Раздел 4. Экологическая безопасность

УДК 502.3:631.17

ФАКТОРИАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В ОТРАСЛЯХ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ И ИНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Бондаренко[1] В. Л., Хецуриани[2] Е. Д., Васильев[1] С. М., Добринская[3] А. А.

[1] Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А.К. Кортунова
346428, Ростовская область, г. Новочеркасск, ул. Пушкинская,111,
e-mail: nimi.TBiP@yandex.ru
[2] Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) им. М. И. Платова,
346400, Новочеркасск, ул. Просвещения, 139, e-mail: goodga@mail.ru
e-mail: goodga@mail.ru
[3] Волгоградский государственный технический университет,
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1,
e-mail: sax.nastya@yandex.ru

Аннотация. В развитии экологического направления **факториальной, «Экологической безопасности»** в использовании водных ресурсов в хозяйственной и иной деятельности рассматриваются основы изучения процессов взаимосвязи, взаимодействия и взаимоотношения (ВВВ) компонентов в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в пространстве и времени локальных речных бассейновых геосистемах на примере рек Кубани, Нижнего Дона, Терека.
Предмет исследования: понятие фактор (лат. Faktor, делающий, производящий) как причина, движущая сила определяющая его характер или отдельные его черты в составе действующей ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в пространстве и времени речной бассейновой геосистемы, к примеру, р. Кубань, в которую поступают потоки вещества, энергии и информации (ВЭИ) из внешней среды, обуславливающие собой системный механизм управляемым как извне, так и внутри обеспечивающим одновременное изменение и сохранение направления изменений в этих потоках по принципу «Всё изменяется и остаётся неизменным».
Материалы и методы: Методологической основой в исследовании вопросов по обеспечению **«Экологической безопасности»** (ЭБ) на действующих и создаваемых новых «О.Д.» в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» является системный подход, как способ создания и анализа процессов ВВВ между компонентами системы «Объект Защиты-Источник Экологической опасности-Защитные мероприятия» (О.З.-И.Э.О.-З.М.), которая включает в себя все «О.З.» и весь набор «З.М.».
Результаты: Системные факторы (С.Ф.) в составе ПТС, формирующее «Экологическое состояние (Э.С.)» как доминирующего фактора по обеспечению **«Экологической безопасности (Э.Б.)**, формирование динамики состояния в природном «П.С.» и социиальном «Н» компонентах, в зонах влияния техногенного компонента количественно и качественно определяемого понятием «Э.Б.».
Выводы: на основе результатов системного комплексного экологического мониторинга «О.Д.» в составе действующих ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в рассматриваемых речных бассейновых геосистемах рек Кубани, Нижнего Дона, Терека и системных природных и техногенных факторов в процессах формирования «Экологического состояния» (Э.С.), как доминирующего фактора в обеспечении «Э.С.».

Ключевые слова: энергия, энтропия, система, системные факторы, экологическая безопасность, экологическое состояние, экологическая приемлемость.

ВВЕДЕНИЕ

Факториальная «Экологическая безопасность» (ФЭБ) в использовании природных водных ресурсов в многранных видах хозяйственной и иной деятельности на современном этапе развития «Общества» в составе глобальной системы «Природа-Общество-Человек» [1] определила необходимость изучения процессов ВВВ компонентов с входящими в них элементами в составе действующих и создаваемых природно-технических систем ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в пространстве и времени локальных речных бассейновых геосистемах, где формируются качественные и количественные показатели водного стока (поверхностного, подземного) в составе глобального влагооборота биосферы Земли (577 тыс. км^3) путем захвата части (23%) потоков солнечной Энергии (4000 ТВт) достигающей земной поверхности с плотности 0,063 Вт/м^2.

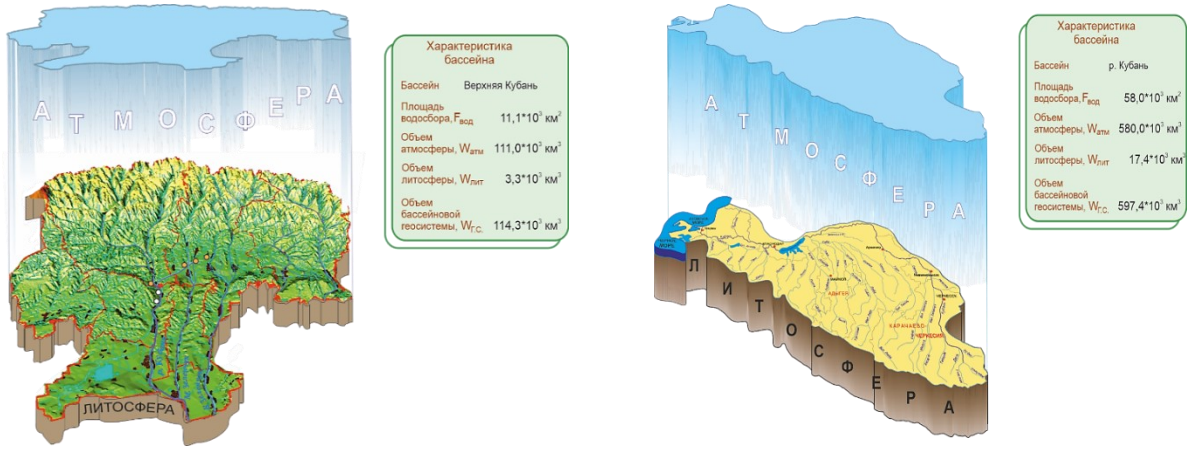
В пространственных пределах речных бассейновых геосистемах России ($W_{пр.п.}$=176112 тыс. км^3) формируется по средне многолетним данным порядка 8950,13 км^3 или 0,3046 % от общих запасов водных ресурсов (2938221 км^3), из которых речной сток составляет порядка 4,25 тыс. км^3. В речных бассейновых геосистемах рек Кубани, Нижнего Дона, Терека формируется водный сток по средне многолетним данным порядка 52,3 км^3, на который расходуется солнечной энергии 40,35 ТВт [2-5].

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Исходя из понятия фактор (лат. Faktor) как причина, движущая сила определяющая его

характер или отдельные его черты в составе действующей ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в пространстве и времени речной бассейновой геосистемы, к примеру, р. Кубань, в которую поступают потоки **Вещества**, **Энергии и Информации** (ВЭИ) из внешней среды, обуславливающие собой системный механизм управляемым как извне, так и внутри обеспечивающим одновременное изменение и сохранение направления изменений в этих потоках по принципу «Всё изменяется и остаётся неизменным» (рис. 1а, б). Если будет доминировать тенденция, которая уменьшает возможность системы совершать работу, то движение системы направлена на деградацию. Если в системе будет доминировать направление увеличение возможностей на выполнение работ, то в рассматриваемой ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» все процессы и явления определяются взаимодействием живой и неживой природы в элементах «П.С.» с техногенным компонентом «О.Д.», интегральным показателем формируемой тенденции ВВВ компонентов в рассматриваемой ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» является полная мощность системы (И пол.), где любое изменение «Полезной» мощности (Р) «Потерь» (G) в соответствии с фундаментальным законом сохранения мощности [6]:

$$N_{полн.} = P + G\ [L^5T^5] \quad (1)$$



а) б)

Рис. 1. Бассейновая геосистема: а - Верхней Кубани, б - реки Кубань [9]
Fig. 1. Basin geosystem: a - Upper Kuban, b - Kuban River [9]

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экологические факторы (лат. Faktor – делающий, производящий) в процессах ВВВ между компонентами в составе действующих природно-технических систем («ПТС»)-«Природная среда» (П.С.), «Объект деятельности» («О.Д.»), «Население» («Н.») проживающее в зоне влияния «О.Д.» на водосборной территории рассматриваемой речной бассейновой геосистемы, к примеру, р. Кубань [2], в пространственных пределах которой формируются количественные и качественные показатель водных ресурсов, часть из которых отбирается в технологические процессы водопользования как (ГЭС, ГАЭС, ГРЭС, и др.) и водопотребления, к примеру, оросительные системы сельскохозяйственного производства, системы городского водоснабжения и населённых пунктов и др. [6,7].

Природная среда («П.С.») в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» представляет собой совокупность природных абиотических и биотических (биогенных) факторов по отношению к растениям, животным и другим организмам вне зависимости от контактов с «О.Д.» и «Н» в составе рассматриваемых действующих «ПТС».

«П.С.» в пространственных пределах речной бассейновой геосистемы включает в себя часть географической оболочки земли, биогенную среду в совокупности биологической и биотической средами, абиотическую среду в виде действующих сил и природных явлений, её вещество и пространство с живыми организмами, в частности речной ихтиофауны и биоценозов.

«О.Д.» в составе действующей ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» представляет с собой комплекс различных типов гидротехнических сооружений размещаемых по принципу функционального назначения на речной гидрографической сети в виде различных типов гидротехнических сооружений (ГТС) и сопутствующих измерительных устройств гидравлических и гидрохимических параметров водного стока (поверхностного, подземного) формируемого в границе водосборной территории рассматриваемого речного бассейна, сопутствующих зданий и эксплуатационных дорог. Следует отметить, что в функционировании ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в пространстве и времени речной бассейновой геосистемы доминирующую роль выполняет «О.Д», под воздействием которого в зонах его влияния формируется комплекс

«Экологических факторов» («Э.Ф.») обуславливающие собой «**Экологическую безопасность**» **(«Э.Б.»)** в зонах влияния «О.Д.».

«Н» в качестве социального компонента представляет собой население, проживающее в зонах влияния «О.Д.» на водосборной территории речного бассейна [6,7].

Экологические факторы действующие в пространстве и времени речной бассейновой геосистемы в зонах влияния «О.Д.» в составе действующих ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» определяют собой направление и скорость происходящих процессов, как в формировании количественных и качественных показателей водного стока (поверхностного, подземного), так и в природных элементах «П.С.»: - приземных слоях атмосферы, почвенном покрове с подстилающими породами, верхних слоях литосферы на глубину до 300м, в рстительном и животном мире в границе водосборной территории речной гидрографической сети, речной ихтиофауны и в социальных условиях проживающего «Н.» [7,8].

Экологические факторы («Э.Ф») в процессах ВВВ компонентов в составе действующих ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в пространственных пределах речных бассейновых геосистемах весьма разнообразны по происхождению и характеру действия подразделяются на биотические и абиотические, в составе природной среды («П.С.»), техногенного («О.Д.») и социального («Н») компонентов. На основе результатов системного комплекса экологического мониторинга (СКЭМ) в зонах влияния «О.Д.» на речных бассейновых геосистемах рек Кубани, Нижнего Дона, Терека, где ежегодно формируется водный сток в объеме порядка 50 км^3 в составе глобального влагооборота биосферы Земли 577 тыс. км^3 [1,8]. По оценкам (Hubbert M.K/ The enerquresources of the earth. Scientific American, 1971 N5, p/p/ 61-70) суммарная величина потока лучистой **Энергии** Солнца, как первоисточника, поступающая на земную поверхность Земли ($F_{зем.}$ =510,1*10^{6}км^2) составляет 99,98% с плотностью 0,063 Вт/м^2, как основного энергоисточника составляет 99,8%, из которого 23% (4000ТВт) расходуется в глобальном цикле влагооборота. Для рассматриваемого вида хозяйственной и иной деятельности рассматриваются системные факторы в составе действующих ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» (рис.2).

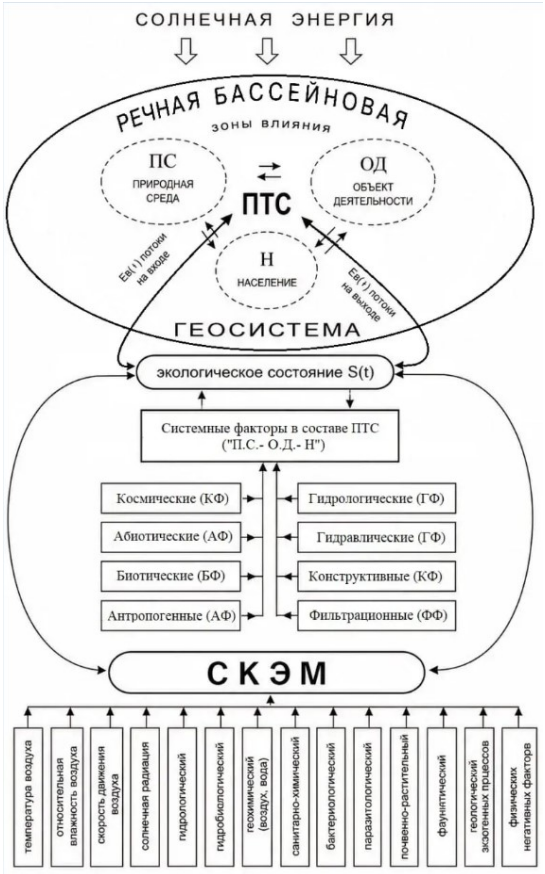


Рис. 2. Системные факторы в процессах формирования «ЭС» в зонах влияния «ОД»
Fig. 2. Systemic factors in the processes of formation of "ES" in the zones of influence of "ML"

«Экологические факторы» («Э.Ф.») в процессах ВВВ компонентов в составе действующей ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» подразделяются на биотические и абиотические, которые определяются на основе результатов «СКЭМ» на стадии инженерно-экологических изысканий.

Космические факторы обуславливаются процессами формирования водного стока (поверхностного, подземного) в пространстве и

времени на водосбросной территории речной гидрографической сети за счет непрерывных потоков энергии, поступающей от первоисточника Солнца [1,5,9].

Абиотические факторы обуславливают собой неживую природу, которая формируется под воздействием костных тел, из которых температура и количество выпадающих осадков на водосбросной территории речного бассейна, где климатические показатели в виде света, температуры воздуха и почвенного покрова с подстилающими породами, почвенно-грунтовые показатели, орографические условия рельефа водосбросной территории. Два абиотических фактора – температура и количество осадков определяют размещение наземных экосистем. На распределение тепла и влаги на водосбросной территории влияет характер рельефа и абсолютная высота земной поверхности над уровнем моря, моря, морские течения и другие факторы.

Специфика климатических условий в пространственных пределах рассматриваемых речных бассейновых геосистем, на примере рек Кубани, Нижнего Дона, Терека определяет развитие того или иного бинома. Влага, как основной фактор, в зависимости от которого экосистемы на водосборных территориях обусловливаются на лесные, степные, полупустинные. Одним из важных условий изменчивости организмов и их жизнедеятельность в составе речных бассейновых геосистем обуславливается химическим составом природной среды («П.С.») (почвах, водах), химических соединений, с которыми связаны биологические реакции со стороны местной флоры и фауны [10].

Биологические факторы в составе **«Экологических факторов»** представляют собой воздействие живых организмов друг на друга, как основу существования популяций и биоценозов в пределах рассматриваемой речной бассейновой геосистемы и как основу существования популяций и биоценозов.

Антропогенные факторы («А.Ф.»), отражающие влияние хозяйственной и иной деятельности, к примеру, изменение гидрологического режима на речной гидрографический сети путем внутрибассейнового и межбассейнового регулирования водного стока.

Техногенные факторы («Т.Ф.») в виде действующих «О.Д.» с входящими в них конструктивными элементами, обеспечивающие неотъемленые виды работ в ВВВ с абиотическими и биотическими элементами в составе «П.С.» и социального «Н.» компонентов.

Социальные факторы (СФ) представляющие собой социальный компонент в виде проживающего населения «Н» в зоне влияния на водосборной территории с комплексом жизненно необходимых структурных объектов по обеспечению безопасных условий жизнедеятельности социальных условий: - энергообеспечении, защиту от стихийных природных явлений (наводнений, низких температур и т.п.).

Состав системных факторов [11] определяющих «Э.Б.» в зонах влияния «О.Д.» в составе создаваемых и действующих ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» устанавливается на стадии инженерно-экологических исследований в пространстве и времени речной бассейновой геосистемы (рис. 2).

Исследование процессов ВВВ водохозяйственного объекта с природными средами и проживающим населением в рассматриваемом пространстве и времени бассейновой геосистемы выполняется в природно-технической системе (ПТС) «Природная среда-Объект деятельности-Население» («П.С.-О.Д.-Н.»), ГДЕ ПОД «О.Д.» понимается водохозяйственный объект [2,7]. В функционировании ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» в пространстве и времени бассейновой геосистемы доминирующую роль выполняет техногенный компонент – «О.Д.», под воздействием которого формируется **экологическое состояние (Э.С.)** являющимся доминирующим фактором в формировании динамики состояний в природном (П.С.), техногенном (О.Д.) и социальном (Н.) компонентах, в жизнедеятельности проживающего «Н». Состояние в «П.С.», объектах хозяйственной и иной деятельности и проживающего «Н» в зонах влияния «О.Д.» количественно и качественно определяется понятием «**Экологической безопасности**» (Э.Б.) [11-13].

Исходя из природных особенностей глобального влагооборота в пределах биосферы Земли и соответствен на уровне локальных речных бассейновых геосистем предметом в исследовании «**Э.Б.**» является **Экологическая опасность (Э.О.)** и её совокупности, действующие в составе **«Объект защиты-Источник Экологической опасности-Меры защиты от опасности» («О.З.-И.Э.О.-М.З**.) представленной на рисунке 3.

Методологической основой в исследовании «**Э.Б**.» «**О.Д**.» в составе **ПТС «П.С.-О.Д.-Н.»** является системный подход, как способ создания, интерпретации и использования в качестве норм описания процессов ВВВ между «**О.З**.», «**И.Э.О**.» и «**З.М**.» с целью обеспечения «Э.Б.» рассматриваются в целом в составе системы «**О.З.-И.Э.О.-З.М**.» (рис. 3.) Система «**О.З.-И.Э.О.-З.М**.» в общем виде может включать в себя все «О.З.», весь комплекс гидротехнических сооружений (КГТС) в составе «О.Д.» и весь набор «З.М» в рассматриваемой речной бассейновой геосистеме, как показывает реальность вызывает значительные сложности. Поэтому при исследованиях целесообразнее рассматривать систему «О.З.» - И.Э.О.-З.М.» с виделением из общего числа наиболее важные и необходимые «О.З.».

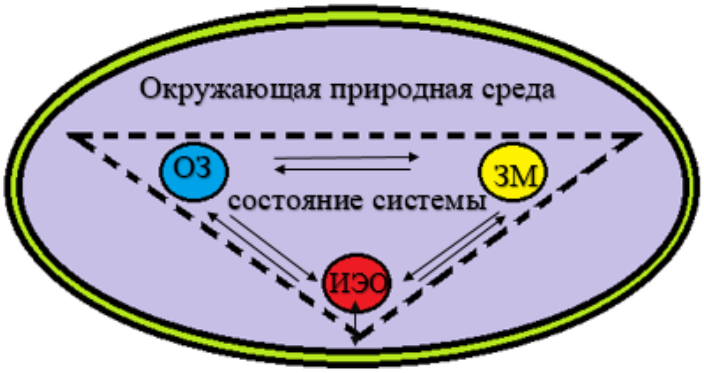


Рис 3. Модель взаимодействия компонентов системы «ОЗ-ИЭО-ЗМ»
Fig. 3. The model of interaction of the components of the OZ-IEO-ZM system

В модели системы **«О.З.-И.Э.О.-З.М.»** (рис. 3) с реально действующим «И.Э.О» к примеру, водохранилищного гидроузла, «О.З.» являются прилегающие территории в зоне влияния гидроузла в верхнем и нижнем бьефах, многообразие ихтиофауны (виды рыб и т.п.) в водном объекте, населённые пункты в зоне возможного затопления при разрушении напорного фронта гидроузла и т.п. Исходя из взаимосвязи компонентов в системе «О.З.-И.Э.О.-З.М.» Э.Б. можно рассматривать как свойство системы для «Н», окружающей «П.С.» и способности системы ослаблять эти взаимодействия с «О.Д.» до безопасных значений **ПДК, ПДУ, ПДВ** и т.п. Э.С. в зонах влияния «О.Д.» в составе рассматриваемой ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» формирует **«Э.Б.»** в системе «О.З.-И.Э.О.-З.М.» , в которой «О.Д.» является **«И.Э.О.»** [3,4].

В совершенствовании действующих и создании новых «О.Д.» используемых в технологических системах использования водных ресурсов, как установлено исследователями, весьма важным понятием является уровень **Экологической приемлемости («Э.П.»)** конструктивных решений. Э.П. технологии использования водных ресурсов и конструкций гидротехнических сооружений в обобщенном понятии определяется ресурсоёмкостью, в которых доминирующим ресурсом является энергетические, взаимосвязанные с основным источником Энергии на Земле – Солнца (рис. 2). Следовательно, можно сделать вывод, что «**Э.П.»** технологии использования водных ресурсов, конструктивных решений в «О.Д.» определяется показателями использования возобновляемых и невозобновляемых источников энергии. Исходя из энергетического принципа оценки уровня совершенства технологии, конструктивных решении **ЭП** может рассматриватся как тенденция к созданию природоподобных конструктивных и технологических решений в использовании водных ресурсов.

В действующих пространственных пределах бассейновой геосистеме ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» объектами защиты («О.З») в зонах влияния «**О.Д.**», как источника «**Э.О.**», является практически весь материальный мир и соответственно проживающее «Н.» и окружающая «П.С.». Для возникновения и реализации «Э.О.» должны соблюдаться условия, связанные наличием самой системы «О.З.-И.Э.О.-З.М.» наличием источника «**Э.О.**» способного создавать и приводить в движение потоки **вещества, энергии и информации** (ВЭИ); наличием нормативных значений предельно допустимых концентрации (ПДК), предельно допустимых уровней (ПДУ) энергий и информации, предельно допустимых отбираемых расходов ($Qм^3/с$) воды из водоисточника (ПДО), предельно допустимых сбрасываемых расходов загрязненных вод (ПДС).

В соответствии с законом сохранения жизни Ю.Н. Кружаковского, в непреривном обмене потоками ВЭИ принимает весь материальный мир, который и является доминирующим источником воздействия на все материальное и, соответственно на Человека и окружающую природную среду. (П.С.). Если интенсивность этих патоков превышает значения ПДК, ПДУ, ПДО, ПДС в зонах действия источника «**Э.О.**», то «**О.З**.» под воздействием этих потоков испытывают определенный ущерб и наоборот, когда потоки не превышают допустимых значений, то «О.З.» находятся в нормативных условиях. Следовательно, в системном рассмотрении понятие «ЭО» для ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» можно сформулировать в виде: «**Экологическая опасность**» - это негативное свойство факторов, возникающих в процессах ВВВ природного «П.С.», техногенного «О.Д.», социального «Н» компонентов в составе действующей ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» способные причинять ущерб «П.С.», «Н.» и самому «О.Д.» [14].

Исходя из понятия «Э.Б.», «Э.П.» и формируемое «Э.С.» в рассматриваемом пространстве и времени зон влияние «О.Д.» в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» обуславливается понятие «Критерии экологической безопасности» («К.Э.Б»), которое количественно и качественно регламентируется ПДК, ПДУ, ПДО, ПДВ, ПДС. В классе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» по использованию водных ресурсов в различных технологических системах хозяйственной и иной деятельности «КЭБ» определяют собой количественные (Пi) и качественные (Пj) показатели экологической допустимости воздействия «О.Д.» на естественные процессы саморегуляции в «П.С.» не вызывая при

этом негативных тенденций деградации в зонах влияния [13-15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

На основе системного анализа функционирования «О.Д.», как главного техногенного компонента в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.», который замыкает на себе в пространственных пределах речной бассейновой геосистемы всю или определенную часть водосборной территории гидрографической речной сети, где формируется водный сток (поверхностный, подземный) находящийся в ВВВ с рельефом, климатом, гидрологическими и гидрогеологическими условиями, почвенным покровом, разнообразием растительного и животного миров, ихтиофауны (видов рыб и т.п.) и флоры в речной воде и видов хозяйственной и иной деятельности, установлено, что ЭБ в зонах влияния комплекса «О.Д.» может быт выражена в виде ряда концептуальных утверждений:

1. **Э.Б.** в зонах влияния «О.Д.» неотъемлемо в взаимосвязано с процессами жизнедеятельности «Н» и «П.С».

2. **Э.Б.** в процессах жизнедеятельности «Н», животного и растительного миров под воздействием «О.Д.» в зонах его влияния в энерго-энтропийном понимании выражается преобразованием форм энергии.

3. Опасность снижения уровня **Э.Б.** начинает проявлятся в результате недправляемого выхода потоков энергии и вещества из действующего «О.Д.» в окружающую среду, к примеру, разрушение напорного фронта водохранилища.

В причинно-следственной взаимосвязи инициатором нарушения **Э.Б.** в системе «О.З.-И.Э.О.-З.М.» является «О.Д.».

ВЫВОДЫ

1. Используя системный подход в описании процессов взаимодействия между центральным техногенным компанентом «О.Д.» в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» разработана модель системы «О.З.-И.Э.О.-З.М.» для оценки уровня ЭБ в зонах влияния «О.Д.».

2. Системные факторы (С.Ф.) в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» определяющие «Экологическое состояние» (Э.С.») как доминирующего фактора по обеспечению «Экологической безопасности» (Э.Б.») в формированиидинамики состояний в природном («П.С.») и социальном («Н».)компонентах в зонах влияния техногенного «О.Д.» компонента, каличественную и качественную определяемого понятием «Э.Б.».

3. Для повышения уровня Э.Б. «О.Д.» сформулировано понятие Э.П. «О.Д.» в составе действующей ПТС «П.С.-О.Д.-Н.», где ЭП рассматривается как тенденция к созданию природоподобных технологии использования водных ресурсов и конструктивных решений в центральном техногенном компоненте «О.Д.».

4. На основе результатов системного анализа функционирования «О.Д.» в составе ПТС «П.С.-О.Д.-Н.» сформулировано ряд концептуальных утверждений по оценке уровня ЭБ в зонах влияния «О.Д.».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Природно-технические системы в использовании водных ресурсов: территории бассейновых геосистем : [монография] / В. Л. Бондаренко, Е. А. Семенова, А. В. Алиферов, О. В. Клименко ; Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт имени А. К. Кортунова ФГБОУ ВО Донской ГАУ [и др.]. Новочеркасск [и др.] : ЮРГПУ (НПИ), 2016. 199 с.

2. Бондаренко, В. Л. Природообустройство: территории бассейновых геосистем : учебное пособие / В. Л. Бондаренко, В. А. Волосухин, В. В. Гутенев [и др.] ; под общей редакцией И. С. Румянцева. Ростов-на-Дону : Издательский центр "МарТ", 2010. 528 с.

3. Бондаренко В.Л., Волосухин В.А., Ылсяов А.И., Семенова Е.А., Штавдакер М.И. Научно-методологические основы использования водных ресурсов в южных регионах России: территории бассейновых геосистем: монография. ЮРГПУ (НПИ), 2021. 348 с.

4. Bondarenko, V. L. Methodological foundations of the philosophical content of the systemic concepts of «ecological state» and «environmental security» in the use of water resources / V. L. Bondarenko, A. I. Ilyasov, E. D. Khetsuriani [et al.] // SHS Web of Conferences. 2023. Vol. 164. P. 00017.

5. Лосев, К. С. Экологические проблемы и перспективы устойчивого развития России в XXI веке = Ecological issues and sustainable development perspectives of Russia at the XXI century : Ecological issues and sustainable development perspectives of Russia at the XXI century : [Монография] / К. С. Лосев. Москва : Космосинформ, 2001. 399 с.

6. Экологическая безопасность в природообустройстве, водопользовании и строительстве: инженерно-экологические изыскания / В. Л. Бондаренко, Е. А. Семенова, О. В. Клименко, Д. А. Николенко ; Новочеркасский инженерно-мелиоративный ин-т им. А. К. Кортунова, ФГБОУ ВО Донской ГАУ. Новочеркасск ; Пятигорск : Новочеркасский инженерно-мелиоративный ин-т им. А. К. Кортунова, 2016. 278 с.

7. Решение экологических проблем при проектировании гидротехнических сооружений (на примере бассейновой геосистемы Верхней Кубани) / В. Л. Бондаренко, В. В. Приваленко, А. В. Кувалкин [и др.] ; Российская академия наук, Южный научный центр. Ростов-на-Дону : Южный научный центр РАН, 2009. 304 с.

8. Научно-методологические основы использования водных ресурсов в южных регионах

России: территории бассейновых геосистем / В. Л. Бондаренко, В. А. Волосухин, А. И. Ылясов [и др.]; [под общ. редакцией Азарова В. Н.] ; [Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО "ДГАУ"]. Новочеркасск : ЮРГПУ (НПИ), 2021. 347 с.

9. Методологические основы системных понятий в использовании водных ресурсов на оросительных системах / В. Л. Бондаренко, Е. Д. Хецуриани, М. И. Штавдакер, А. А. Добринская // Экономика строительства и природопользования. 2025. № 3(96). С. 5-15.

10. Будыко, М. И. Глобальная экология / М. И. Будыко, А. Б. Авакян. Москва: Мысль, 1977. 327 с.

11. Будыко, М. И. О влагообороте на ограниченной территории суши [Текст] / М. И. Будыко, О. А. Дроздов // Вопросы гидрометеорологической эффективности полезащитного лесоразведения [Сборник статей] / Под ред. Н. А. Багрова; Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете министров СССР. Ленинград: Изд-во и 2-я типолит. Гидрометеоиздата, 1950. 84 с.

12. Николис, Грегуар. Познание сложного : Введение / Г. Николис, И. Пригожин; Пер. с англ. В. Ф. Пастушенко. Москва : Мир, 1990. 342 с.

13. Человек и ноосфера / Н. Моисеев. Москва : Молодая гвардия, 1990. 351 с.

14. Кузнецов, О. Л. Система Природа - общество - человек: устойчивое развитие / О. Л. Кузнецов, П. Г. Кузнецов, Б. Е. Большаков; Гос. науч. центр Рос. Федерации ВНИИгеосистем, Междунар. ун-т природы, о-ва и человека "Дубна". Москва ; Дубна : Ноосфера, 2000. 390 с.

15. Ковальчук, М. В. От синтеза в науке - к конвергенции в образовании / М. В. Ковальчук // Образовательная политика. 2010. № 11-12(49). С. 4-9.

REFERENCES

1. Natural-technical systems in the use of water resources: territories of basin geosystems: [monograph] / V. L. Bondarenko, E. A. Semenova, A. V. Aliferov, O. V. Klimenko; Novocherkassk Engineering and Melioration Institute named after A. K. Kortunov, FSBEI HE Donskoy SAU [et al.]. Novocherkassk [et al.]: SUSU (NPI), 2016. 199 p.

2. Bondarenko, V. L. Nature management: territories of basin geosystems: a textbook / V. L. Bondarenko, V. A. Volosukhin, V. V. Gutenev [et al.]; under the general editorship of I. S. Rumyantsev. Rostov-on-Don: Publishing Center "MarT", 2010. 528 p.

3. Bondarenko V.L., Volosukhin V.A., Ilyasov A.I., Semenova E.A., Shtavdaker M.I. Scientific and methodological foundations of water resources use in the southern regions of Russia: territories of basin geosystems: monograph. SUSU (NPI), 2021. 348 p.

4. Bondarenko, V. L. Methodological foundations of the philosophical content of the systemic concepts of "ecological state" and "environmental security" in the use of water resources / V. L. Bondarenko, A. I. Ilyasov, E. D. Khetsuriani [et al.] // SHS Web of Conferences. 2023. Vol. 164. P. 00017.

5. Losev, K. S. Ecological issues and sustainable development prospects of Russia at the XXI century: [Monograph] / K. S. Losev. Moscow: Kosmosinform, 2001. 399 p.

6. Environmental safety in nature management, water use and construction: engineering and environmental surveys / V. L. Bondarenko, E. A. Semenova, O. V. Klimenko, D. A. Nikolenko; Novocherkassk Engineering and Melioration Institute named after A. K. Kortunov, FSBEI HE Donskoy SAU. Novocherkassk; Pyatigorsk: Novocherkassk Engineering and Melioration Institute named after A. K. Kortunova, 2016. 278 p.

7. Solving Environmental Problems in Designing Hydraulic Structures (using the Upper Kuban Basin Geosystem as an Example) / V. L. Bondarenko, V. V. Privalenko, A. V. Kuvalkin [et al.]; Russian Academy of Sciences, Southern Research Center. Rostov-on-Don: Southern Research Center of the Russian Academy of Sciences, 2009. 304 p.

8. Scientific and Methodological Foundations of Water Resources Use in the Southern Regions of Russia: Basin Geosystems Territories / V. L. Bondarenko, V. A. Volosukhin, A. I. Ylyasov [et al.]; [under the general editorship of V. N. Azarov]; [Novocherkassk Engineering and Reclamation Institute named after A. K. Kortunov, FSBEI HE "DGAU"]. Novocherkassk: SUSU (NPI), 2021. 347 p.

9. Methodological foundations of system concepts in the use of water resources in irrigation systems / V. L. Bondarenko, E. D. Khetsuriani, M. I. Shtavdaker, A. A. Dobrinskaya // Economics of construction and nature management. 2025. No. 3 (96). Pp. 5-15.

10. Budyko, M. I. Global ecology / M. I. Budyko, A. B. Avakyan. Moscow: Mysl, 1977. 327 p.

11. Budyko, M. I. On moisture rotation in a limited land area [Text] / M. I. Budyko, O. A. Drozdov // Issues of hydrometeorological efficiency of field-protective afforestation [Collection of articles] / Ed. N. A. Bagrova; Glav. uprav. hydrometeorol. service under the Council of Ministers of the USSR. Leningrad: Publishing House and 2nd typolit. Gidrometeoizdat, 1950. 84 p.

12. Nicolis, Gregoire. Cognition of the Complex: Introduction / G. Nicolis, I. Prigogine; Trans. from English by V. F. Pastushenko. Moscow: Mir, 1990. 342 p.

13. Man and the Noosphere / N. Moiseev. Moscow: Molodaya Gvardiya, 1990. 351 p.

14. Kuznetsov, O. L. The Nature-Society-Man System: Sustainable Development / O. L. Kuznetsov, P. G. Kuznetsov, B. E. Bolshakov; State Research Center of the Russian Federation VNIIGeosistem, Int. University of Nature, Island and Man "Dubna". Moscow; Dubna: Noosphere, 2000. 390 p.

15. Kovalchuk, M. V. From Synthesis in Science to Convergence in Education / M. V. Kovalchuk // Educational Policy. 2010. No. 11-12(49). Pp. 4-9.

FACTORIAL ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE USE OF WATER RESOURCES IN THE SECTORS OF ECONOMIC AND OTHER ACTIVITIES

Bondarenko[1] V. L., Khetsuriani[2,3] E. D., Vasiliev[1] S.M, Dobrinskaya[4] A.A.

[1] Novocherkassk Engineering and Melioration Institute named after A.K. Kortunov Donskoy State Agrarian University,
346428, Rostov region, Novocherkassk, Pushkinskaya st., 111.,
e-mail: nimi.TBiP@yandex.ru
[2] Platov South Russian State Polytechnic University (NPI),
346400, Novocherkassk, Prosveshcheniya str.,139,
e-mail: goodga@mail.ru
[3] Donskoy State Technical University, 344003,
Rostov-on-Don, Gagarin Square, 1, e-mail: goodga@mail.ru
[4] Volgograd State Technical University,
400074, Volgograd, Akademicheskaya str., 1,
e-mail: sax.nastya@yandex.ru

Abstract. In developing the environmental approach to factorial, "Ecological Safety" in the use of water resources in economic and other activities, the fundamentals of studying the processes of interconnection, interaction, and relationship (IIR) of components within the PTS "PS-OD-N." in space and time in local river basin geosystems are examined, using the Kuban, Lower Don, and Terek rivers as examples.

Subject of the study: the concept of a factor (Latin: Faktor, "making, producing") as a cause or driving force determining its character or individual features within the operating PTS "PS-OD-N." in space and time of a river basin geosystem, for example, the Kuban River, which receives flows of matter, energy, and information (MEI) from the external environment, determining a systemic mechanism controlled both externally and internally, ensuring simultaneous change and maintenance of the direction of change in these flows according to the principle "Everything changes and remains unchanged."

Materials and Methods: The methodological basis for studying the issues of ensuring "Ecological Safety" (ES) at existing and newly created "EH" systems within the "PS-EH-N" PTS is a systems approach as a way to create and analyze the processes of EHV between the components of the "Protection Object-Source of Environmental Hazard-Protection Measures" (O.P.-I.E.O.-Z.M.) system, which includes all "O.P." and the entire set of "Z.M."

Results: Systemic factors (SFS) in the composition of the PTS, forming the "Ecological state (ES)" as the dominant factor in ensuring "Environmental safety (ES), the formation of the dynamics of the state in the natural "PS" and social "N" components, in the zones of influence of the technogenic component, quantifiably and qualitatively defined by the concept of "E.B.".

Conclusions: Based on the results of the systemic integrated environmental monitoring of "EH" systems within the existing "PS-EH-N" PTS in the considered river basin geosystems of the Kuban, Lower Don, and Terek rivers and the systemic natural and man-made factors in the processes of forming the "Ecological State" (ES), the "ES" is identified as the dominant factor in ensuring "ES".

Key words: energy, entropy, system, system factors, environmental safety, environmental condition, environmental acceptability.