

УДК 502/504:556.3

М. А. ГУРУЕВ, М. М. АМАЕВА

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Прикаспийский институт биологических ресурсов», г. Махачкала

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ МОРФОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЙМЕННО- РУСЛОВЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЕЛЬТЫ РЕКИ САМУР

Рассмотрены особенности проявления русловых и пойменных процессов горно-равнинной реки с высокой транспортирующей способностью потока, причины и механизмы трансформации русла р. Самур на разных ее участках. С целью оценки влияния масштабных водохозяйственных преобразований на биокомплекс проведено изучение экологических аспектов изменения морфометрических характеристик пойменно-руслового комплекса в дельте р. Самур. Путем ретроспективного анализа крупномасштабных карт, натурного обследования местности показано, что накопление в верхнем бьефе эксплуатирующегося водозаборного сооружения больших объемов аллювиальных отложений способствует смещению русла в плане и прогрессирующему размыву левого борта поймы трансграничной реки. Ежегодный отъем критических объемов воды р. Самур на мелиоративные нужды приводит к изменению типа русловых процессов, снижению обводненности поймы, смене среды обитания гидробионтов устьевых зон, трансформации пойменных ландшафтов, снижению продуктивности почв в дельте, деградации растительного покрова Самурского природного комплекса. В верхнем течении р. Самур отмечено некоторое понижение отметок дна, обусловленное природным процессом врезания реки в рельеф местности. В среднем и нижнем течении эрозионно-аккумуляционные процессы имели разную направленность и проявляются с разной интенсивностью. Наиболее сильные изменения в развитии русловых процессов проявлялись в дельте р. Самур. Прежде это выражается в снижении стока наноса, размыве и понижении отметок дна русла, повышении и обсыхании поймы, смене типа русловых процессов.

Русло, пойма, гидрологический режим, дельты, экосистема, биоценоз, деградация, пойменно-русловой комплекс, горный.

Введение. Изучение экологических аспектов русловых процессов в их естественном развитии, трансформации речного русла под воздействием антропогенных факторов приводящих в ней к различным морфологическим изменениям, представляет одну из важнейших задач, решение которой является залогом обеспечения устойчивого функционирования единого природно-территориального комплекса. Его актуальность вытекает из необходимости оптимизировать использование природных ресурсов, снизить последствия хозяйственного воздействия на биоту. Это непосредственно касается таких специфических природных образований, как экосистемы речных дельт, в частности дельты реки Самур, где регистрируется существенное изменение среды обитания под влиянием масштабного водохозяйственного строительства. Поэтому в современный период весьма важным представляется изучение всего многообразия проявления русловых и пойменных процессов в дельте трансграничной реки Самур и прогноз их

воздействия на биокомплекс.

Материалы и методы. Изучение пространственно-временных закономерностей и особенностей изменения морфодинамических характеристик русла проводилось на реке Самур с детализацией в ее дельтовой части. В процессе работы были использованы результаты собственных исследований и немногочисленные разноплановые материалы русловедческих и картографических исследований местных и российских геоморфологов и гидрологов. Распознавание морфологических типов ПРК осуществлялось с помощью анализа космических снимков из Интернет-ресурса maps.gugule.ru, крупномасштабных карт, выпущенных в середине XIX в., маршрутного обследования русла р. Самур.

Данные материалы отличает приемлемая для обработки степень информативности, что позволило произвести все необходимые вычисления и сравнительные картографические процедуры. Особая роль в проведенных исследованиях отводилась историческому анализу, осуществленному

на основе фондовых материалов.

Количественные характеристики пространственно-временного изменения местоположения русла получены с помощью программного продукта ArcGis 9.3 (ESRI). Плановые изменения скорости и направленности размыва берега верхнего бьефа гидроузла реки определялось путем вычисления отдельных площадей участков поймы от срединной линии русла. Современный продольный профиль русла реки строился по отметкам высот космических снимков из Интернет-ресурса.

Результаты и обсуждение. Современные представления о русловом процессе, режиме русловых деформаций в естественных условиях и под воздействием различного комплекса антропогенных факторов, об основных структурных уровнях русловых форм, типах русловых процессов основаны на работах ряда отечественных авторов [5–7]. Исследованию многообразия связей речного русла и окружающей природой среды, разработке прогнозов его изменения под влиянием хозяйственной деятельности, выявление неблагоприятных последствий для жизни и деятельности человека посвящены работы [2, 3, 8, 9].

В гидролого-морфологической теории под русловым процессом понимается видоизменение морфологического строения речного русла и поймы, постоянно происходящее под действием текущей воды. При этом русловые процессы представляются как совокупность явлений, возникающих при взаимодействии потока и грунтов, из которых складывается ложе реки, явлений, определяющих развитие различных форм рельефа русел и режим их сезонных, многолетних и вековых изменений, влияющих на размыв дна и берегов рек, на транспорт и аккумуляцию наносов. На наш взгляд, в рамках исследуемой темы, наиболее важным в русловедении является активно разрабатываемое направление рассматривающее геосистему «русло – пойма» как пойменно-русловой комплекс.

Пойменно-русловые комплексы (ПРК) – это природные комплексы, расположенные на днищах речных долин и включающие в себя русло реки и ее пойму, а также уступы террас или коренных берегов, опирающихся на пойму или русло. ПРК обладают всеми признаками природных комплексов: они территориально и генетически едины, процессы, в них протекающие,

взаимосвязаны, географические объекты или комплексы низшего ранга (подсистемы), возникающие в результате этих процессов, влияют друг на друга в прямой и обратной связи. В то же самое время ПРК – саморазвивающаяся, активно функционирующая, очень динамичная система. Они создаются русловыми процессами, которые вместе с процессами, происходящими на поймах, определяют и основные особенности их функционирования

В настоящее время, в период повышенного внимания со стороны общества к сохранению уникального Самурского дельтового природного биоконтекста, в границах условий, приемлемых для устойчивого развития региона, понимание роли антропогенных факторов в формировании современных пойменно-русловых комплексов (ПРК) речной долины становится необходимой задачей. Основной проблемой является отсутствие необходимых сведений о происходящих в дельте р. Самур преобразованиях пойменных комплексов и сменяемости морфодинамического типа русла в результате активного хозяйственного освоения ее водных ресурсов.

По характеру водного режима р. Самур относится к рекам с весенним половодьем и осенними паводками. Летне-осенний период прерывается отдельными дождевыми паводками, максимальные расходы которых иногда превышают максимальные расходы весеннего половодья. Воды Самура отличаются большой мутностью, обусловленной наличием в составе слагающих бассейн легко размываемых пород – глинистых сланцев, глин, мергелей. Средний многолетний сток наносов превышает 10 млн тонн. Данная река также характеризуется сравнительно высоким значением годового модуля эрозии. Следует заметить, что в отличие от других рек Кавказа, где на фоне глобального потепления климата отмечается увеличение водности, для реки Самур в многолетнем разрезе напротив характерно снижение водности.

Ретроспективный анализ имеющихся сведений о русловых процессах р. Самур [4], протекающих в естественных условиях, показывает, что в своем верхнем течении река протекает большей частью в ущелье среди обнаженных глинистых сланцев. Ширина долины по дну изменяется преимущественно от 20 до 80 м. Почти

на всем протяжении участка в русле имеются пороги, образованные скоплениями валунов, реже выходами скальных пород. Для этой зоны характерно врезание реки в рельеф, преобладание очень высоких уклонов продольного профиля (более 7 ‰), что соответствует горному типу русловых процессов.

В среднем течении река протекает, преимущественно, в относительно широкой тектонической долине с террасированными склонами. Местами долина суживается (до 20...70 м по дну), приобретая форму ущелья. Склоны долины большей частью пологие, в местах сужений сливаются со склонами окружающих гор. Пойма сложена валунно- и песчано-галечными отложениями, ее поверхность пересечена сухими руслами и протоками. Русло реки слабозветвленное, в пределах пойменных участков русло блуждающее. В половодье ширина русла увеличивается до 30...35 м, глубина на разных участках – до 2,0...5,0 м и скорость течения – до 1,5...4,0 м/сек. Уклон реки снижается до значений, соответствующих полугорному типу русловых процессов (0,6...7‰).

До начала процессов активного хозяйственного освоения водных ресурсов в нижнем течении (на участке от с. Зухуль до ответвления рукава Малый Самур) река Самур протекала в хорошо разработанной ящикообразной долине, имеющей ряд расширений до 2...3 км и сужений до 0,3...0,7 км. В пределах Приморской низменности долина неясно выражена, река врезается в аллювиальные отложения конуса выноса р. Самур.

Конус выноса р. Самур имеет длину 21 км, ширина его достигает до 40 км. Сложен он гравием и галькой, перекрытыми суглинистыми и глинистыми грунтами. На всем протяжении участка прослеживается пойма, сложенная отложениями блуждающей по ней реки и ее рукавов. Ширина поймы или полоса блуждания русла достигала до 1...2 км. Грунты поймы галечно-гравелистые, сменяющиеся к устью песчано-гравелистыми. Полного затопления поймы на всем протяжении участка, за исключением первых 500 м, не происходило, затоплялись лишь наиболее пониженные участки на глубину 0,3...1,5 м.

Ранее на всем протяжении участка река, помимо основного русла, имела ряд рукавов и проток, находящихся на расстоя-

нии друг от друга от 0,5 до 2 км. В межень до современного с. Яраг-Казмаляр насчитывалось 2...6 относительно крупных рукавов, а ниже целая сеть мелких рукавов. Основное русло характеризовалось слабой извилистостью, шириной в межень порядка 15...25 м, глубиной 0,4...0,8 м, имея скорости течения 0,5...1,5 м/сек. Остальные рукава и протоки имели ширину 3...20 м, глубину 0,1...0,5 м при скорости течения 0,6...1,3 м/сек. Устье реки с каждым годом все более выдвигается в море. Уклон реки на нижнем участке снижается до значений, соответствующих равнинному типу русловых процессов (менее 0,8 ‰).

В середине 50-х гг. прошлого столетия с целью освоения земель под сельскохозяйственные угодья в Приморской и Самур-Дивиченской низменности, решения проблемы питьевого водоснабжения отдельных территорий реализованы масштабные водохозяйственные преобразования, начало которым было положено строительством в 1956 году в верхней части дельты Самурского гидроузла. В результате, за счет изъятия около 70 % годового стока р. Самур на нужды орошения и питьевого водоснабжения [11] существенно активизировались процессы заиления, занесения наносами верхнего бьефа гидроузла, и отмечается трансформация русловых и пойменных процессов в дельте.

Наиболее общей формой проявления русловых процессов как совокупности явлений, связанных с взаимодействием потока и подстилающих их грунтов (горных пород, отложений), является продольный профиль реки. Его форма зависит от распределения частных уклонов свободной поверхности потока между местными базисами эрозии по длине реки.

С другой стороны, форма продольного профиля реки зависит от потерь энергии потока на преодоление гидравлических сопротивлений и его транспортирующей способности по длине реки. Непрерывное стремление потока реки от ее истока к устью, к образованию такой формы продольного профиля, при которой по длине реки наблюдается соответствие транспортирующей способности потока стоку наносов обусловлено законом автоматического выравнивания транспортирующей способности потока [6], раскрывающий физическую сущность и механизм непрерывных направленных изменений продольного

профиля реки благодаря постоянно происходящим процессам эрозии, транспорта, перемещения и аккумуляции наносов.

Изменение крутизны продольного профиля по длине реки обуславливает соответствующие изменения условий формирования русел рек. Особенно наглядно это проявляется на реках, берущих начало в горах и затем выходящих на равнину и имеющих вогнутый продольный профиль. Последовательное изменение в этом случае крутизны продольного профиля таких горно-предгорно-равнинных рек сопровождается сменой сначала одного типа горного русла другим, затем полугорным и, наконец, равнинным.

С учетом определенных допущений сравнительный анализ продольных профилей реки Самур (рис. 1) выявляет существенные русловые деформации по всей ее длине, произошедшие за последние 50 лет. В верхнем течении р. Самур отмечается некоторое понижение отметок дна обусловленное природным процессом врезания реки в рельеф местности. Здесь также отмечаются русла порожи-сто-водопадного типа, что обусловлено различными скоростями врезания потока и тектонического поднятия.

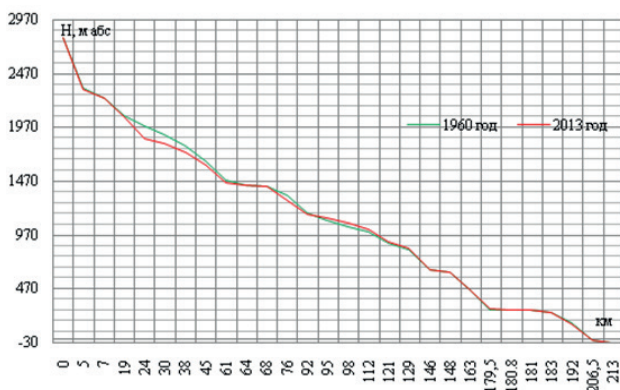


Рис. 1. Продольные профили реки Самур

В среднем и нижнем течении эрозионно-аккумуляционные процессы имеют разную направленность и проявляются с разной интенсивностью. Для данной зоны характерны горные и полугорные русла с развитыми аллювиальными формами. Вследствие большого количество поступающих в русло реки склоновых наносов, превышающих транспортирующую способность потока, на отдельных участках

регистрируется их аккумуляция, заиление русла. При этом горизонтальные русловые деформации ограничиваются наличием трудно размываемых породах по бортам русла реки .

Наиболее сильные изменения в развитии русловых процессов проявляются в дельте р. Самур, где в течение длительного периода времени осуществляется отъем значительных объемов воды на мелиоративные нужды. Выше действующего гидроузла особенности трансформации русла определяются морфологией и шириной речной долины, величиной стока наносов, величиной и обеспеченностью руслоформирующих расходов. Скорость распространения регрессивной аккумуляции достигает нескольких десятков метров в год. Аккумуляцию наносов в верхнем бьефе гидроузла способствует расширению и обмелению русла, снижению его устойчивости, развитию осередков и росту островов. Общий объем аллювиальных отложений накопивших на участке верхнего бьефа оценивается более чем в 50 млн тонн.

С другой стороны существенной формой проявления русловых процессов на реках, вызывающей ухудшение экологического состояния и экологическую напряженность в пойме, является размыв берегов поймы верхнего бьефа. Ширина современной поймы превышает 1,6 км. Проведенные наблюдения показывают высокую скорость размыва берега, превышающую 10 м/год, которая по существующей классификации опасности проявления русловых процессов [3] идентифицирует как «Повышенная» (3 балла). За рассмотренный период (рис. 2) общая площадь размывтого берега поймы составило 67 га. Вследствие существующих различий геолого-геоморфологического строения поймы реки, размываемость берегов трансграничной реки Самур на участке верхнего бьефа проявляется неодинаково. Из-за малой сопротивляемости к размыву грунтов слагающих левый берег поймы, активно идет процесс смещение русла в сторону территории Российской Федерации. В зоне деформации русла располагается пойменный лес, агроландшафты.

Как правило, реки с измененным гидрологическим режимом посредством перестройки русла и поймы стремятся вернуться в состояние динамического равновесия. В таких случаях

саморегулирование рек проявляется в наиболее яркой форме. При этом находят проявление прямая и обратная связи во взаимодействии процессов эрозионно-аккумулятивного комплекса. Анализ современных данных подтверждает, что ниже гидроузла приспособление русла р. Самур происходит в условиях развития однонаправленных, необратимых деформаций. Прежде всего оно выражается в снижении стока наноса, размыве и понижении отметок дна русла и сопровождается посадкой уровня воды, повышением и обсыханием поймы. В конечном итоге в дельтовой части это приводит к изменению типа русловых процессов, пойменная «многорукость» сменяется на русловую «многорукость». Также отмечается снижение обводненности поймы и трансформацией пойменных ландшафтов, которая выражается остепнением пойменных лугов и почв, снижение их продуктивности, деградации растительного покрова Самурского природного комплекса [1].

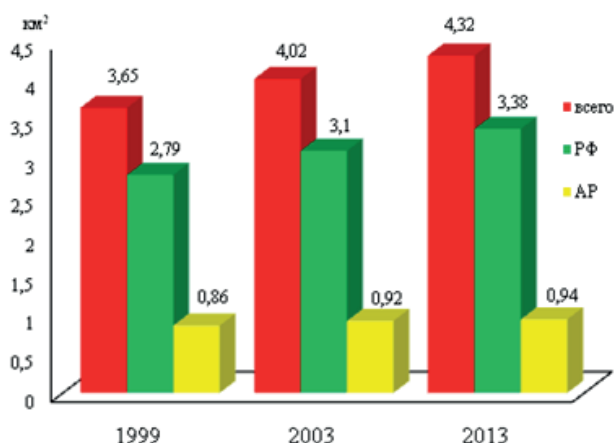


Рис. 2. Динамика плановой деформации поймы, верхний бьеф р. Самур

Вместе с тем можно прогнозировать, что изменения в развитии русловых процессов может привести к коренным изменениям экосистемы прилегаемой акватории моря. Уменьшение привносимого в устье реки твердого материала обуславливает формирование каменистых участков в литоральной и супралиторальной зоне. Смена среды обитания (как результат) отразится на видовой структуре биоценозов. Организмы, населяющие песчаные грунты освободят жизненное пространство для гидробионтов, приуро-

ченных к твердым субстратам. В сложившихся условиях в первую очередь получают развитие бентосные организмы-эпибионты и перифитон. Дальнейшие гидробиологические исследования позволят дать оценку кормовой базы в связи с меняющимся видовым составом биоты.

Выводы

Таким образом, русловые процессы и антропогенное изменение речного русла является важным фактором создания и развития экологической напряженности в дельте р. Самур, вызывая трансформацию и деградацию уникальной экосистемы и создавая неблагоприятные условия для жизни и деятельности людей.

В верхнем течении р. Самур отмечается некоторое понижение отметок дна, обусловленное природным процессом врезания реки в рельеф местности.

В среднем и нижнем течении эрозионно-аккумуляционные процессы имеют разную направленность и проявляются с разной интенсивностью. В нижнем течении регистрируется аккумуляция наносов, заиление и последующее смещение русла в плане. В средней части течения горизонтальные русловые деформации ограничиваются наличием трудноразмываемых породах по бортам русла реки.

Наиболее сильные изменения в развитии русловых процессов проявляются в дельте р. Самур. Прежде это выражается в снижении стока наноса, размыве и понижении отметок дна русла, повышении и обсыхании поймы, смене типа русловых процессов.

Библиографический список

1. Баламирзоев М. А., Гуруев М. А. Эколого-биосферные аспекты сохранения биоразнообразия природного комплекса дельты р. Самур / Научно-практическая конференция «Почвы аридных территорий и проблемы охраны их биологического разнообразия». – Махачкала: ИГ ДНЦ РАН, 2014. – С. 142–149.
2. Беркович К. М. Русловые процессы на реках в сфере влияния водохранилищ. – М.: Географический факультет МГУ, 2012. – 163 с.
3. Беркович К. М., Чалов Р. С., Чернов А. В. Экологическое русловедение. – М.: ГЕОС, 2000. – 331 с.
4. Реки Дагестанской АССР / К. К. Гюль, С. В. Власова, И. М. Кисин,

А. А. Тертеров. – Махачкала: Дагкнигаиздат, 1961. – 260 с.

5. Кондратьев Н. Е., Попов И. В., Сниценко Б. Ф. Основы гидроморфологической теории руслового процесса. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 272 с.

6. Маккавеев Н. И., Чалов Р. С. Русловые процессы. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 264 с.

7. Чалов Р. С. Основные положения теории общего и географического русловедения // Вестн. Моск. ун-та. Сер.5. География. – 2003. – № 6.

8. Черепанова Е. С. Пойменно-русловые комплексы в системе ландшафтов Пермского Прикамья // Географический вестник. Пермский государственный университет.

– 2012. – № 2(21). – С. 22–29.

Материал поступил в редакцию 16.01.2016.

Сведения об авторах

Гуруев Магомед Абдулаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, лаборатория гидробиологии и химической экологии моря; ФГБНУ ПИБР ДНЦ РАН; 367025, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45; e-mail: perspektivard@mail.ru.

Амаева Франгиз Шамильевна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, лаборатория гидробиологии и химической экологии моря; ФГБНУ ПИБР ДНЦ РАН; 367025, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45; e-mail: a_frana@mail.ru.

M. A. GURUEV, M. M. AMAEVA

The Federal state budget institution of science «Prikaspisky institute of biological resources», Makhachkala

INVESTIGATION OF CURRENT MORPHODYNAMIC CHARACTERISTICS OF FLOODPLAIN-CHANNEL COMPLEXES OF THE SAMUR RIVER DELTA

There are considered peculiarities of channel and floodplain processes of the mountain-plain river with a high transporting capability of the flow, reasons and mechanisms of transformation of the Samur river channel on its different parts. With the evaluation purpose of the influence of scaled water economic transformations on the biocomplex there was carried out a study of ecological aspects of morphological characteristics changing of the plain flood-channel complex in the Samur river delta. By means of retrospective analysis of large-scaled maps, field inspection of the area it is shown that accumulation in upstream of the operating intake structure of large volumes of alluvia sediments promotes shifting of the channel in the plan and progressing erosion of the left side of the transboundary river floodplain. The annual withdrawal of critical water volumes of the Samur river for reclamation needs leads to changing the type of channel processes, decreasing of floodplain watering, changing of hydrobionts habitats of mouth zones, transformation of plain flood landscapes, decreasing of soils productivity in the delta, degradation of the vegetative cover of the Samursky natural complex. Upstream of the river Samur there is stated a certain lowering of the bottom marks caused by a natural process of the river penetration in the area relief. In the middle and low current erosion-accumulation processes had a different direction and occur with a different intensity. The strongest changes in the development of channel processes were revealed in the river Samur delta. First of all it is expressed in the decrease of the alluvia flow, washing out and marks lowering of the channel bottom, rising and drying of the floodplain, changing of the type of channel processes.

Channel, hydrological mode, deltas, ecosystem, biocoenosis, degradation, floodplain-channel complex, mountaneous.

References

1. Balamirzoev M. A., Guruev M. A. Ecologo-biosferynye aspekty sohraneniya bioraznoobraziya prirodnogo kompleksa delty r. Samur / Nauchno-practicheskaya konferentsiya «Pochvy aridnyh territorij I problem ohrany ih biologicheskogo

raznoobraziya». – Makhachkala: IG DNTS RAN, 2014. – S. 142–149.

2. Berkovich K. M. Ruslovyje protsessy na rekah v sfere vliyaniya vodohranilishch. – M.: Geograficheskyy faculjtet MGU, 2012. – 163 s.

3. Berkovich K. M., Chalov R. S., Chernov

A. V. Ecologicheskoye ruslovedeniye. – M.: GEOS, 2000. – 331 s.

4. Reki Dagestanskoy ASSR / K. K. Gyul, S. V. Vlasova, I. M. Kisin, A. A. Terterov. – Makhachkala: Dagknigaizdat, 1961. – 260 s.

5. Kondratjev N. E., Popov I. V., Snishcenko B. F. Osnovy gidromorfologicheskoy teorii ruslovogo protsessa. – L.: Gidrometeoizdat, 1982. – 272 s.

6. Makkaveev N. I., Chalov R. S. Ruslovyje protsessy. – M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1986. – 264 s.

7. Chalov R. S. Osnovnyepolozheniya teorii obshchego i geograficheskogo ruslovedeniya // Vesti. Mosc. un-ta. Ser.5. Geografiya. – 2003. – № 6.

8. Cherepanova E. S. Poimennenno-ruslovyje complexy v sisteme landshaftov Permskogo Prikamya // Geograficheskyy vestnik. Permsky gosudarstvennyy universitet. – 2012. – № 2(21). – S. 22–29.

9. Chernov A. V. Metodologiya i metodika geograficheskogo ruslovedeniya // Eroziya

pochv i ruslovyje protsessy. – 2005. – Vyp. 15. – S.102–125.

10. Priamurye: vodokhozyajstvennyy problem I perspektivy; otv. Red. I. M. Saipulaev, E. M. Eljdarov. – Makhachkala: DGPU, 2003. – 154 s.

Received on 16.01.2016.

Information about the authors

Guruev Magomed Abdulaevich, candidate of biological sciences, senior researcher, laboratory of hydrobiology and chemical exology of sea, FGBNU PIBR DNTS RAN; 367025, Makhachkala, ul. M. Gadzieva, 45; e-mail: perspektivard@mail.ru.

Amaeva Frangiz Shamiljevna, candidate of biological sciences, a researcher, laboratory of hydrobiology and chemical exology of sea, FGBNU PIBR DNTS RAN; 367025, Makhachkala, ul. M. Gadzieva, 45; e-mail: a_frana@mail.ru.

УДК 502/504:627.82.034.93

В. Я. ЖАРНИЦКИЙ, Е. В. АНДРЕЕВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва

О. А. БАЮК

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва

МНОГОФАКТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГНОЗА ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАССИВА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Для повышения объективности, сокращения стоимости, трудозатрат и сроков проведения обследования необходимо применять комплексный подход к оценке надежности и безопасности грунтовых плотин, с применением регрессионных многофакторных моделей использующих массив данных наблюдений за изменением величины обобщенного показателя эксплуатационной надежности. В силу физико-механических свойств низконапорных грунтовых сооружений, задача эксплуатационной надежности и долговечности требует решения ряда методологических и теоретических вопросов. К таким вопросам можно отнести проблему построения статистического и динамического прогноза долговечности и эксплуатационной надежности низконапорного гидротехнического сооружения в среде с ограниченным числом исчерпывающих исходных данных о сооружении. Однако возникают две математические проблемы: автокорреляция и мультиколлинеарность. Поэтому помимо скрупулезного изучения физико-механических свойств грунтов, при построении многокритериальных моделей оценки эксплуатационной надежности низконапорных грунтовых плотин и прогноза их дальнейшего состояния важно учитывать правильность постановки и реализации математического аппарата применительно к данной проблеме.

Низконапорные грунтовые плотины, долговечность, многофакторная модель, период наблюдений, временной ряд, статистические данные, фактические уровни временного ряда, прогноз состояния.