира. В экономику республики привлечены миллиарды долларов США прямых иностранных инвестиций, так как инвесторы уверены, что сегодня Казахстан – надежный партнер, гарантирующий стабильность и обеспечивающий взаимовыгодное сотрудничество. По сравнению с другими странами СНГ, сегодня финансовая система Казахстана является наиболее реформированной и опережает страны постсоветского пространства по уровню развития финансового сектора на несколько лет [8]. Ведущие международные эксперты подтверждают, что Казахстан признан одной из самых прогрессивных стран. Казахстан первым среди стран СНГ создал Национальный фонд для обеспечения стабильного социально-экономического развития, снижения зависимости от неблагоприятных внешних факторов. На сегодняшний день в Национальном фонде аккумулировано 31,5 млрд. долларов США.

Таким образом, телекоммуникационная сфера увеличивает свои обороты, особенно, в области предоставления услуг Интернет. Прирост количества междугородних, международных телефонных разговоров замедлился, начиная с 2008 года. Это может объясняться появлением IP-телефонии. Число абонентов сотовой связи за этот период возросло на 11475,5 тыс. За последние два года уровень проникновения стал выше, чем сто процентов. Это объясняется тем, что некоторые люди пользуются более чем одной 8ГМ-картами. Число абонентов сети Интернет увеличилось на 454,9 тыс. за этот период [9].

Аббревиатура NGN является самым обсуждаемым термином, вызвавшая некоторые споры не только по поводу выбора термина Next, но и по поводу правильного определения. Хотя

многие специалисты этой сферы уже дали определения NGN, тем не менее, поиски ответов на вопрос что такое NGN еще ведутся.

Следуя учению древнегреческого философа Сократа – «*Точное логическое определение понятий – условие истинного знания*», мы сначала искали правильное определение термину. Под сетями следующего поколения следует понимать «технические решения, появившиеся на этапе развития цифровой связи, когда трафик данных оказался важнее речевого трафика, а компьютеры важнее телефонов» [1]. Или Определение NGN, которое дается в российскими авторами [1–3]: «Сеть связи следующего поколения NGN – концепция построения сетей связи, обеспечивающих предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений, предполагающая реализацию универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с традиционными сетями связи».

Другое определение [5]: «Сеть следующего поколения NGN – концепция построения сетей связи, обеспечивающих предоставление безграничного комплекта услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений, предполагающая реализацию универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с классическими сетями связи».

В документах Международного союза электросвязи дано определение этого понятия [6], где NGN определяется как сеть с пакетной коммутацией (packet based), допускающая использование различных широкополосных технологий, поддерживающих гарантированное качество передачи. NGN также характеризуется независимостью сервисных функций сети от используемых в ней транспортных технологий. Вот такая сеть должна обеспечивать абонентам возможность беспрепятственного получения услуг различных провайдеров и поддерживать «мобильность» абонента, обеспечивая ему постоянный доступ к услугам вне зависимости от его местонахождения.

Можно заметить, что определение NGN достаточно общее, никак не регламентирующее конкретные технологии и никак не уточняющее конкретного направления в телекоммуникационных сетях.

На Региональном обучающем семинаре МСЭ для стран СНГ «Перспективы развития инфокоммуникаций: технологии и вопросы регулирования сектора» (23-24 сентября 2014 г., Астана, Республика Казахстан) Симониной О.А., в докладе «Задачи управления качеством услуг в условиях перехода к сетям post-NGN», была дана довольно подробная «расшифровка» положений этого определения [3]:

Во-первых, NGN в противовес традиционным сетям с коммутаций линий, характеризуется коммутацией пакетов. В принципе, может использоваться любой вариант с пакетной передачи – ATM, Frame Relay и т.д., и до недавнего времени еще велись дискуссии по поводу протокола, на базе которого будут развиваться будущие сети с пакетной коммутацией. Сегодня этот вопрос уже не обсуждается – все вновь строящиеся сети используют IP пакетирование. Плюсы и минусы перехода к пакетной коммутации хорошо известны. Плюсы – гибкость маршрутизации и построения сетей, возможность более эффективного использования транспортных структур, удобство передачи разнородного трафика по общему каналу. Минусы – сложность обеспечения качества обслуживания и безопасности доставки.

Во-вторых, в сетях NGN должно быть реализовано четкое разграничение уровней приложений, управления сетью, транспорта и доступа. Эти уровни должны

взаимодействовать между собой и с внешними сетями через открытые интерфейсы. Использование унифицированных интерфейсов создает условия для бесшовного соединения транспортного ядра с различными сетями доступа. Первоочередное внимание уделяется интеграции сетей фиксированного и мобильного доступа, на основе которой должна быть обеспечена мобильность абонента.

В-третьих, на уровне управления такая сеть будет обеспечивать возможность легкой интеграции услуг различных провайдеров. Сегодняшние разные решения уровня управления несовместимы, и это создает серьезные проблемы при конвергенции разных сетей. Предполагается, что в перспективе абоненты NGN сети будут иметь сквозную идентификацию во всех сегментах доступа и при получении любой услуги в любой точке сети пользоваться единым абонентским профилем. Для этого потребуется интегрированная система учета и биллинга.

Очевидно, что при внедрении в сети новых услуг оператору не надо будет адаптировать их к возможностям транспортной структуры – ее узлы и каналы должны гарантировать пропускную способность, покрывающую потребности любых приложений. Одновременно сеть должна обеспечивать сквозное качество обслуживания для широкого спектра услуг, включая потоковые мультимедийные. Пока требования QoS остаются основным препятствием для доставки голоса и видео по IP сетям [6].

Разумеется, NGN должны симулировать все возможности традиционных сетей проводной телефонии, обеспечивать передачу аварийных сообщений и другие варианты оперативного оповещения. К ним предъявляются жесткие требованиям в отношении приоритезации трафика и обеспечения безопасности передачи. Таковы основные качества NGN, ожидаемые при полной реализации требований, изложенных в определениях.

Для того, чтобы изучить современные тенденции, наиболее популярные технологии и подходы, определить принципы функционирования сетей нового поколения, нами был просмотрен определенный объем материала по технологиям NGN и post-NGN, изучены принципы работы современных сетей связи. Новые принципы построения сетей оказались применимы к разнообразным направлениям развития современных систем связи и сформировали образ современных систем NGN и новую идеологию post-NGN.

Мы начинали исследование последствий развития идеологии сетей нового поколения с изучения эволюционного развития сетей связи NGN и post-NGN.

Последовательность эволюции технологий телекоммуникаций прояснила для нас многие вопросы и проблемы сетей телекоммуникаций, раскрыла понятие сетей нового поколения – самого неконкретного понятия в истории сетей связи. Мы же в своих исследованиях следовали логике, наиболее подходящей для нашей тематики исследования – на смену вчерашним и сегодняшним сетям уже приходит новое поколение со своими техническими решениями, оборудованием. Интересен тот факт, что наш анализ показал – специалисты разных направлений придают этому понятию свой смысл [1–3, 12]:

- специалисты в области коммутации говорят о системах NGN как о новых принципах коммутации, стандартов и управляющих материалов;
- специалисты в области первичных сетей считают сети NGN переходом к новым технологиям транспортных сетей типа MPLS, OSPF, DGP и др.;
- специалисты в области сетей доступа, говоря о NGN, обсуждают системы широкополосного доступа;
- специалисты в области телетрафика мультисервисных сетей понимают под NGN новые услуги – VoIP, IPTV, Triple Play.

Некоторые исследователи и специалисты считают, что смена парадигм в телекоммуникациях и в проведении научных исследований в области телекоммуникаций заключается в переходе от современных сетей к сетям NGN и в возрастании роли исследований, направленных на повышение качества обслуживания без умаления важности решения задач технологической совместимости и гармонизации услуг [6,7,11].

В таком случае изучение опыта перехода к сетям NGN и далее к пост-NGN, а также к сетям FGN в других странах, можно установить те же пути и для Казахстана:

– Создание на основе перспективных технологий и программно-технических средств единой среды и инфраструктуры для предоставления потребителям (пользователям) новых услуг, которые должны быть предложены операторами мобильных и фиксированных сетей, одновременно с поддержкой существующих на сегодняшний день услуг.

«Казахтелеком», предлагая адаптировать законы о связи и условия лицензирования услуг по внедрению NGN, отмечает, что страны – участницы РСС – находятся на разных стадиях внедрения технологий NGN, имеется множество проблем, связанных с внедрением новой технологии. Это делает необходимым внесения ряда предложений, направленных на успешное внедрение технологий NGN [9]:

– Необходимы также адаптация нормативной документации, касающейся норм и правил эксплуатации оборудования сетей NGN в разрезе предоставления традиционных услуг связи на сетях операторов, и разработка общих требований по надежности и безопасности работы сети NGN.

– Основные постулаты внедрения NGN – сокращение инвестиций в построение сети связи (CAPEX), сокращение издержек на поддержку сети связи (OPEX), а, главное, технологический прорыв в предоставлении массы невиданных доселе технологичных конвергентных услуг, поэтому практически все традиционные операторы либо уже осуществляют переход к сетям следующего поколения NGN, либо планируют это делать в ближайшем будущем.

По информации АО «Казахтелеком», внедрение NGN в Казахстане происходит строго в соответствии с «Концепцией внедрения сети следующего поколения». Данная концепция предусматривает постепенный перевод сети телефонной связи в сети с коммутацией пакетов, а процесс внедрения NGN происходит по принципу «расширяющегося ядра», который предполагает постепенное внедрение и увеличение количества элементов NGN на всех уровнях сети.

К настоящему времени построены и сданы в эксплуатацию местные сети NGN в шести крупнейших городах Казахстана, подключены и успешно работают более 40 тыс. номеров мультисервисного абонентского доступа под управлением программных коммутаторов, ожидается поставка оборудования NGN еще в два города. В Алматы внедрена платформа для предоставления интеллектуальных услуг, основанная на технологиях NGN. Дальнейшее развитие интеллектуальных услуг будет происходить только на основе сети IP [10].

На основе построенной сети NGN уже идет реализация проекта по внедрению платформы для предоставления услуг SIP-телефонии. Данная платформа позволит предоставить частным и корпоративным клиентам массу ранее недоступных услуг, основанных на технологиях IP и протоколе SIP.

Таким образом, сегодня АО «Казахтелеком» фактически перешло к построению сети связи по технологии NGN как по количеству реализованных или реализуемых проектов, так и по объему вкладываемых инвестиций в построение сети связи по самым новым технологиям.

Литература:

1. Бакланов И.Г. NGN: принципы построения и организации/подж ред. Ю.Н.Чернышова. – М.: Эко-Трендз, 2008. – 400 с.

2. Росляков А.В. и др. Сети следующего поколения NGN/Под ред. А.В.Рослякова. – М.: Эко-Трендз, 2009. – 424 с.

3. Симонина О.А. Задачи управления качеством услуг в сетях post-NGN. // Информационные технологии и телекоммуникации. – 2014. – В. 3. – С. 75–83.

4. Семенов Ю.В. Проектирование сетей связи следующего поколения. – М., 2006. – 240 с.

5. Вегешна Ш. Качество обслуживания в сетях IP. – Вильяме, 2003. – С 224–236.

6. Гольштейн Б.С. Сети связи пост-NGN /Гольштейн Б.С., Кучерявый А.Е. – СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 160 с.

7. Гольштейн А.Б., Гольштейн Б.С. Sofrtswitch. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 368 с.

9. Назарбаев Н.А. Послание Президента Республики Казахстан – лидера нации Н.А. Назарбаева народу Казахстана. Стратегия «Казахстан-2050». Новый политический курс состоявшегося государства. – Алматы: Білім, 2012.

9. Кешубаева З., Аюпов А. Обзор отрасли телекоммуникаций Казахстана. Алматы, Министерство Связи и Информации. 2011. Источник: http://mci.gov.kz/main/index.php?option=com_content&task=view&id=397&Itemid=132.

10. Кучерявый Е.А. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет. – М.: Наука и Техника, 2004. – С.63–69.

11. Скрынников В.Г., Сеилов Ш.Ж. 4G: состояние рынка, динамичное развитие технологий (LTE Advanced) // Информационные, телекоммуникационные сети. – 2014. – № 11–12 (99–100). – С.10–18.

12. Степанов С.Н. Основы телетрафика мультисервисных сетей. – М.: Эко-Трендз, 2010. – 392 с.

Поступила 17 января 2016 г.

.

УДК 528.8

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Хан В.А., Сейтказина Г.С.
Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Республика Казахстан
e-mail: khan_va@mail.ru

Рассмотрены методологические принципы оценки параметров данных дистанционного зондирования Земли на базе теории систем и системного анализа. Приведено обоснование системного подхода к выбору данных дистанционного зондирования. Предложена технологическая схема проведения исследований. Предлагается общая технологическая схема методики выбора данных ДЗЗ. Приведен анализ элементов комплекса дистанционного зондирования влияющих на качество цифровых изображений.

Ключевые слова: *дистанционное зондирование Земли, параметры данных дистанционного зондирования, геодезия, картография, пространственное разрешение.*

Жүйелер теорисы мен жүйелі талдау негізінде жерді дистанционды зондылау мәліметтері параметрлерін бағалаудың методологиялық ұстанымдары қарастырылған. Дистанционды зондылау мәліметтерін таңдаудың жүйелі амалын негіздеу келтірілген. Зерттеулерді жүргізудің технологиялық сұлбасы ұсынылған. ЖДЗ мәліметтерін таңдау әдістемесінің жалпы технологиялық сұлбасы ұсынылды. Цифрлы бейнелеудің сапасына әсер ететін дистанционды зондылау жүйесі элементтерін талдау келтірілген.

Түйінді сөздер: *жерді дистанционды зондылау, дистанционды зондылау мәліметтірінің параметрлері, геодезия, картография, кеңістіктік шешілім.*

The methodological principles of an assessment of parameters of the systems given remote sensing of Earth on the basis of the theory and system analysis are considered. Justification of system approach to a choice of data of remote sensing is given. The technological scheme of carrying out researches is offered. The general technological scheme of a technique of a choice of data of DZZ is offered. The analysis of elements of system of remote sensing of the digital images influencing quality is provided.

Keywords: *remote sensing of Earth, parameters of data of remote sensing, geodesy, cartography, spatial permission.*

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) воздушного и космического базирования служит основным источником пространственных данных для геоинформационных систем различного назначения. На фоне полного теоретического освещения вопросов цифровой обработки изображений, на рынке геопространственных технологий ощущается недостаток в методических разработках по обоснованию выбора данных ДЗЗ.

Разработка методики выбора данных ДЗЗ требует системного подхода и исследования всех возможных факторов влияния на изобразительные и геометрические свойства

получаемого изображения, которые в последующем определяют качество извлечения геопространственной информации при решении различного рода прикладных задач.

Параметры данных ДЗЗ зависят от множества элементов системы, что иллюстрирует необходимость системного анализа при разработке методики оценки параметров цифровых изображений. Элементы системы представляют собой: технические характеристики оптико-электронных съемочных систем, параметры полетов платформ, характеристики программно-аппаратных комплексов обработки материалов съемки, требования нормативно-технических документов к видам геопространственных продуктов.

Системный подход осуществляется иерархическим путем и представляет собой последовательность действий по установлению структурных связей между элементами исследуемой системы. Элементы являются подсистемой, и выполняют определенные подцели и дают соответствующий результат, взаимодействием которых достигается главная цель всей системы.

На рисунке 1 представлена общая технологическая схема организации научно-исследовательских работ (НИР) на основе системного анализа. Сущность его заключается в представлении цели исследований – как системы, а этапы решения задач для ее достижения – как элементы системы. На первом этапе определяются наиболее значимые и крупные элементы системы, которые затем будут подвергаться дальнейшему структурированию [1].

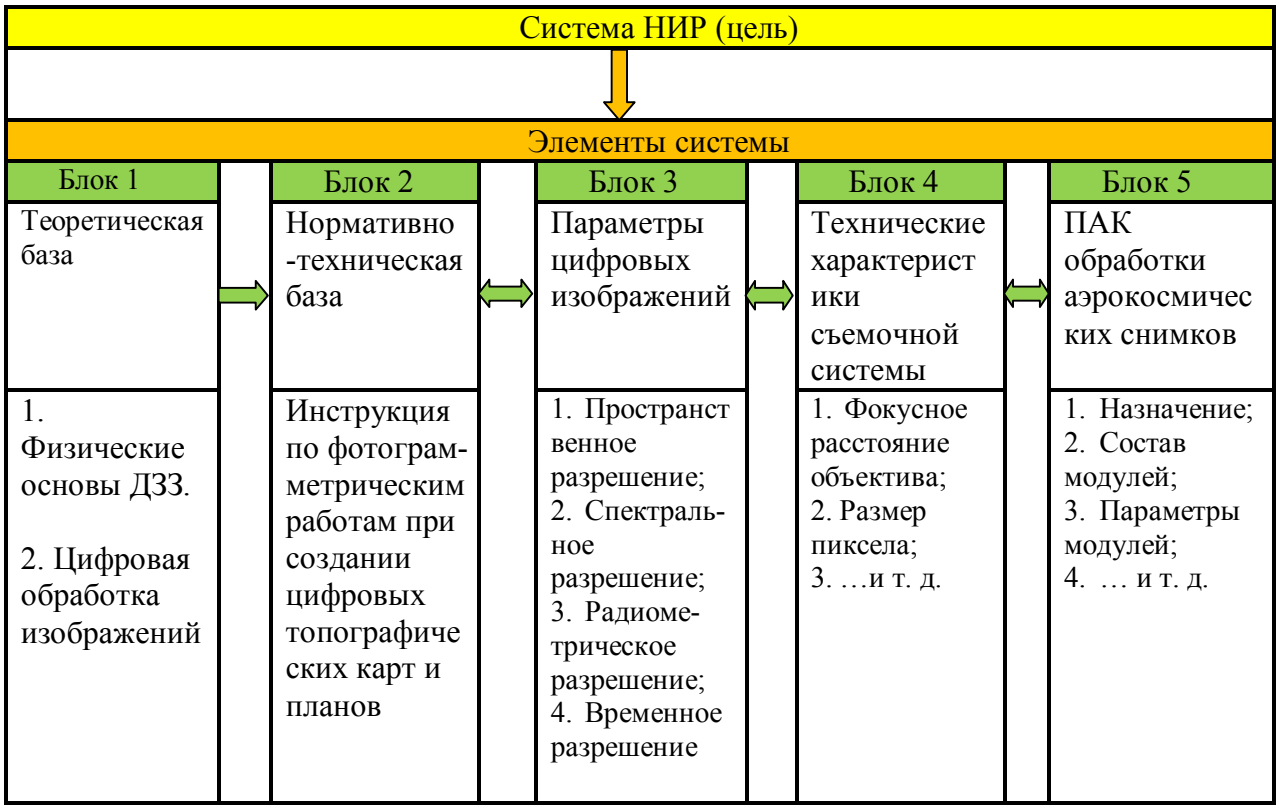


Рисунок 1 – Технологическая схема методологических основ организации НИР по оценке параметров данных ДЗЗ

На основе технологической схемы методологических основ организации НИР и системного подхода предлагается общая технологическая схема методики выбора данных ДЗЗ, представленная на рисунке 2. Главной целью такой системы является разработка методики выбора данных ДЗЗ при решении картографо-геодезических задач. Элементами такой системы

являются: теоретическая база ДЗЗ, нормативно-техническая база, параметры цифровых изображений, технические характеристики съемочных систем, программно-аппаратный комплекс (ПАК) обработки цифровых изображений.

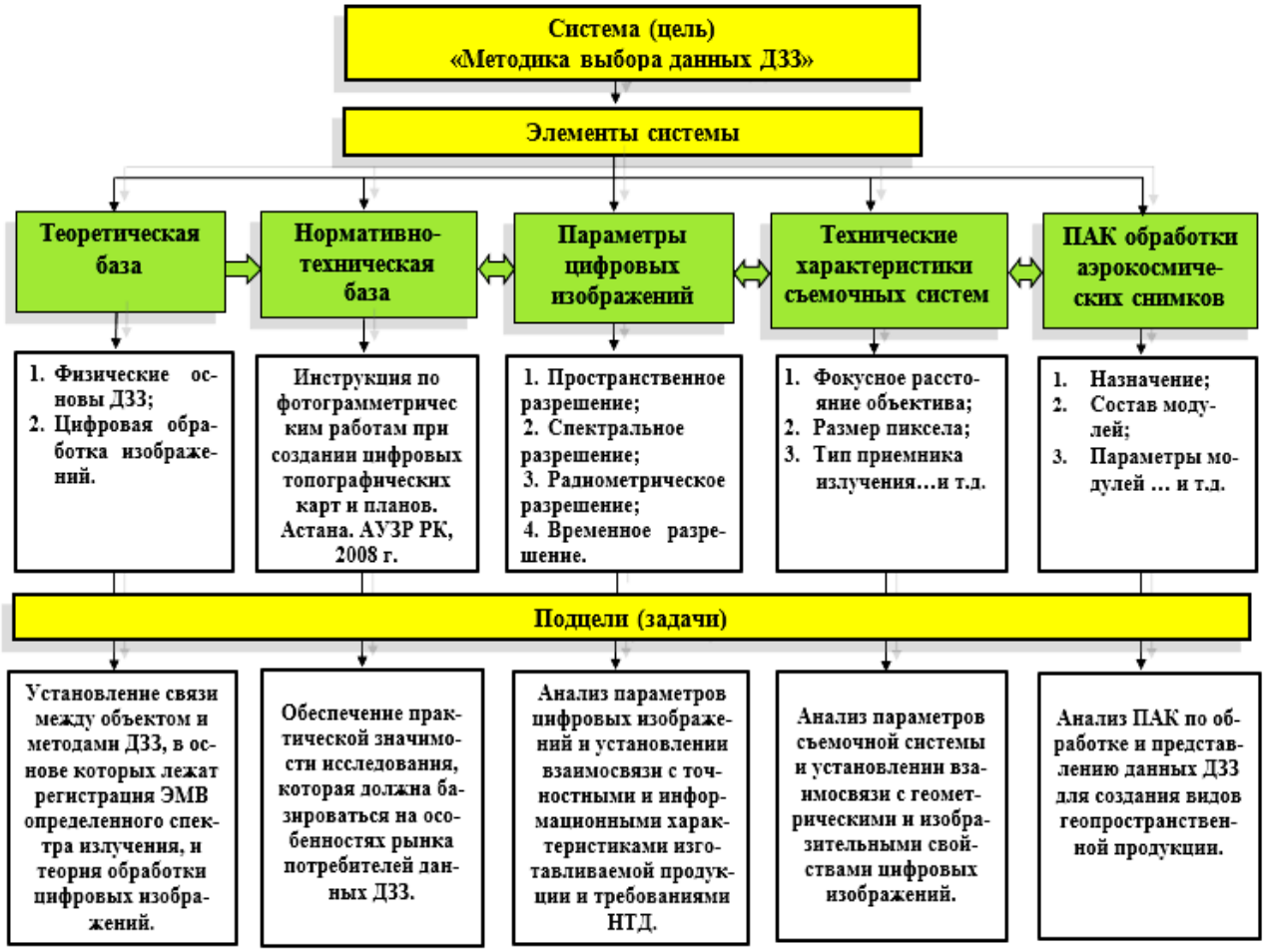


Рисунок 2 – Общая технологическая схема методики выбора данных ДЗЗ

Первый элемент структуры системы представляет собой теоретическую базу ДЗЗ. Задача данной подсистемы основана на известных причинно-следственных связях между изучаемым объектом и методами ДЗЗ, в основе которых лежат регистрация электромагнитных волн определенного спектра излучения и теория обработки цифровых изображений. Физические основы методов ДЗЗ достаточно глубоко разработаны и реализованы практически. На первоначальном этапе развития ДЗЗ в виде аналоговых технических средств – аэрокосмических фотосъемочных систем, затем, в виде цифровых оптико-электронных съемочных систем. Соответственно, при переходе от аналоговых технологий к цифровым, значительные изменения произошли в базовых теоретических основах обработки данных.

Сформировалась, и активно развивается, относительно новая научная дисциплина – цифровая обработка изображений. Именно на базе теории цифровой обработки изображений проектируются программные продукты в области цифровой фотограмметрии, позволяющие существенно повысить точность измерений и расширить возможности автоматизации большинства технологических этапов создания геопространственных продуктов в виде цифровых моделей местности, цифровых моделей рельефа, ортофотопланов и т. д.

Второй элемент системы – нормативно-техническая база. Для проводимых исследований использовалась «Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. Агентство по управлению земельными ресурсами Республики Казахстан. Астана, 2008» [2]. Задача данного элемента системы заключается в обеспечении практической значимости исследования, которая должна базироваться на особенностях рынка потребителей данных ДЗЗ в стране. Казахстанский рынок пользователей данных ДЗЗ состоит главным образом из структур, обеспечивающих решение государственных задач в области картографии, землеустройства, лесоустройства, использующих с 1938 г. материалы аналоговой аэрофотосъемки, а с 2007 г. – цифровой аэрофотосъемки. Использование материалов космической съемки в Казахстане, до ввода в эксплуатацию в 2014 г. двух собственных ИСЗ ДЗЗ, было незначительным. Очевидно, что данный факт, позволит расширить круг потребителей данных ДЗЗ 1-5 м пространственного разрешения. Потребности пользователей материалов съемки субметрового разрешения будут и далее обеспечиваться аэрофотосъемкой.

Если цели и задачи топографического картографирования четко сформулированы в регламентирующих документах, поскольку имеют давнюю и сложившуюся историю технологических аспектов их создания, то в отношении цифровых материалов космической съемки таковые практически отсутствуют. Подавляющее большинство нормативных документов Республики Казахстан к материалам аэрофотосъёмки морально устарели, поскольку регламентируют параметры аналоговых изображений, полученных на фотопленке или фотобумаге. Материалы космических съёмок вообще никак не регламентируются. Принятые в начале XXI века в Казахстане нормативные документы, регулирующие технологию создания цифровых карт и планов, в отношении материалов аэрофотосъемки, ориентируются на устаревшую технологию использования цифровых снимков, полученных путем сканирования аналоговых. Тем не менее, подобная технология может быть полезна, учитывая огромный объем архивных материалов аналоговой аэрофотосъемки на территорию Казахстана, накопленный за более чем полвека ее существования, особенно в целях мониторинга состояния окружающей среды.

Третий элемент системы – параметры цифровых изображений. Задача данной подсистемы – анализ цифровых изображений с целью установления взаимосвязей между их параметрами, такими как: спектральное разрешение, пространственное разрешение, радиометрическое разрешение, временное разрешение с точностными и информационными характеристиками производимой продукции, т. е. топографическими картами и планами.

Четвертый элемент системы – подсистема технических характеристик съемочных систем. Задача данного элемента системы заключается в установлении взаимосвязи технических параметров съемочной аппаратуры с геометрическими (точностными) и изобразительными свойствами цифровых изображений.

Пятый элемент системы – программно-аппаратный комплекс (ПАК) обработки цифровых изображений. Задача подсистемы – анализ ПАК по обработке и представлению данных ДЗЗ для создания видов геопространственной продукции, в том числе топографических карт и планов.

Таким образом, на основе системного подхода на первом этапе построена общая технологическая схема исследований, согласно которой устанавливаются логические и формализованные взаимосвязи между элементами системы и определены структура подцелей (задач) элементов системы.

Следующие этапы исследований связаны с достижением главной цели, т. е. разработки методики выбора данных ДЗЗ путем обоснования технологических схем логических и формализованных связей между различными элементами системы. В качестве примера приведем технологическую схему связи параметров данных ДЗЗ с требованиями нормативно-технической документации (НТД), представленную на рисунке 3.

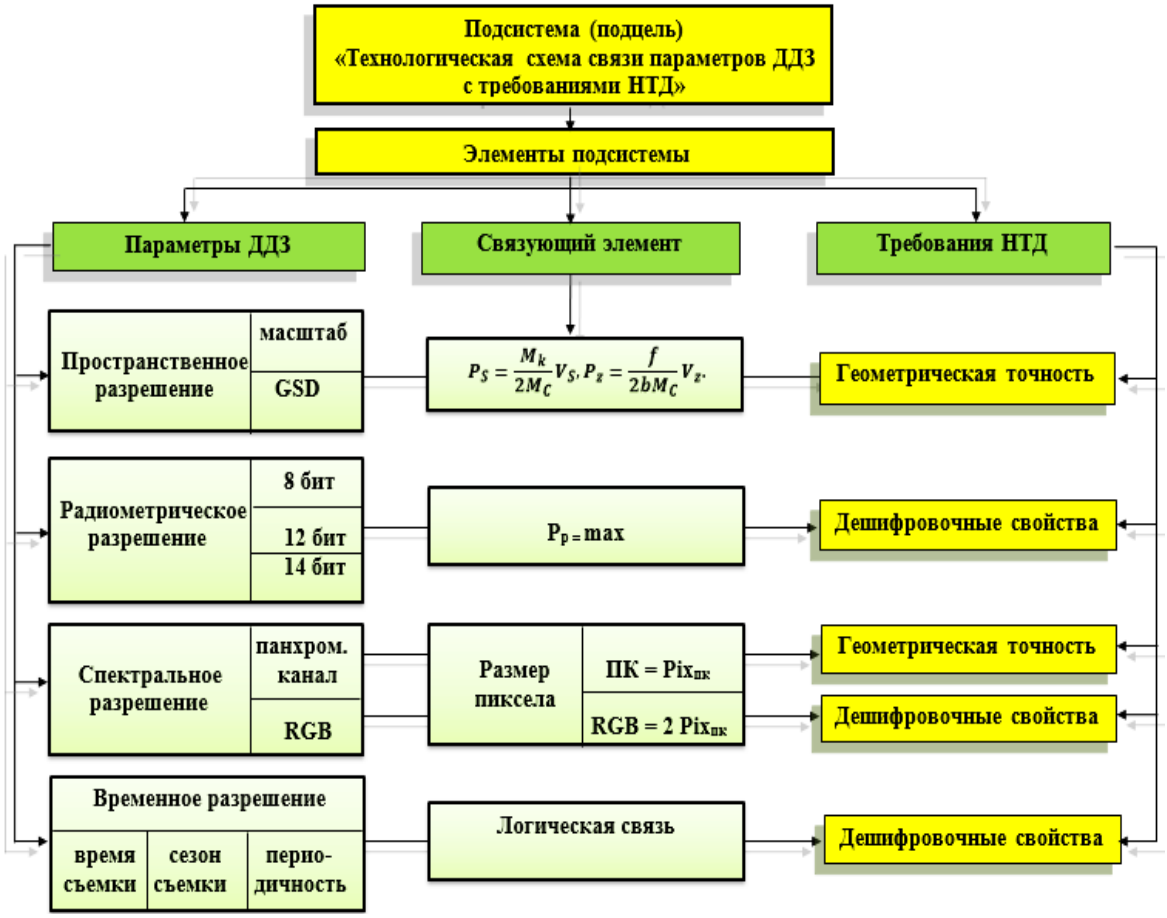


Рисунок 3 – Технологическая схема связи параметров данных ДЗЗ с требованиями НТД

Наиболее важными параметрами данных ДЗЗ с точки зрения практического применения считаются пространственное, спектральное, радиометрическое и временное виды разрешений. Качество цифровых изображений и точность их фотограмметрической обработки, т. е. информативность, возможность распознавания и измерения как можно большего количества объектов и их свойств на снимке определяются, главным образом, этими параметрами. В связи с этим, параметрам данных ДЗЗ согласно НТД предъявляются следующие главные требования: геометрическая точность и дешифровочные свойства. Поэтому, целью данной подсистемы является установление логических и формализованных связей параметров данных ДЗЗ с требованиями НТД.

Один из главных параметров данных ДЗЗ – пространственное разрешение, которая обычно описывается параметром GSD (ground sampling distance), который означает размер пикселя на местности. Согласно НТД, пространственное разрешение влияет на геометрическую точность изготавливаемой продукции, т. е. топографических карт и планов.

Применительно к цифровой аэрокосмической съемке в нормативно-техническом документе не содержится требований к пространственному разрешению в зависимости от масштаба карты, плана или ортофотоплана. Инструкция содержит методику расчета размера пикселя при сканировании аналогового снимка исходя из следующих факторов: требуемой точности определения плановых координат V_s и высот V_z точек фотограмметрической модели, масштаба создаваемой карты (плана) M_k, масштаба обрабатываемых снимков M_c, величины фокусного расстояния камеры f, продольного базиса фотографирования на снимке b. Согласно инструкции, величина элемента разрешения для обеспечения точности определения плановых координат должна составлять

$$P_s = \frac{M_k}{2M_c} V_s . \quad (1)$$

Для обеспечения точности определения высот

$$P_z = \frac{f}{2bM_c} V_z . \quad (2)$$

В формулах (1) и (2) цифра 2 – коэффициент, учитывающий потерю точности из-за процессов обработки: сканирования, опознавания, стереонаведения и измерения точек. За окончательное из P_s, P_z берется их минимальное значение [2].

Радиометрическое разрешение влияет на дешифровочные свойства цифрового изображения. Это связано с тем, что объем и характер информации, получаемой по снимку, прямо зависит от его изобразительных свойств, которые повышаются с увеличением радиометрического разрешения. Чем больше радиометрическое разрешение снимка ($P_p = \max$), тем лучше передаются вариации яркостей объекта, соответственно, тем выше информативность снимков и больше объектов можно обнаружить и успешно выполнить процесс дешифрирования. Особенно это касается объектов, расположенных в тени. Тени от зданий, деревьев, рельефа не позволяют увидеть многие важные объекты на снимках с низким радиометрическим разрешением. Современные цифровые топографические аэрофотокамеры обеспечивают получение аэрофотоснимков с высоким радиометрическим разрешением 8, 12, 14 бит или 256, 4096, 16 384 градаций яркости в каждом канале соответственно.

Спектральное разрешение данных ДЗЗ определяет зона спектра электромагнитных волн, регистрируемых сенсором. Съемка цифровыми оптико-электронными системами производится либо сразу во всем видимом диапазоне – панхроматическом, либо в нескольких узких зонах спектра – многозональная (R-красная, G-зеленая, B-синяя). Спектральное разрешение панхроматического канала наиболее низкое, поскольку на нем не выделяются сигналы с различной длиной волны, и полученное изображение характеризует отражательную способность объекта во всем видимом диапазоне спектра. Обычно, панхроматический канал съемочной системы снабжается приемниками излучения, обеспечивающими наилучшее пространственное разрешение по сравнению с зональными каналами. Более высоким спектральным разрешением обладают цветные снимки, что объясняется тем, что цветное изображение формируется путем сложения трех цветоделенных (RGB). Поэтому, разрешением панхроматических каналов в конечном итоге определяется пространственное разрешение цифрового аэроснимка, что влияет на геометрическую точность изображения. Зональные (RGB, ближний и тепловой инфракрасный) каналы определяют спектральное (цветовое) разрешение аэроснимка, что влияет на дешифровочные свойства изображений.

Преимуществом современных оптико-электронных съемочных систем является возможность получения снимков по всем каналам одновременно.

Временное разрешение характеризуется периодичностью (цикличностью) съемок, временем и сезоном съемки. Этот параметр данных ДЗЗ влияет на дешифровочные свойства снимка, но установленная связь – логическая. При организации и производстве аэрокосмических съемок важно правильное определение времени суток и сезона съемки, так как физические основы ДЗЗ основываются на изучении спектральной отражательной способности различных объектов, которые получают непосредственными измерениями на них и затем они обобщаются и используются при дешифрировании данных ДЗЗ. А на спектральные характеристики объектов, главным образом, влияют независимые параметры ДЗЗ определяющие условия освещенности снимаемой поверхности. Требования к выбору сезона съемки определяются исходя из изменений ландшафтных особенностей территории, так как среди факторов, влияющих на формирование изображения, существенное место занимают их изменчивость, смена состояний в зависимости от сезона (лето, весна, зима, осень). Все объекты земной поверхности существуют не только в пространстве, но и во времени, т. е. постоянно изменяются. Со временем меняются физиономические свойства объектов, их внешние облик, а значит, в момент съемки каждый из географических объектов фиксируется в одном определенном состоянии. От того, насколько хорошо выражены в этом состоянии важные для исследования характеристики, зависят результаты дешифрирования. Поэтому, в зависимости от цели съемки и от объекта съемки осуществляется выбор сезона и времени съемки.

Далее предполагается разработка технологических схем логических и формализованных связей параметров съемочной системы с качеством цифрового изображения, параметров данных ДЗЗ с техническими параметрами съемочной системы, параметров ПАК обработки аэрокосмических снимков с требованиями НТД.

Литература:

1. Хан В.А., Сейтказина Г.С., Боханова А.Б. Методология исследований геопространственных технологий в вузе // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии и проекты в горно-металлургическом комплексе, их научное и кадровое обеспечение». – Алматы: КазНТУ, 2014. – С. 688–693.

2. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – Астана: АУЗР РК, 2008. – 75 с.

Поступила 12.12.2015 г.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. Amangeldiuly N. – магистрант Научно-образовательного центра Казахстанско-Британского технического университета
2. Beketov K.M. – д.х.н., директор департамента науки ТОО Института инжиниринга и информационных технологий Казахстанско-Британского технического университета
3. Дарменбаева А.С. – докторант PhD Таразского государственного университета им. М.Х.Дулати
4. Жакыпбек Ы. – доктор PhD, доцент кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева
5. Жармагамбетова А.К. – д.х.н., профессор, заведующая лабораторией органического катализа АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского»
6. Жармагамбетова А.Е. – магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева
7. Калиева С.А. – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Евразийского государственного университета им. Л.Н. Гумилева
8. Калыбеков Т. – д.т.н., профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева
9. Ким А.С. – д.ф-м.н., заведующий лабораторией исследования литосферно-ионосферных процессов АО «Национальный центр космических исследований и технологий»
10. Комашко Л.В. – к.х.н., научный сотрудник лаборатории органического катализа АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского»
11. Корулькин Д.Ю. – д.х.н., профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби
12. Литвинов Ю.Г. – к.ф.-м.н., зав. сектором лаборатории исследования литосферно-ионосферных процессов АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

13. Музычкина Р.А. – д.х.н., профессор кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби

14. Мун Г.А. – д.х.н., профессор, заведующий кафедрой химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби

15. Мухамедрахимова Г.И. – к.п.н., доцент кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Евразийского государственного университета им. Л.Н. Гумилева

16. Мухаметканова А.М. – магистрант Научно-образовательного центра химической инженерии Казахстанско-Британского технического университета

17. Омарова А.С. – магистрант кафедры химии и технологии органических веществ, природных соединений и полимеров факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби

18. Пралиев К.Д. – д.х.н., профессор, академик НАН РК, заведующий лабораторией химии синтетических и природных лекарственных веществ, АО «Институт химических наук им.А.Б.Бектурова»

19. Rasulev B.F. – PhD, ассоциированный профессор Центра вычислительной поддержки науки и технологий Университета Северной Дакоты, США

20. Сейтказина Г.С. – магистрант кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева

21. Стихарный А.П. – к.ф.-м.н., зав. сектором лаборатории исследования литосферно-ионосферных процессов АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

22. Талгатов Э.Т. – м.н.с. лаборатории органического катализа АО «Институт топлива, катализа и электрохимии им. Д.В.Сокольского»

23. Тлеубаева А. А. – к.с.-х.н., с.н.с. Казахского научно-исследовательского института овощеводства и картофелеводства

24. Faskhutdinov M.F. – к.х.н., заместитель директора департамента науки ТОО Института инжиниринга и информационных технологий Казахстанско-Британского технического университета

25. Хан В. А. – к.т.н., профессор кафедры «Маркшейдерское дело и геодезия» Казахского национального исследовательского технического университета им. К. И. Сатпаева

26. Шпади Ю. Р. – к.ф.-м.н., в.н.с. лаборатории исследования литосферно-ионосферных процессов АО «Национальный центр космических исследований и технологий»

27. Ю В. К. – д.х.н., профессор, г.н.с. лаборатории химии синтетических и природных лекарственных веществ АО «Институт химических наук им. А.Б. Бектурова»

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЗОР

КИМ А.С., ШПАДИ Ю.Р., СТИХАРНЫЙ А.П., ЛИТВИНОВ Ю.Г.
Распространение волн в очаговой зоне при внезапном возникновении разрыва…….. 4

ХИМИЯ

AMANGELDIULY N., FASKHUTDINOV M.F., BEKETOV K.M., RASULEV B.F., YU V.K.
Utilization of sulfuric acid and caprolactam production wastes (sulfuric sludge and pod oil) for the production of sulfur concrete …… 37

ЖАРМАГАМБЕТОВА А.К., ТАЛГАТОВ Э.Т., ДАРМЕНБАЕВА А.С., КОМАШКО Л.В.
Низкотемпературное гидрирование ацетиленовых соединений на полисахарид-содержащих палладиевых катализиторах……..... 43

МУХАМЕТКАНОВА А.М., ПРАЛИЕВ К.Д., МУН Г.А., Ю В.К.
N-[(2-винилоксиэтил)амино]пропионитрил: оптимальные условия получения…..…… 54

ОМАРОВА А.С., МУЗЫЧКИНА Р.А., КОРУЛЬКИН Д.Ю.,ТЛЕУБАЕВА А.А.
Рострегулирующая активность производных оксиантрахинонов ……... 61

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

КАЛЫБЕКОВ Т., ЖАКЫПБЕК Ы., ЖАРМАГАМБЕТОВА А.Е.
Основные направления рационального использования сельскохозяйственных земель в рыночных условиях ……. 66

МУХАМЕДРАХИМОВА Г.И., КАЛИЕВА С.А.
Точное логическое определение понятий NGN и Post-NGN – условие истинного знания телекоммуникационной структуры и путей внедрения новых технологий ..……... 75

ХАН В.К., СЕЙТКАЗИНА Г.С.
Методологические основы выбора данных дистанционного зондирования Земли …… 84

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ …….. 91

CONTENTS

REVIEW

KIM A.S., SHPADI Yu.R., STIKHARNYI A.P., LITVINOV Yu.G.
Waves propagation in nidal zone at sudden appearance of break …… 4

CHEMISTRY

AMANGELDIULY N., FASKHUTDINOV M.F., BEKETOV K.M., RASULEV B.F., YU V.K.
Utilization of sulfuric acid and caprolactam production wastes (sulfuric sludge and pod oil) for the production of sulfur concrete…… 37

ZHARMAGAMBETOVA A.K., TALGATOV E.T., DARMENBAYEVA A.S., KOMASHKO L.V.
Low-temperature hydrogenation of acetylene compounds on polysaccharide-containing palladium catalysts …….……. 43

MUHKAMETKANOVA A.M., PRALIEV K.D., MUN G.A., YU V.K.
N-[(2-vinyloxyethyl)amino]propionitrile: optimum synthesis ……. 54

OMAROVA A.S., MUZYCHKINA R.A., KORULKIN D.Y., TLEUBAEVA A.A.
Growth regulating activity of derivatives of hydroxyanthraquinones ……. 61

TECHNICAL SCIENCES

KALYBEKOV T, ZHAKYPBEK Y., ZHARMAGAMBETOV A.E.
Main areas of rational use of agricultural earth in market conditions ……. 66

MUHKAMEDRAHIMOVA G.I., KALIEVA S.A.
The precise logical definition of concepts NGN and Post-NGN is the condition of true knowledge of telecommunication structures and ways of introduction of new technologies …. 75

KHAN V.A., SEYTKAZINA G.S.
Methodological basis of the selection of remote sensing data 84

THE INFORMATION ABOUT AUTHORS…….. 91

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЕЙ

1. Журнал «Известия НТО «Кахак» публикует написанные на русском, казахском, английском и корейском языках оригинальные статьи, обзоры. Журнал дает информацию, связанную с деятельностью общества.
2. В оригинальных статьях могут рассматриваться результаты как теоретических, так и прикладных НИР.
3. Авторы, желающие опубликовать обзорную статью, должны предварительно согласовать ее тематику, представив аннотацию на 1-2 стр. В обзорах следует освещать темы, представляющие достаточно общий интерес по выбранной тематике или отражающие какой-либо важный аспект применения в промышленности, сельском хозяйстве, медицине и т.д. Допускается обобщение результатов многолетних исследований научных коллективов.
4. Объем статьи не должен превышать 10 страниц формата А4. Статья должна начинаться с введения. В нем должны быть даны: содержательная постановка рассматриваемого в статье вопроса, краткие сведения по его истории, отличие предлагаемой задачи от уже известных, или преимущество излагаемого метода по сравнению с существующим. Основная часть статьи должна содержать формулировку задачи и предлагаемый метод ее решения, заключительная часть – краткое обсуждение полученных результатов и, если возможно, пример, иллюстрирующий их эффективность и способы применения.
5. Все статьи проходят именное рецензирование.
6. Авторы могут представить электронную версию своей статьи по адресу: **izv.ntokaxak@mail.ru**

Требования к оформлению рукописей

Статьи представляются в электронном виде в текстовом редакторе Word 97, формулы набираются с помощью редактора MS Equation 3.0 (2.0) или Chem Draw.

Шрифт Times New Roman 12 pt. Межстрочный интервал одинарный. Поля: верхнее – 2,0 см, нижнее – 2,0 см, левое – 2,0 см, правое – 2,0 см. Абзац – красная строка – 0,5 см.

Текст статьи должен начинаться с указания:

с левой стороны – индекса УДК, *ниже* приводятся:

- название статьи (прописные буквы, форматирование по центру),
- фамилии и инициалы авторов (прописные/светлые, форматирование по центру),
- название организации и ее местонахождение,
- e-mail авторов
- резюме (краткое изложение содержания статьи, дающее представление о теме и структуре текста, а также основных результатах, 5 предложений),
- ключевые слова, обеспечивающие полное раскрытие содержания статьи (5 слов),
- текст статьи,
- список литературы,
- Ф.И.О. авторов, название статьи, резюме, ключевые слова на трех языках (на казахском, английском и русском).

Рисунки должны быть представлены в отдельном файле.

Статья представляется в ***doc*** или ***docx*** формате, а также идентичная копия в ***pdf*** формате, на электронный адрес журнала, в отдельных файлах дублируются рисунки, таблицы, графики, схемы, а также приводятся сведения об авторах (имя, отчество, ученая степень, ученое звание, служебный адрес, место работы, должность и телефоны для связи).

Ссылки на литературные источники в тексте приводятся в квадратных скобках. Библиографический список оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание: общие требования и правила составления».

Компьютерный набор и макетирование Ли У.П.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Курмангазы, 40 (Дом Дружбы), офис 34
Тел. 8(727)-726774

Подписано в печать 10.03.2016 г.
Печать трафаретная. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная № 1.
Тираж 500 экз.

Отпечатано в «Print Express. Издательство и полиграфия»
Алматы, ул. Курмангазы/Мауленова 110/81
Тел. 8(727)-2726011, 8(727)-2726050