

Берилган  $A = B \cap C$ , бу ерда  $A, B, C$  – норавшан тўпламлар.

Умумийликни чекламаган ҳолда фараз қилиш мумкинки,  $B$  – норавшан компакт бирламчи ахборот.  $\alpha$ -даражадаги  $A$  тўпламини кўриб чиқайлик.

$\forall \alpha \in (0,1] A_\alpha = \{z : \mu_A(z) \geq \alpha\} = \{z : \mu_B(z) \geq \alpha, \mu_C(z) \geq \alpha\} \subset \{z : \mu_B(z) \geq \alpha\} = B_\alpha$  –  $Z$  фазодаги компакт тўплам ва мос ҳолда,  $A_\alpha - Z$  фазодаги компакт тўплам.

Демак,  $A$  – норавшан компакт бирламчи ахборот.

Чизикли тенгламалар тизимининг компакт *норавшан ечимини топиш* учун бирламчи ахборот ва норавшан тўпламлар назариясидан фойдаланиш таклиф этилди.

#### Адабиётлар

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. -М.: «Мир», 1976. –С.165.
2. Алтуний А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. -Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 2000. –С. 352.
3. Рыбкин В.А., Язенин А.В. О сильной устойчивости в задачах возможностной оптимизации. // Изв. РАН ТИСУ. 2000. №2.
4. Бекмуратов Т.Ф., Мухамедиева Д.Т. Один подход к решению некорректных задач оценки риска при нечеткой исходной информации. // Материалы Девятой Международной Азиатской школы-семинара «Проблемы оптимизации сложных систем». – Алматы: 2013. -С.2-3.
5. Мухамедиева Д.Т. Численное решение некорректно поставленных задач с применением природных алгоритмов. //Узбекский журнал проблемы информатики и энергетики. – Ташкент: 2014. №5. -С. 13-18.

**РЕЗЮМЕ.** Ушбу мақола чизикли тенгламалар ва уларнинг ихчамлиги учун ноаниқ ечимларни излашни ўрганади ва амалий қўллаш усуллари ва шартларини муҳокама қилади. У лойқа мантиқ, оптималлаштириш ва қарор қабул қилиш соҳаларида тадқиқотчилар ва амалиётчиларга ёрдам бериш учун назарий таҳлил ва экспериментал натижаларни тақдим этади.

**РЕЗЮМЕ.** В данной статье исследуется поиск нечетких решений линейных уравнений и их компактность, рассматриваются методы и условия для практического применения. Предлагается теоретический анализ и экспериментальные результаты, помогаая исследователям и практикам в области нечеткой логики, оптимизации и принятия решений.

**SUMMARY.** This article explores finding fuzzy solutions to linear equations and their compactness, examining methods and conditions for practical applications. It offers theoretical analysis and experimental results, benefiting researchers and practitioners in fuzzy logic, optimization, and decision-making.

#### ФАКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В ЮЖНОМ ПРИАРАЛЬЕ ЗА 1961-2020 ГОДЫ

**Б.Ж.Нарымбетов** – старший научный сотрудник

*Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения*

*Академии наук Республики Узбекистан*

**Таянч сўзлар:** Жанубий Оролбўйи, иқлим ўзгариши, конвектив олиб чиқиш, аэрозоль, ҳаво ҳарорати, намлик.

**Ключевые слова:** Южное Приаралье, изменение климата, конвективный вынос, аэрозоль, температура воздуха, влажность воздуха.

**Key words:** Southern Aral Sea region, climate change, convective removal, aerosol, air temperature, air humidity.

Под термином «изменение климата» понимают колебания, выражающиеся в статистически достоверных отклонениях, параметров погоды от многолетних значений за период времени от десятилетий и более. Имеется важное расхождение в употреблении этого термина в документах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) [1] и Рамочной конвенции ООН по изменению климата (РКИК ООН) [2]. В документах МГЭИК под *изменениями климата* понимаются любые статистически существенные вариации среднего состояния или его изменчивости природного или антропогенного происхождения. Это определение отличается от предложенного РКИК ООН, где под изменениями климата понимаются только антропогенно обусловленные изменения.

В научных исследованиях принято более общее определение изменений климата – безотносительно к вызвавшим их причинам. Соответственно, при анализе климатической изменчивости и изменений климата рассматриваются две составляющие изменений климата – антропогенные изменения (вызванные человеческой деятельностью) и естественные изменения (под влиянием естественных факторов). В качестве характеристик климата при этом могут использоваться любые климатические переменные и любые базовые периоды.

Климат Южного Приаралья до 1961г. оставался относительно стабильным [3]. Аральское море до середины прошлого века являлось уникальным водоемом среди знойных пустынь Средней Азии и Казахстана. Многолетний средний уровень моря за период инструментальных наблюдений с 1911 по 1960 год был на 53 м выше нуля Кронштадтского футштока, принимаемого за точку отсчета. Площадь моря составляла 68320,5 км<sup>2</sup>, наибольшая глубина 69 м, средняя - 16,1 м. Межгодо-

вые колебания уровня не превышали 0,2-0,5 м. Длина береговой линии составляла около 4430 км. На Аральском море насчитывалось более 1100 островов. Средняя соленость равнялась 10‰.

Начиная с 60-х годов XX века здесь происходят существенные и необратимые в обозримом будущем природные изменения. Площадь водной поверхности Аральского моря сократилась более чем на 2/3, первоначальный уровень моря снизился на 22 м, соленость возросла в 6-12 раз. Береговая линия отступила на 100-150 км, и осушенная площадь бывшего морского дна составила более 45 тыс. км<sup>2</sup>. С нее ежегодно выдувается более 100 млн. тонн солевой пыли.

Существенные нарушения в режиме Аральского моря совпали по времени с изменениями, которые произошли в общей циркуляции атмосферы и синоптических процессах Средней Азии. И последующие годы Аральское море продолжало отступать, а в общей циркуляции атмосферы осуществлялись дальнейшие изменения, которые приводили к крупным климатическим аномалиям.

В ближнем Приаралье происходили локальные изменения климата, связанные с отходом береговой линии. Климат бывшей прибрежной зоны превращался в климат пустынь. В ближайшее время нет оснований ожидать существенных климатических изменений в сторону стабилизации.

Приаралье располагается на крайнем северо-западе зоны континентального субтропического климата. Оно подразделяется на три климатических округа [4] – Устюрт, Приаральский, Низовье Амударьи. В природно-климатическом районировании [5] Устюрт относится к Центрально-Казахстанской провинции, Южное Приаралье – к Туранской.

Средние годовые суммы температуры на этом пространстве изменяются в диапазоне от 9°C (Устюрт) до 12,5°C (Низовье Амударьи), средние температуры января – соответственно от -7° до -1°C, средние июльские температуры – от 26° до 28°C.

Абсолютный минимум составляет от -40° до -34° С, абсолютный максимум – от 43° до 46°C. Безморозный период длится 160-200 дней.

Снежный покров лежит в среднем на Устюрте 60 дней, а на юге территории - 15 дней. Годовая сумма осадков в пределах 100-140 мм.

Для того, чтобы оценить реальную роль деградации моря в климатических колебаниях, нужно иметь в виду следующее.

Аральский кризис совпал по времени с переломом в характере колебаний мощного климатообразующего фактора – общей циркуляции атмосферы. В период 1958-1960 годов началось снижение ежегодного числа дней с зональным типом общей циркуляции атмосферы и увеличилось число дней с меридиональными типами. Для каждого из этих типов свойственна относительно повышенная повторяемость тех или иных региональных синоптических процессов, обуславливающих потепление или похолодание, большую или меньшую влажность воздуха, осадки или засуху.

С начала 60-х годов, особенно в 1976-1985 годах, уменьшилось число холодных вторжений, в то же время возросла повторяемость мало-градиентных полей пониженного и повышенного давления, способствующих трансформации приходящих воздушных масс в местные, например, в туранскую тропическую воздушную массу.

В отрезки времени, в которые преобладание тех или иных процессов становится наиболее четким, образуется климатическая аномалия. Так, зимний период 1971-1980 годов повсеместно в Средней Азии характеризовался экстремально низкими, в среднем за 10 лет, январскими температурами.

С десятилетия 1976-1985 начались наиболее жаркие летние периоды. 1981-1990 годы отличались очень высокими температурами в январе. Эта положительная аномалия, несколько превышающая все предшествующие, наблюдалась в средних широтах северного полушария от 30° з.д. до 30° в.д. Увеличение температуры воздуха в летний сезон продолжается. Сторонники идеи глобального потепления за счет увеличения концентрации парниковых газов в этой аномалии видят подтверждение своей концепции.

С конца 80-х годов появились признаки новой циркуляционной эпохи – резко снизилось годовое число дней с меридиональным типом и возросло число дней с зональными потоками. Перелом 1960 года в тенденции рядов числа дней с различными типами циркуляции совпал с началом активного орошения земель в Голодной степи и других районах и деградации Аральского моря. Таким образом, в Приаралье климатические условия видоизменялись под воздействием естественных, антропогенных глобальных и антропогенных локальных факторов.

Антропогенные локальные изменения климата, происшедшие в период деградации Аральского моря, сводятся к следующему:

Зимой и осенью при региональном похолодании (1971-1980 годы) уменьшение отопляющего влияния моря приводит к большему снижению температуры на бывших береговых станциях, чем на станциях, удаленных от моря.

В период регионального потепления (1981-1990 годы) повышение зимних температур воздуха, в том числе и минимальных, больше на удаленных от моря станциях.

Летом и весной уменьшение охлаждающего влияния моря при потеплении (1970-1985 годы) приводит к большему увеличению температуры воздуха в осушенной зоне, чем в удаленных районах, и к меньшему похолоданию при понижении температурного фона.

Различие между фоновыми и локальными изменениями, то есть непосредственно антропогенный фактор, в температуре воздуха не превосходит 1,0-1,5°C. Более заметное изменение температурного режима происходит в последние годы на островах, площадь которых возрастает в связи с понижением уровня моря. Доля антропогенного вклада в изменение температуры достигает 25-50%.

Чтобы доказать значимость глобальных атмосферных процессов в формировании осуществившихся в Приаралье температурных изменений, были подвергнуты дисперсионному анализу средние месячные температуры воздуха при разных формах циркуляции [6].

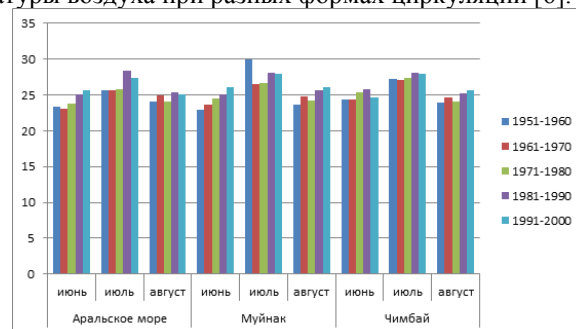


Рисунок 1. Температура воздуха на станциях Аральское море, Муйнак и Чимбай в летний период.

Так как весенние и осенние антропогенные изменения температуры воздуха имеют разную интенсивность (а иногда и знак) тепловые ресурсы всего вегетационного периода в прибрежной зоне были долгое время стабильны.

В 1981-1990 годах, когда море отошло от берега на 26 км (станция Уялы), 25 км (станция Муйнак), и эффект летнего антропогенного потепления вырос, сумма эффективных температур увеличилась здесь по сравнению с условно естественным периодом на 30-50°C.

Дата перехода средних суточных температур через 0°C к положительным значениям на побережье почти не изменилась, в то время как на других станциях Приаралья и в пустыне этот переход осуществляется в более поздние сроки, чем средние многолетние.

Осенью переход через 0°C к отрицательным значениям происходит, как и во всем регионе, в более поздние даты, но изменения статистически незначимы.

На фоне общего снижения летних суточных амплитуд температуры воздуха на береговых станциях амплитуды увеличиваются, приближаясь к континентальным значениям. Амплитуды возросли на станции Уялы с 5-6°C до 11,5°C, в Муйнаке с 7,5-8°C до 12,6°C. Зимние суточные амплитуды температуры бывшей прибрежной зоны существенно не меняются и остаются ниже континентальных.

В связи с повышением температурного фона произошли определенные сдвиги в биоклиматических условиях: четко прослеживается тенденция к увеличению затрат тепла и влаги на испарение пота человеком в период усыхания моря; в последнее время эти величины несколько уменьшились, оставаясь все же выше значений в условно естественный период.

Заметные изменения произошли в 1981-1990 годах в повторяемости разных классов погод. В Муйнаке, например, исчез класс погоды «очень жаркая и очень влажная», увеличилась повторяемость погоды «очень жаркой и очень сухой».

Наиболее отчетливо происходило в Приаралье изменение относительной влажности, особенно на южном

и восточном побережье. Из результатов численного моделирования [7] следует, что роль Аральского моря в повышении влагосодержания атмосферы прослеживается до высоты 3 км в подветренном направлении. Однако эмпирические оценки несколько ниже. Разница значений в относительной влажности с пустыней при "ненарушенном" режиме составляла 35-40%, после 1990 года – 20-24%. Антропогенный вклад сопоставим с естественным, а в отдельных пунктах даже превосходит его.

Имеет место положительная тенденция потерь на испарение в дельте Амударьи.

Обмеление моря сказалось, вне всяких сомнений, на ветровом режиме Приаралья – произошло ослабление бризовой циркуляции, преимущественно за счет сокращения дневных бризов.

Осушение колоссальных площадей и достаточно активная ветровая деятельность в 70-80-х годах обусловили резкое увеличение числа пыльных бурь в Приаралье и даже за его пределами, что привело к засолению почв на большом пространстве.

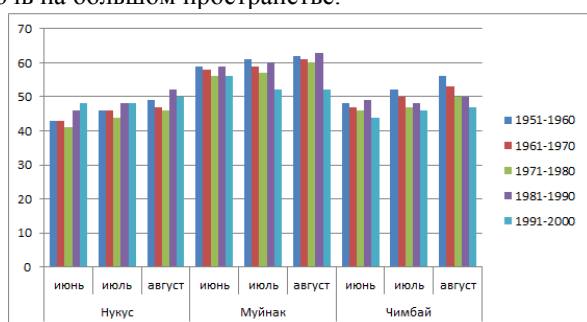


Рисунок 2. Влажность воздуха на станциях Нукус, Муйнак и Чимбай в летний период.

В настоящее время, вероятно, в связи с общим ослаблением скорости ветра в Средней Азии, пыльные бури стали наблюдаться значительно реже.

В атмосферных осадках влияние отступления моря проявилось в соотношении осадков холодного и теплого периодов. Если над южным побережьем ранее преобладали осадки теплого полугодия, то теперь – холодного. Количество осадков в Южном Приаралье в среднем варьирует от 100 до 155 мм/год, имея слабую тенденцию к их увеличению.

При осуществлении самого пессимистического прогноза состояния Аральского моря (практически его исчезновения) в бывшем ближнем Приаралье можно ожидать дополнительные антропогенные климатические изменения - температуры воздуха в пределах 0,5°C, относительной влажности до 3-5% и 5-10 дней с пыльными бурями и поземком.

При стабилизации состояния Большого моря и продолжения гидромелиоративных работ в климатическом режиме Приаралья будут проявляться эффекты естественной изменчивости и глобального потепления.

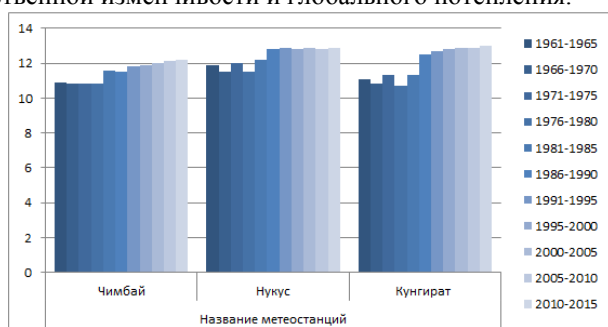


Рисунок 3. Изменение средней температуры воздуха (в среднем каждые 5 лет) на станциях Нукус, Чимбай и Кунгират [8].

Изменение климата в Приаралье связывают в основном с сокращением акватории Арала, значительно смягчавшей континентальность температурного режима [9]. Между тем климатические изменения в немалой степени зависят от аэрозольного загрязнения атмосферы, признанного мировым научным сообществом важнейшим фактором изменения климата, в том числе глобального потепления. Существенный вклад в изменение регионального климата оказывает и растительный покров. Его значение для климатических изменений в Южном Приаралье возрастает с развитием процессов опустынивания. Все эти факторы представляют собой динамическую систему, в которой приоритеты компонентов меняются со временем. Многолетняя динамика этой системы факторов изучена методами математического моделирования. Результаты исследования показали, что приоритет усыхания Аральского моря как климатического фактора в последние десятилетия утрачен. Если в 1966-1975 его охлаждающий эффект был равен -6°C, то в 1996-2005 он уменьшился до -1,2°C. Экстраполяция тренда показывает, что в настоящее время влияние моря на летние температуры близко к нулю и приоритетным в системе климатических факторов в Приаралье становится аэрозольный форсинг в связи с развитием процессов выноса солей с осушенного дна Аральского моря.

В имеющихся исследованиях по данной тематике считается, что пылевые бури продуцируют в основном почвенный аэрозоль, имеющий иной механизм влияния на климат, нежели сульфатный. Уникальность пылевых бурь в Приаралье в том, что они выносят в атмосферу аэрозоль, на 70% состоящий из сульфатных и хлоридных солей, оказывающих более существенное влияние на климат, чем почвенный аэрозоль. Длительное время жизни в атмосфере мелкодисперсных солей с осушенного дна Арала (до нескольких месяцев) усиливают их климатообразующий эффект. Пустынные поверхности, раскаляющиеся в летнее время до 70-80 градусов, обуславливают значительную конвекцию мелких частиц почвы, увеличивающих путем теплообмена температуру приповерхностных слоев почвы.

По данным казахстанских ученых конвективный поток частиц почвы довольно существен: рассчитанные по радиационно-балансовой модели значения средних многолетних фоновых сухих выпадений, вызванных конвективными потоками в Приаралье, в Тахиаташе достигают в год 79 т/км<sup>2</sup>. Накопившаяся в атмосфере при штилевых условиях масса аэрозоля при возникновении даже слабого ветра (2-4 м/с) начинает горизонтальное распространение. Таким образом, конвективный вынос солевого аэрозоля является немаловажной компонентой регионального солепереноса, а также существенным фактором изменения климата, что определяет актуальность его исследования.

Значение конвективного выноса почвенного аэрозоля в климатических изменениях возрастает в связи с увеличивающимися процессами опустынивания, характерными не только в Приаралье, но и в глобальном масштабе. Таким образом результаты исследования конвективного выноса могут быть использованы и для оценок глобального потепления.

Установление причин изменений климата и оценка соответствующих им эффектов является сложной задачей, решаемой в настоящее время с помощью климатических моделей. Аэрозольный форсинг климата в Приаралье с генезисом обоих типов не доступен прямым измерениям и может быть количественно оценен только методами математического моделирования [10]. Судить лишь по метеоданным о вкладе, например, влияния усыхания Арала на климат не совсем корректно. Для этого требуется наличие длинных рядов наблюдений достаточно густой сети метеостанций, отсутствующей в регионе Приаралья.

# Литература

1. Изменение климата: обзор Пятого оценочного доклада МГЭИК. 2014. [https://wwwf.ru/upload/iblock/790/ipcc\\_review.pdf](https://wwwf.ru/upload/iblock/790/ipcc_review.pdf).
2. Рамочная конвенция ООН об изменении климата. 1992. [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/climate\\_framework\\_conv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml)
3. Субботина О.И., Чанышева С.Г. Климат Приаралья. – Ташкент: 2006, -С.172.
4. Балашова Е.Н., Житомирская О.М., Семенова О.А. Климатическое описание республик Средней Азии. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. –С. 241.
5. Гедемов Т. Приоритеты по сохранению и восстановлению растительности в бассейне Аральского моря. // Проблемы освоения пустынь. 2000. №2, -С. 41-43.
6. Молоснова Т.И., Субботина О.И., Чанышева С.Г. Климатические последствия хозяйственной деятельности в зоне Аральского моря. – М.: Гидрометеиздат, 1987. –С. 119.
7. Вагер Б.Г., Утина З.М. Моделирование влияния Аральского моря на процессы влагопереноса в пограничном слое атмосферы. // Тр. ГГО. 1982. Вып. 468. –С.56-65.
8. Рамазов Б.Р. Природные условия - климат, растения приаральской области. // Science and Education. - 2020. - Volume 1 Issue 7.
9. Тлеумуратова Б.С. Математическое моделирование влияния трансформаций экосистемы Южного Приаралья на почвенно-климатические условия./Дисс...доктора физико-математических наук. –Ташкент: 2018.
10. Тлеумуратова Б.С., Нарымбетов Б.Ж. Конвективный вынос аэрозоля в Южном Приаралье. // Вестник. 2021. №1, -С.54-59.

**РЕЗЮМЕ.** Маколада XX асрнинг иккинчи яримида ва XXI асрнинг бошларида содир бўлган Жонубий Оролбўйидаги иқлим ўзгариши муҳокама қилинган. XX асрнинг 60-йилларидан бошлаб ушбу минтақада муҳим табиий ўзгаришлар рўй беради. Ушбу минтақада ҳарорат ва намликнинг ўзгаришига эътибор қаратилган. Бу ерда муҳим роль Орол денгизи қуриган пастки майдони ортиши ўйнайди. Қурилган тағлиқдан чиқарилган аэрозоль зарралари ҳаво ҳарорати сезиларли таъсир кўрсатади. Аэрозолни тупрокнинг иситилган юзасидан конвектив тарзда олиб ишлашга алоҳида эътибор қаратилган.

**РЕЗЮМЕ.** В статье рассматриваются изменения климата в Южном Приаралье, произошедшие во второй половине двадцатого и начале двадцать первого века. Начиная с 60-х годов XX века в этом регионе происходят существенные природные изменения. Основное внимание уделено изменению температуры и влажности в этом регионе. Немаловажную роль здесь играет увеличение площади осушенного дна Аральского моря. Аэрозольные частицы, выносимые с осушенного дна, существенно влияют на температуру воздуха. Особое внимание уделено конвективному выносу аэрозоля с нагретой поверхности почвы.

**SUMMARY.** The article discusses climate changes in the Southern Aral Sea region that occurred in the second half of the twentieth and early twenty-first century. Since the 60s of the XX century, significant natural changes have been taking place in this region. The main attention is paid to the change in temperature and humidity in this region. An important role here is played by the increase in the area of the drained bottom of the Aral Sea. Aerosol particles carried out from the drained bottom significantly affect the air temperature. Special attention is paid to the convective removal of aerosol from the heated soil surface.

## МНОГОМЕРНАЯ ГРАНИЧНАЯ ТЕОРЕМА МОРЕРА В КЛАССИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ЧЕТВЕРТОГО ТИПА

**Б.П.Отемуратов** – доктор физико-математических наук, профессор  
**А.М.Халкназаров** – доктор философии физико-математических наук  
**Б.Ж.Кутлымуратов** – базовый докторант

*Нужусский государственный педагогический институт имени Ажинияза*

**Таянч сўзлар:** тўртинчи тип классик соҳа, Шилов чегараси, нормаланган Лебег ўлчови, автоморфизмлар, аналитик диск, Пуассон ядроси

**Ключевые слова:** классическая область четвертого типа, граница Шилова, нормированная мера Лебега, автоморфизмы, аналитический диск, ядро Пуассона

**Key words:** classical domain of the fourth type, Shilov bound, normalized Lebesgue measure, automorphisms, analytic disk, Poisson kernel.

Пусть  $D = D_{IV}$  – классическая область четвертого типа, образованная  $n$ -мерными векторами  $z = (z_1 \dots z_n)$ , удовлетворяющие условиям

$$|zz'|^2 + 1 - 2\bar{z}z' > 0, \quad |zz'| < 1.$$

Комплексная размерность этой области равна  $n$ . Пусть  $S$  – граница Шилова для области  $D$ , которая состоит из векторов вида  $e^{i\varphi} \chi$ , где  $\chi$  – вещественный  $n$ -мерный вектор, удовлетворяющий условию  $\chi\chi' = 1$ ,  $0 \leq \varphi \leq 2\pi$  и многообразие  $S = S_{IV}$  имеет вещественную размерность  $n$ .

Для любой функции  $f$  в  $D$  и для любого  $\zeta \in S$  рассмотрим срез-функцию  $f_\zeta$  в  $\Delta = \{t \in \mathbb{C} : |t| < 1\}$  следующего вида:  $f_\zeta(t) = f(t\zeta)$ . Это срез-функция даёт возможность связать некоторые  $n$ - мерные свойства функции  $f$  с одномерными свойствами  $f_\zeta$ .

Зафиксируем точку  $\lambda_0 \in S$  ( $\lambda_0 = (\lambda_0^1, \dots, \lambda_0^n)$ ) и рассмотрим следующее вложение диска  $\Delta$  в область  $D$

$$\{\zeta \in \mathbb{C}^N : \zeta_j = t\lambda_j^0, j = 1, \dots, N, |t| < 1\} \quad (1)$$

Граница  $T$  диска  $\Delta$  при этом вложении перейдет в окружность, лежащую на остоле  $S$ . Если  $\psi$  – произвольный автоморфизм области  $D$  (т.е. биголоморфное отображение области  $D$  на себя), то множество вида (1) под действием этого автоморфизма перейдет в некоторый аналитический диск с границей на  $S$ .

Параметризуем многообразие  $S$  следующим образом

$$\zeta = t\lambda, t = e^{i\varphi}, 0 \leq \varphi \leq 2\pi, \lambda \in S',$$

если  $\zeta \in S$ . Многообразие  $S'$  определяется по разному для областей  $D$  разного типа. Для областей первого типа – это сфера ([1]).

Рассмотрим функцию  $f \in L^p(S)$ ,  $p \geq 1$ . В этом случае срез-функция  $f_\zeta \in L^p(\Delta)$  для почти всех  $\zeta \in S$ . Это как и выше легко вытекает из следующего факта [1], что элемент объема  $d\mu$  многообразия  $S$  может быть записан в виде

$$d\mu = \frac{d\varphi}{2\pi} \wedge d\mu' = \frac{1}{2\pi i} \frac{dt}{t} \wedge d\mu',$$