

Министерство образования и науки Российской Федерации

---

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

*Посвящается 85-летию со дня рождения  
руководителя научной школы  
академика РАН Васильева Ю.С.*

*М. Ю. Кононова*

## **ЭКОЛОГИЯ**

**ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ  
КАЧЕСТВА ВОДЫ  
В БЬЕФАХ ГЭС (ГАЭС)**

**Учебное пособие**

Санкт-Петербург  
Издательство Политехнического университета  
2014

УДК 574.5 : 621.311.21 : 502.3 : 504.064.36 : 725(075.8)

ББК 20.1:20.18:26.22:65.050:75.81:75.48я73

К 647

*Кононова М. Ю.* **Экология. Оценка и прогноз качества воды в бьефах ГЭС (ГАЭС) : учеб. пособие / М. Ю. Кононова.** — СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2014. — 222 с.

Пособие соответствует государственному образовательному стандарту дисциплины "Экология" направления бакалаврской, магистерской и инженерной подготовки "Строительство".

Рассмотрены нормативные и законодательные аспекты рационального использования водных ресурсов, основные классификации вод суши в естественном и зарегулированном состоянии поверхностных вод суши, службы, обеспечивающие мониторинг поверхностных вод в Российской Федерации, возможности ГЭС и ГАЭС для ведения мониторинга поверхностных вод, геоэкологическое обоснование территорий развития, гидроэкологическая оценка и прогноз качества воды в бьефах ГЭС(ГАЭС) с учётом комплексного водопользования и развития рекреации.

Учебное пособие предназначено для студентов вузов, обучающихся по укрупнённой группе направлений «Техносферная безопасность».

Пособие может быть полезно для подготовки бакалавров, специалистов и магистров в строительных вузах, а также в системах повышения квалификации и в учреждениях дополнительного профессионального образования.

Табл. 34. Ил. 21. Библиогр.: 68 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

**ISBN 978-5-7422-4378-6**

© Кононова М.Ю., 2014

© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

По данным ООН к 2025 г. Россия вместе со Скандинавией, Южной Америкой и Канадой останутся регионами наиболее обеспеченными пресной водой – более 20 тыс. м<sup>3</sup>/год в расчёте на душу населения. По данным ООН в повестке дня третьего тысячелетия вода будет играть решающую роль. Если в 2000 г. дефицит пресной воды, включая сельскохозяйственные и промышленные нужды, оценивался в 230 млрд. м<sup>3</sup>/год, то к 2025 г. этот дефицит на планете увеличится до 1,3-2,0 трлн. м<sup>3</sup>/год. По общему объёму ресурсов пресной воды Россия занимает лидирующее положение среди стран Европы (табл. 1.<sup>1</sup>).

Таблица 1.

**Общий объем ресурсов пресной воды в ряде стран Европы (км<sup>3</sup>/год)**

<i>Страна</i>	<i>Общий объем ресурсов</i>	<i>Страна</i>	<i>Общий объем ресурсов</i>
<b>Россия</b>	<b>7770,6</b>	Норвегия	390,8
Бельгия	20,7	Польша	63,1
Болгария	15,8	Португалия	73,6
Венгрия	120,0	Румыния	42,3
Германия	188,0	Турция	234,3
Греция	72,0	Финляндия	110,0
Дания	16,3	Франция	189,1
Испания	111,1	Швейцария	53,3
Нидерланды	89,7	Швеция	179,0

Примем все российские водные ресурсы за 100 %, тогда почти треть из них сосредоточено в озёрах (1 место в мире), четвертая часть – в болотах и пятая часть – в реках.

Регулярному перераспределению подвергается не весь указанный объём пресной воды: определённая часть находится в статиче-

<sup>1</sup> Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2007 году». – М.: НИА-Природа, 2008. – 408 с.

ском (вековом) виде, который значительно замедляет круговорот (перемещение) пресной воды. В количественном отношении водные ресурсы России представлены в таблице 2.

Таблица 2.

**Суммарные водные ресурсы России (ГД 2007<sup>2</sup>)**

<i>Ресурс</i>	<i>Статический запас, км<sup>3</sup></i>		<i>Среднее многолетний объем (возобновление), км<sup>3</sup>/год</i>	
	<i>всего</i>	<i>%</i>	<i>всего</i>	<i>%</i>
Реки	470	0,5	4875,5	45,1
Озера	26500	29,8	530,0	4,9
Болота	3000	3,4	1000,0	9,2
Ледники	15148	17,0	110,0	1,0
Подземный лёд	15 800	17,8	-	-
Подземные воды	28 000	31,5	787,5	7,3
Почвенная влага	-	-	3500,0	32,5
<b>Всего</b>	<b>88918</b>	<b>100</b>	<b>10803</b>	<b>100</b>

За последние 15-20 лет (ГД 2007) в целом по России удельная водообеспеченность (на одного жителя) заметно увеличилась, в том числе за счёт уменьшения численности населения. Однако главный недостаток российских водных ресурсов – их неравномерное распределение по территории страны, не согласующееся с реальными потребностями в пресной воде – сохранился. Во многих регионах России имеются серьёзные проблемы с водообеспечением из-за указанного неравномерного распределения, очень большой их временной изменчивости (особенно в южных районах), высокой степени загрязнения. По величине местных водных ресурсов Южный и Дальневосточный федеральные округа России различаются почти в 30 раз, а по водообеспеченности населения примерно в 100 (таблица 3).

Предварительные результаты исследования, полученные в последние годы российскими и зарубежными учёными с использованием различных климатических сценариев и гидрологических моделей (2007), показывают, что на преобладающей части территории

<sup>2</sup> Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2007 году». – М.: НИА-Природа, 2008. – 408 с.

России в первой половине XXI в. следует ожидать увеличения водных ресурсов и уменьшения их внутригодовой неравномерности. В частности, ожидается увеличение стока в бассейнах Волги и северных рек, прогнозируется рост притока речных вод с российской территории в Северный Ледовитый океан до 10-20%. В тоже время в южных регионах, в бассейнах Дона и Днепра и на прилегающих территориях, имеющих и в настоящее время ограниченные водные ресурсы, вполне вероятно их значительное уменьшение из-за изменения климата.

Таблица 3.

**Водные ресурсы России по федеральным округам (ГД 2007)**

Федеральный округ	Площадь территории (тыс. км <sup>2</sup> )	Население, (млн. чел.)	Среднее многолетнее значение водных ресурсов (км <sup>3</sup> /год)	Водные ресурсы 2007 г. (км <sup>3</sup> /год)	Отклонение от среднего многолетнего значения (%)	Водообеспеченность местными водными ресурсами	
						м <sup>3</sup> на 1 км <sup>2</sup>	тыс. м <sup>3</sup> /год на чел.
Северо-Западный	1687	13,5	607,4	712,3	17,3	422,2	52,8
Центральный	650,2	37,2	126,5	124,8	-1,3	191,9	3,4
Приволжский	1037	30,2	271,3	331,6	22,2	319,8	11,0
Южный	591,3	22,8	309	358,4	16	606,1	15,7
Уральский	1818,5	12,2	597,3	728,5	22	400,6	59,7
Сибирский	5145	19,6	1321,1	1525	15,4	296,4	77,8
Дальневосточный	6169,3	6,5	1847,8	2013,7	9	326,4	309,8
<b>Российская Федерация</b>	<b>17098,3</b>	<b>142</b>	<b>4258,6</b>	<b>4883,6</b>	<b>14,7</b>	<b>285,6</b>	<b>34,4</b>

Запасы водных ресурсов по федеральным округам и субъектам Российской Федерации представлены на рис.1. Динамика основных показателей водопользования в России по федеральным округам для периода с 1990 по 2007, 2009 год представлена в таблице 4.

Учебное пособие “Оценка и прогноз качества воды в бьефах ГЭС (ГАЭС)” составлено таким образом, что может быть рассмотрено как самостоятельное пособие, так и в совокупности с подготовкой к написанию отчёта по летней практике и/или организации и проведению лабораторного практикума “Оценка и прогноз качества воды в бьефах ГЭС (ГАЭС)” с написанием различных сценариев развития водопользования и загрязнения водосборной территории.

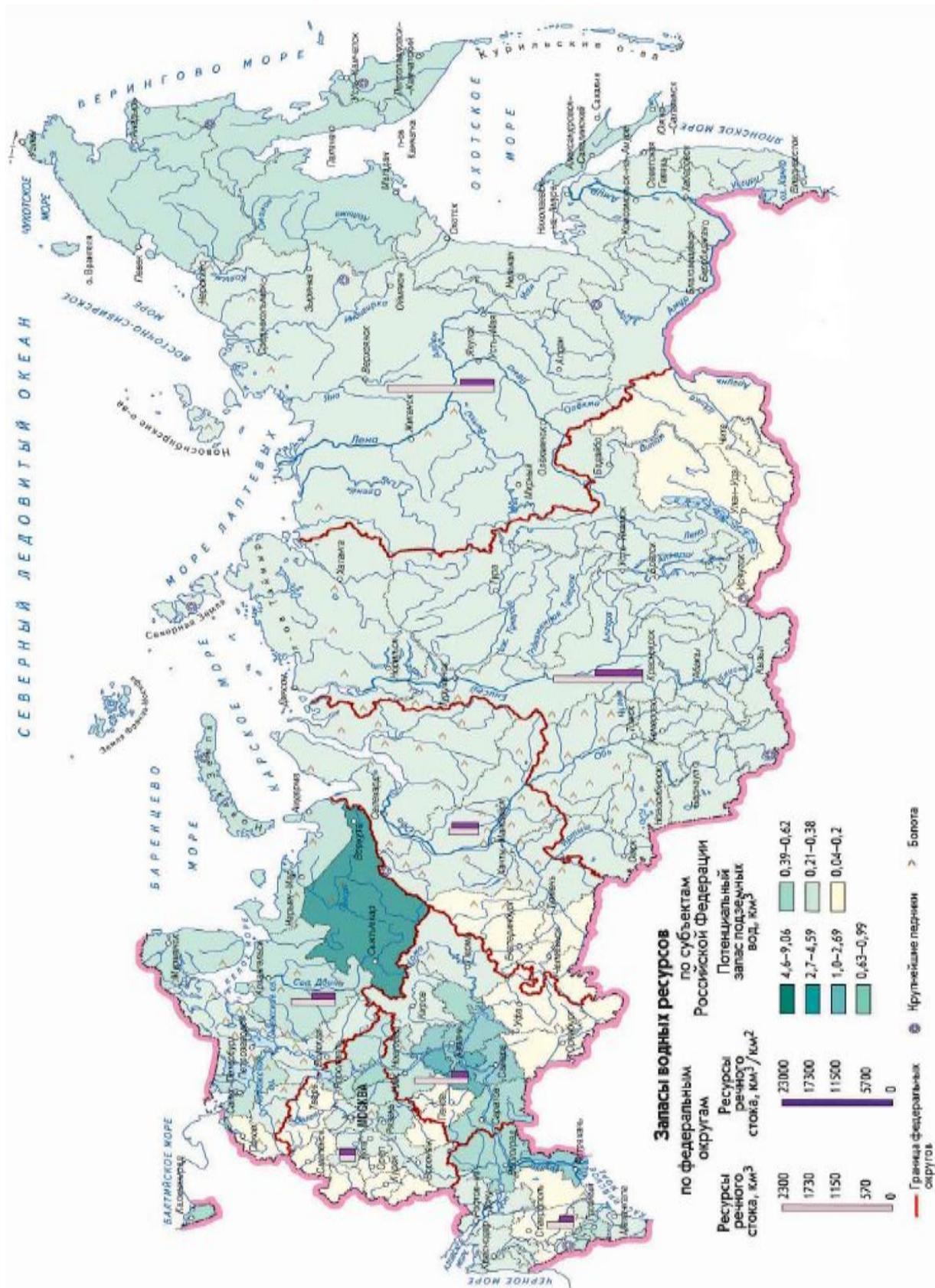


Рис. 1. Запасы водных ресурсов по федеральным округам и субъектам РФ (ГД2008)

Таблица 4

**Динамика основных показателей водопользования в России  
по федеральным округам (млн. м<sup>3</sup>) (ГД2007, 2009)**

<b>Федеральный округ (год)</b>	<b>Использование свежей воды</b>	<b>Объем оборотной и по- вторно-последовательно используемой воды</b>	<b>Сброс загрязнённых сточных вод в природные поверхност- ные водные объекты</b>
<b>Российская Федерация</b>			
1990 г.	96152	170563	27798
1995 г.	75780	137820	24478
2000 г.	66924	133482	20291
2006 г.	62153	142596	17489
2007 г.	62506	144386	17176
2007 г. в % к 1990 г.	<b>65</b>	<b>85</b>	<b>62</b>
2008 г.	62921	143504	17119
2009 г.	57677	136752	15854
2009 г. в % к 1990 г.	<b>60</b>	<b>80</b>	<b>57</b>
Г., в т.ч.:			
<b>Центральный</b>			
1990 г.	16719	46198	5857
1995 г.	12930	36788	5271
2000 г.	11583	36511	4742
2006 г.	10622	39020	4186
2007 г.	10466	40138	3870
2007 г. в % к 1990 г.	<b>63</b>	<b>87</b>	<b>66</b>
2008 г.	10144	39583	3798
2009 г.	9073	37041	3596
2009 г. в % к 1990 г.	<b>54</b>	<b>80</b>	<b>61</b>
<b>Северо-Западный</b>			
1990 г.	14538	12531	4358
1995 г.	11753	9893	3692
2000 г.	11342	9728	3579
2006 г.	11641	10847	3092
2007 г.	11774	10972	3101
2007 г. в % к 1990 г.	<b>81</b>	<b>88</b>	<b>71</b>
2008 г.	12338	11098	3024
2009 г.	11362	10635	2830
2009 г. в % к 1990 г.	<b>78</b>	<b>85</b>	<b>65</b>
<b>Южный и Северо-Кавказский</b>			
1990 г.	27617	9422	4418
1995 г.	21462	6464	4406
2000 г.	17067	5031	2389
2006 г.	15380	6380	2006
2007 г.	15540	6445	1981
2007 г. в % к 1990 г.	<b>56</b>	<b>68</b>	<b>45</b>
2008 г.	15157	6606	1924
2009 г.	14289	6368	1855
2009 г. в % к 1990 г.	<b>52</b>	<b>68</b>	<b>42</b>
<b>Приволжский</b>			

<i>Федеральный округ (год)</i>	<i>Использование свежей воды</i>	<i>Объем оборотной и по- вторно-последовательно используемой воды</i>	<i>Сброс загрязнённых сточных вод в природные поверхност- ные водные объекты</i>
1990 г.	15513	40412	5395
1995 г.	12776	31769	4090
2000 г.	10539	29582	3858
2006 г.	10125	31354	3140
2007 г.	10359	31002	3062
2007 г. в % к 1990 г.	<b>67</b>	<b>77</b>	<b>57</b>
2008 г.	10108	30891	3047
2009 г.	9358	29778	2674
2009 г. в % к 1990 г.	<b>60</b>	<b>74</b>	<b>50</b>
<i>Уральский</i>			
1990 г.	5125	32546	1526
1995 г.	4357	29154	1909
2000 г.	4055	28535	1773
2006 г.	3964	32127	1726
2007 г.	3882	32874	1769
2007 г. в % к 1990 г.	<b>76</b>	<b>101</b>	<b>116</b>
2008 г.	4080	32848	1867
2009 г.	3563	31486	1702
2009 г. в % к 1990 г.	<b>70</b>	<b>97</b>	<b>112</b>
<i>Сибирский</i>			
1990 г.	13202	20488	5069
1995 г.	9898	16740	3829
2000 г.	10326	17893	2914
2006 г.	8685	16945	2498
2007 г.	8759	17224	2537
2007 г. в % к 1990 г.	<b>66</b>	<b>84</b>	<b>50</b>
2008 г.	9370	16497	2602
2009 г.	8215	15733	2348
2009 г. в % к 1990 г.	<b>62</b>	<b>77</b>	<b>46</b>
<i>Дальневосточный</i>			
1990 г.	3437	8966	1177
1995 г.	2604	7012	1279
2000 г.	2012	6202	1036
2006 г.	1736	5922	842
2007 г.	1726	5732	856
2007 г. в % к 1990 г.	<b>50</b>	<b>64</b>	<b>72</b>
2008 г.	1726	5981	858
2009 г.	1818	5711	848
2009 г. в % к 1990 г.	<b>53</b>	<b>64</b>	<b>72</b>

В учебном пособии материал излагается последовательно, что позволяет постепенно ознакомившись с каждым пунктом получить совокупную информацию об оценке и прогнозе качества воды есте-

ственных водоёмов и водотоков, а затем зарегулированных водных объектов.

В пункте 1. “Общие положения” освещён вопрос, связанный с нормативно-правовой и законодательной базой, обеспечивающей рациональное водопользование и водопотребление. Здесь же приводятся основные гостерируемые, нормируемые и специальные термины и понятия, которые в большем объёме представлены в Приложении I.

В пункте 2. “Классификация водотоков и водоемов для целей рационального использования водных ресурсов” обобщена необходимая для гидроэнергетиков классификация водотоков по климатическим условиям, классификация водотоков по характеру меженного периода, по гидрологическому режиму, по размеру и водности с последующем определением класса и подкласса водотоков; типизация водотоков по особенности гидродинамического режима; классификация поверхностных вод суши по степени минерализации, по ионному составу (Алекин); фрагментарно представлена эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод суши; рассмотрено в качестве примера распределение эколого-санитарных показателей качества воды по разрядам и обобщённая эколого-санитарная оценка качества воды; классификация факторов, определяющих качество природной воды, по их гигиенической значимости; краткая характеристика различных вод – классификация вод по степени загрязнённости (сапробности); общие требования к составу и свойствам воды для различных категорий водопользования.

В пункте 3. “Программы и службы, обеспечивающие мониторинг поверхностных вод на современном этапе” даётся обзор ретроспективы наблюдения и контроля за поверхностными водами суши на территории Российской Федерации и состояние вопроса на современном этапе.

В пункте 4. “Развитие локального экологического мониторинга для целей эксплуатации ГЭС и ГАЭС” систематизируются возможности ГЭС и ГАЭС с учётом развития на них АСУ ТП, создания локального территориально-бассейнового мониторинга и совместной работы

территориальных природоохранных органов на территории водохозяйственных районов Российской Федерации.

В пункте 5. “Гидроэкологическая оценка” представлены методические подходы к оценке влияния строительства, эксплуатации и реконструкции ГЭС и ГАЭС и прогноза этого влияния с учётом разнообразия экологических аспектов.

Данные учебного пособия служат также основой при подготовке исходных данных для лабораторных работ/практик и написания отчётов по лабораторным работам/практикам. В приложении II даны описания и шаблоны для лабораторных работ, в приложении III представлены извлечения из отчётов летней дистанционной международной практики.

В тексте постоянно даются ссылки на литературные источники, что при необходимости более подробного изучения того или иного вопроса может быть использовано, пособие снабжено библиографическим списком.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Начиная с 1977 года в наш обиход вместе с ГОСТ 17.1.1.01.–77 входит термин **качество воды** и понятие **регулирование качества воды**. За тем появляются и другие стандарты, обеспечивающие взаимосвязку терминов и понятий, для специалистов различных отраслей науки и техники, работающих в области использования водных ресурсов для промышленных, энергетических, коммунально-бытовых, сельскохозяйственных, оздоровительных и других целей.

В 1988 году выходит стандарт ГОСТ 27065-86, который устанавливает 41 термин и определение основных понятий в области качества воды, таких как определения *контроля качества воды, нормы качества воды, критерий качества воды, класс качества воды, индекс качества воды и регулирование качества воды* (Приложение I). Данный стандарт не распространяется на сточные воды.

В этом же году было принято постановление № 32 от 7.01.1988 “О коренной перестройке дела охраны природы в стране”. В нем было заявлено об осуществлении государственной экологической экспертизы генеральных схем развития и размещения производственных сил страны, о соблюдении экологических требований при проектировании и строительстве объектов, внедрении новых технологических процессов. В этом случае особая ответственность по осуществлению названных мероприятий возлагалась на вновь созданный Государственный комитет СССР по охране природы. Названное постановление вводило в практику экономические нормативы платы за природные ресурсы и за выбросы загрязняющих веществ. Упомянутые платежи должны были стимулировать рациональное и комплексное использование земли, воды и других ресурсов, своевременное выполнение мероприятий по предотвращению (ликвидации) загрязнения окружающей среды.

Тогда же встаёт вопрос об улучшении использования водных ресурсов страны. В 1988 году принято постановление “О первоочередных мерах по улучшению использования водных ресурсов в

стране”, где констатируется серьёзно обострившаяся обстановка с водообеспечением, сдерживающая развитие ряда регионов страны, подчёркивается повсеместное распространение практики бесхозяйственного, расточительного отношения к водным ресурсам, отношение хозяйственников и населения к воде как к даровому и неиссякаемому источнику природы. Таким образом, было заявлено об актуальности срочного введения долговременных нормативов платы за воду.

С 1.01. 1989 г. вводится вновь СанПиН 4630-88 “Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения”, являющиеся общесоюзными санитарно-гигиеническими и санитарно-противоэпидемическими правилами и нормами.

В 1991 г. приняты и действуют в России в настоящее время “Правила охраны поверхностных вод. Типовые положения”. 19.04.1991 г. вступил в силу Закон “Об охране окружающей природной среды”, в котором в ещё большей мере акцентируется ответственность человека при принятии решений по природопользованию, водопользованию и водопотреблению, в частности.

Прямым продолжением и усовершенствованием обобщающих концептуальных документов является “**КОНЦЕПЦИЯ перехода Российской Федерации на путь устойчивого развития**”, которая была принята на Всероссийском съезде по охране природы в г. Москве, 1995 г.

В п.4.3. Восстановление и сохранение качества окружающей природной среды данной Концепции на первом месте стоит вопрос “*по охране и рациональному использованию ресурсов пресной воды*”. Среди первоочередных мер здесь были предложены:

- *осуществление комплекса мер по охране и воспроизводству водных ресурсов на водосборных площадях, включая систему мер по охране водных источников, в том числе подземных;*
- *рационализация системы водопользования;*
- *сокращение удельных расходов воды на единицу продукции в промышленности, а также в орошаемом земледелии;*

– перевод населённых пунктов на централизованное водоснабжение, повышение надёжности городских и сельских систем водоснабжения и канализации;

– развитие систем оборотного и замкнутого водоснабжения и систем очистных сооружений в целях снижения объёмов поступления сточных вод и прекращение сброса загрязнённых стоков в водные объекты;

– обеззараживание и обессоливание коммунальных и промышленных стоков, утилизация осадков сточных вод;

– обеспечение комплексного строительства водопроводных и канализационных сооружений;

– инвентаризация объектов, оказывающих влияние на загрязнение и истощение природных водоёмов, разработка и осуществление по каждому предприятию, обеспечивающему их охрану и рациональное использование, соответствующих мер в сроки и в объёмах, согласованных с местными органами.

С ноября 1995 вступает в силу принятый Государственной Думой и одобренный Президентом Российской Федерации новый Водный кодекс Российской Федерации на смену утратившим силу Кодексам 1972, 1980, 1985, 1988 гг. В Кодексе собраны и отображены все возможные отношения по поводу вод, которые регулируются путём установления правовых основ использования и охраны водных объектов. В Водном кодексе ещё раз подчёркивалось, что воды являются важнейшим компонентом окружающей природной среды, возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на её территории, обеспечивают экономическое, социальное, экологическое благополучие населения, существование животного и растительного мира.

Постановлением правительства РФ № 307 от 14.03.1997 г. “Об утверждении положения о ведении государственного мониторинга водных объектов” в соответствии с Водным кодексом РФ установлен

порядок осуществления государственного мониторинга водных объектов.

Впервые за время проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических и гидроэнергетических объектов Государственной Думой 23.06.1997 г. принят Федеральный Закон Российской Федерации “О безопасности гидротехнических сооружений” № 117-ФЗ от 21.07.1997 года.

*Устойчивое водопользование* – стратегическая цель государственной водохозяйственной политики была чётко сформулирована в «Концепции государственной политики устойчивого водопользования в Российской Федерации» (1998), что явилось прямым продолжением и развитием Указов президента Российской Федерации «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» (1994) и «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» (1996). В названных документах были отражены и выделены особо приоритеты природоохранной деятельности для сохранения и поддержания стабильности, равновесия геосфер и экологической безопасности.

Принятые законы в области окружающей среды, обеспечения экологической безопасности, рационального использования могут быть разбиты по их содержательной и исполнительной части на 4 группы:

1. Общие: Об экологической экспертизе, 1995; О ратификации Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктиде, 1997; О гидрометеорологической службе, 1998; и т.д.
2. Об экологической безопасности: О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения, 1999; Основы законодательства об охране здоровья граждан (с изм. 1993); О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, 1994; о государственном регулировании в области генно–инженерной деятельности, 1995; О ратификации Базельской конвенции о контроле за транс–границной перевозкой опасных отхо-

дов и их удалением, 1995; О безопасном обращении с пестицидами, 1997; Об отходах производства и потребления, 1998; и т.д.

3. О радиационной безопасности населения: Об использовании атомной энергии (с изм. 1997), 1995; О радиационной безопасности населения, 1996; О финансировании особо радиационно–опасных и ядерно–опасных производств и объектов, 1997; и т.д.

4. О природных ресурсах: Об оплате за землю (с изм. и доп. 1992, 1993,1994,1995), 1991; О мелиорации земель, 1996; О ставках отчислений на воспроизводство минерально–сырьевой базы, 1995; Об участках недр, право пользования которыми может быть предоставлено на условиях раздела продукции, 1997; О природных лечебных ресурсах, лечебно–оздоровительных местностях и курортах, 1995; Об особо охраняемых природных территориях, 1995; О животном мире, 1995; О ратификации конвенции о биологическом разнообразии, 1995; О внутренних морских водах, территориальном море и прилежащей зоне РФ, 1998; О континентальном шельфе РФ, 1998; и т.д.

Основные положения экологической стратегии государства и главные направления укрепления правопорядка в природопользовании и охране окружающей среды, обеспечении экологической безопасности отражены в действующих нормативных актах экологического законодательства: Декларации «О государственном суверенитете РСФСР» от 12.06.1990 г., Декларации прав и свобод человека и гражданина от 22.11.1991 г., Конституции РФ от 12.12.1993 г.

Постановления Правительства РФ делятся на 3 группы: принимаемые во исполнение законов для их конкретизации; предназначенные для определения компетенции органов управления и контроля; нормативно–правовые акты дальнейшего правового регулирования экологических отношений.

Закон РФ «Об охране окружающей среды» (с изм. на 22.08.2004г., редакция, действующая с 01.01.2005г.) предусматривает в ст.4, что все охраняемые данным законом объекты земной природы делятся на три категории: дифференцированные, интегрированные и особо охраняемые. К дифференцированным относятся отдельные

природные объекты (земля, почва, недра, поверхностные и подземные воды; леса и иная растительность, животные и другие организмы и их генетический фонд; атмосферный воздух, озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство.), к интегрированным – экологические объекты окружающей природной среды и окружающей человека среды. Все основные объекты природы относятся к особо охраняемым, в том числе и экологические права человека. Предметом охраны выступает не сам человек, а его экологические права и интересы: право человека на чистую, здоровую и благоприятную для жизни окружающую природную среду; право гражданина на охрану здоровья от неблагоприятного воздействия окружающей среды, вызванного антропогенным влиянием человека.

Объекты экологического права: окружающая природная среда, природные объекты, природные ресурсы, природные комплексы, экологические права человека.

Наряду с национальным законодательством, защита прав человека обеспечивается и нормами международного права: Всемирной Декларацией прав человека (1948); Стокгольмской Декларацией, принятой на конференции ООН по окружающей среде (1972); Международной конференцией ООН по окружающей среде и устойчивому развитию (1992, 2002 гг.); Конвенцией ООН об изменении климата (1993 г.); Киотским протоколом о парниковых газах (1997); и др.

Закон РФ «Об охране окружающей среды» использует следующие основные понятия:

– *окружающая среда* – совокупность компонентов природной среды, природных и природно–антропогенных объектов, а также антропогенных объектов;

– *природная среда (природа)* – совокупность компонентов природной среды природных и природно–антропогенных объектов;

– *компоненты природной среды* – земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и

околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле;

– *природный объект* – естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства;

– *природно-антропогенный объект* – природный объект, изменённый в результате хозяйственной и иной деятельности, и/или объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение;

– *антропогенный объект* – объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов;

– *естественная экологическая система* – объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые её элементы взаимодействуют как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией;

– *природный комплекс* – комплекс функционально и естественно связанных между собой природных объектов, объединённых географическими и иными соответствующими признаками;

– *природный ландшафт* – территория, которая не подверглась изменению в результате хозяйственной и иной деятельности и характеризуется сочетанием определённых типов рельефа местности, почв, растительности, сформированных в единых климатических условиях;

– *охрана окружающей среды* – деятельность органов государственной власти РФ, органов государственной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления, общественных и иных некоммерческих объединений, юридических и физических лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов, предотвращение негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на ОС и ликвидацию её последствий (природоохранная деятельность);

– *качество окружающей среды* – состояние ОС, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями и/или их совокупностью;

– *благоприятная окружающая среда* – ОС, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно–антропогенных объектов;

– *негативное воздействие на окружающую среду* – воздействие хозяйственной и иной деятельности, последствия которой приводят к негативным изменениям качества ОС;

– *природные ресурсы* – компоненты природной среды, природные объекты и природно–антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности в качестве источников энергии, продуктов производства и предметов потребления и имеют потребительскую ценность;

– *использование природных ресурсов* – эксплуатация природных ресурсов, вовлечение их в хозяйственный оборот, в том числе все виды воздействия на них в процессе хозяйственной и иной деятельности;

– *загрязнение окружающей среды* – поступление в ОС вещества и/или энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на ОС;

– *загрязняющее вещество* – вещество или смесь веществ, количество и/или концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в т.ч. радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на ОС;

– *нормативы в области охраны окружающей среды (природоохранные нормативы)* – установленные нормативы качества ОС и нормативы допустимого воздействия на неё, при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие;

– *нормативы качества окружающей среды* – нормативы, которые установлены в соответствии с физическими, химическими, био-

логическими и иными показателями для оценки состояния ОС и при соблюдении которых обеспечивается благоприятная ОС;

– *нормативы допустимого воздействия на окружающую среду*  
– нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на ОС и при которых соблюдаются нормативы качества ОС;

– *нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду* – нормативы, которые установлены в соответствии с величиной допустимого совокупного воздействия всех источников на ОС и/или отдельные компоненты природной среды в пределах конкретных территорий и/или акваторий и при соблюдении которых обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем и сохраняется биологическое разнообразие;

– *нормативы допустимых выбросов и сбросов химических веществ, в т.ч. радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов (нормативы допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов)* – нормативы, которые установлены для субъектов хозяйственной и иной деятельности в соответствии с показателями массы химических веществ, в т.ч. радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов, допустимых для поступления в ОС от стационарных, передвижных и иных источников в установленном режиме и с учётом технологических нормативов, и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества ОС;

– *технологический норматив* – норматив допустимых выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов, который устанавливается для стационарных, передвижных и иных источников, ТП, оборудования и отражает допустимую массу выбросов и сбросов веществ и микроорганизмов в ОС в расчёте на единицу выпускаемой продукции;

– *нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, в т.ч. радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов (нормативы предельно допустимых концентраций)* – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в т.ч. радиоактивных, иных

веществ и микроорганизмов в ОС и несоблюдение которых может привести к загрязнению ОС, деградации естественных экологических систем;

– *нормативы допустимых физических воздействий* – нормативы, которые установлены в соответствии с уровнями допустимого воздействия физических факторов на ОС и при соблюдении которых обеспечиваются нормативы качества ОС;

– *лимиты на выбросы и сбросы загрязняющих веществ и микроорганизмов (лимиты на выбросы и сбросы)* – ограничения выбросов и сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов в окружающую среду, установленные на период проведения мероприятий по охране ОС, в т.ч. внедрения наилучших существующих технологий, в целях достижения нормативов в области охраны ОС;

– *оценка воздействия на окружающую среду* – вид деятельности по выявлению, анализу и учёту прямых, косвенных и иных последствий воздействия на ОС планируемой хозяйственной и иной деятельности в целях принятия решения о возможности или невозможности её осуществления;

– *мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг)* – комплексная система наблюдений за состоянием ОС, оценки и прогноза изменений состояния ОС под воздействием природных и антропогенных факторов;

– *государственный мониторинг окружающей среды (государственный экологический мониторинг)* – мониторинг ОС, осуществляемый органами государственной власти РФ и органами государственной власти субъектов РФ в соответствии с их компетенцией (абзац дополнен с 01.01.2005 г. ФЗ от 22.08.2004 г. N 122–ФЗ);

– *контроль в области охраны окружающей среды (экологический контроль)* – система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны ОС, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов, в области охраны ОС;

– *требования в области охраны окружающей среды (природоохранные требования)* – предъявляемые к хозяйственной и иной деятельности обязательные условия, ограничения или их совокупность, установленные законами, иными нормативными правовыми актами, природоохранными нормативами, государственными стандартами и иными нормативными документами в области охраны окружающей среды;

– *экологический аудит* – независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в т.ч. нормативов и нормативных документов, в области охраны ОС, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности;

– *наилучшая существующая технология* – технология, основанная на последних достижениях науки и техники, направленная на снижение негативного воздействия на ОС и имеющая установленный срок практического применения с учётом экономических и социальных факторов;

– *вред окружающей среде* – негативное изменение ОС в результате её загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов;

– *экологический риск* – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, ЧС природного и техногенного характера;

– *экологическая безопасность* – состояние защищённости природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, ЧС природного и техногенного характера, их последствий.

Эколого–хозяйственные основы территорий досуга и отдыха, том числе и у воды, связаны с обеспечением нормальных условий жизнеобеспечения отдыхающих, курортников, спортсменов всех возрастных групп населения. Инфраструктуры объектов туризма и спорта (ОТС) при этом имеют нормальные режимы работы в условиях про-

водимого экологического учёта в соответствии с ранее проведённой ОВОС, экологической экспертизой и намеченными ПОМ. Дальнейшее развитие территории, реконструкция и модернизация отдельных сооружений, блоков, узлов, оборудования и т.д. осуществляется в рамках существующих на современном этапе эксплуатации эколого-хозяйственных основ охраны природы территорий досуга и отдыха во исполнение подзаконных актов и норм природопользования.

Санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы (санитарные правила) – нормативные акты, устанавливающие критерии безопасности и/или безвредности для человека факторов среды его обитания и требования к обеспечению благоприятных условий его жизнедеятельности (Закон РФ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения"). Санитарные правила обязательны для соблюдения всеми государственными органами и общественными объединениями, предприятиями и иными хозяйствующими субъектами, организациями и учреждениями, независимо от их подчинённости и форм собственности, должностными лицами и гражданами" (ст. 3).

Санитарным правонарушением признается посягающее на права граждан и интересы общества противоправное, виновное (умышленное/ неосторожное) деяние (действие/бездействие), связанное с несоблюдением санитарного законодательства РФ, в т.ч. действующих санитарных правил. Должностные лица и граждане РФ, допустившие санитарное правонарушение, могут быть привлечены к дисциплинарной, административной и уголовной ответственности" (ст. 27). Строительство объектов по проектам, не имеющим заключения органов и учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы об их соответствии санитарным правилам, является нарушением ст.16, п.5 ФЗ "Об охране атмосферного воздуха" и ст.12, п.3 ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".

При наличии нарушений санитарных правил заказчик принимает необходимые меры по устранению имеющихся нарушений до предъявления объекта в эксплуатацию приёмочной комиссии. Приёмка объекта в эксплуатацию приёмочной комиссией допускается при

наличии санитарно–эпидемиологического заключения о соответствии объекта санитарным правилам и подписи представителя органов и учреждений государственной санитарно–эпидемиологической службы (ст.12, п.3 ФЗ "О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения").

В соответствии со ст.12, п.4 ФЗ "О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения" граждане, индивидуальные предприниматели и юридические лица, ответственные за выполнение работ по проектированию и строительству объектов, их финансированию и/или кредитованию, в случае выявления нарушений санитарных правил или невозможности их выполнения обязаны приостановить либо полностью прекратить проведение указанных работ и их финансирование и/или кредитование.

Для проведения экспертизы по каждому объекту должны представляться следующие материалы (например, атмосферный воздух): инвентаризационный перечень стационарных источников выбросов с качественной и количественной характеристикой каждого из них; предложения по нормативам ПДВ для каждого источника и загрязняющего вещества; план мероприятий по достижению ПДВ; способ учета фоновых концентраций; результаты прогнозных расчётов (при необходимости – первичные материалы по расчётам) на каждый этап достижения ПДВ; ситуационный план с изолиниями концентраций на каждый этап достижения ПДВ.

При наличии данных о неблагоприятном влиянии выбросов объекта, в период достижения ПДВ, на здоровье населения, проживающего в зоне его влияния, юридическое лицо обязано возместить ущерб, причинённый этим влиянием здоровью населения (ст.57 ФЗ "О санитарно–эпидемиологическом благополучии населения"). Система контроля и наблюдения должна соответствовать требованиям ГОСТа "Правила контроля качества атмосферного воздуха населённых мест".

*Территория санитарно–защитной зоны* (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031–01) предназначена для: обеспечения снижения уровня

воздействия до требуемых гигиенических нормативов по всем факторам воздействия за её пределами; создания санитарно–защитного и эстетического барьера между территорией предприятия (группы предприятий) и территорией жилой застройки; организации дополнительных озеленённых площадей, обеспечивающих экранирование, ассимиляцию и фильтрацию загрязнителей атмосферного воздуха и повышение комфортности микроклимата.

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с ТП, являющимися источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, характера и количества выделяемых в ОС токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учётом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на среду обитания и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов устанавливаются следующие минимальные размеры СЗЗ: предприятия 1 класса – 1000 м; 2 класса – 500 м; 3 класса – 300 м; 4 класса – 100 м; 5 класса – 50 м. Размеры СЗЗ могут быть уменьшены при: объективном доказательстве стабильного достижения уровня техногенного воздействия на среду обитания и население в рамках и ниже нормативных требований по материалам систематических (не менее чем годовых) лабораторных наблюдений за состоянием загрязнения воздушной среды; подтверждении замерами снижения уровней шума и других физических факторов в пределах жилой застройки ниже гигиенических нормативов; уменьшении мощности, перепрофилировании предприятия и связанным с этим изменением класса опасности.

Размещение спортивных сооружений; парков, образовательных учреждений, лечебно–профилактических и оздоровительных учреждений общего пользования на территории СЗЗ не допускается.

В границах СЗЗ допускается размещать:

– сельхозугодья для выращивания технических культур, не используемых для производства продуктов питания;

– предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами меньшего класса вредности, чем основное производство. При наличии у размещаемого в СЗЗ объекта выбросов, аналогичных по составу с основным производством, обязательно требование не превышения гигиенических нормативов на границе СЗЗ и за её пределами при суммарном учёте;

– пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, площадки индивидуальной стоянки автомобилей и мотоциклов; автозаправочные станции, здания управления, конструкторские бюро, учебные заведения, поликлиники, магазины, научно–исследовательские лаборатории, связанные с обслуживанием данного предприятия, спортивно–оздоровительные сооружения для работников предприятия;

– нежилые помещения для дежурного аварийного персонала и охраны предприятий, сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электроподстанции, нефте– и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные НС, сооружения оборотного водоснабжения, питомники растений для озеленения промплощадки, предприятий и СЗЗ.

Практика подготовки Государственных докладов в области водных ресурсов осуществляется с начала XXI в. с учётом опыта подготовки отчётов ФГУП РосНИИВХ за период с 1991 года. Материалы демонстрируют необходимость преемственности, определённую однородность структуры изложения, обеспечивающей сопоставимость данных, и обязательно отражают тенденции и новации отчётного периода. Впервые информация в Государственном Докладе 2007 года представлена в виде группировки данных по бассейнам важнейших рек и морей и по территории страны (федеральным округам и субъектам РФ), а так же по отраслям экономики данные представлены в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономиче-

ской деятельности (ОКВЭД), который используется в российской социально-экономической статистике с 2006 г. Доклад 2007 года в первую очередь раскрывает и анализирует материалы о состоянии водных объектов и водных ресурсов водохозяйственной и водоохранной деятельности в Российской Федерации в 2007 году, дополняемые сравнительными данными за 2005–2006 гг. и более ранние периоды. Затем характеризуется процесс водопользования по отдельным элементам, показаны уровни и динамика потребления воды населением и объектами экономики в годовом и многолетнем аспекте, даётся анализ водохозяйственной ситуации и характеристики развития негативных процессов, связанных с изменением состояния водных объектов; анализируются мероприятия по охране вод и восстановлению водных объектов, обеспечению безопасности гидротехнических сооружений, оценивается контрольно-надзорная деятельность, рассматриваются результаты деятельности по снижению ущерба от вредного воздействия вод и др.

Учитывая практическую направленность Доклада, дана информация по водным бассейновым управлениям Федерального агентства водных ресурсов, направленная на обеспечение потребности различных природопользователей.

Издание и распространение Доклада направлено на обеспечение открытости информации и доступности её для научно-исследовательских и проектных организаций, общественных объединений, граждан и предпринимательской сферы. В связи с этим в задачи Доклада входило соблюдение принципа универсальности информации, её полезности как для специалистов, так и широкого круга пользователей (<http://www.mnr.gov.ru/regulatory/list.php?part=1102>).

Обновлённым Водным кодексом РФ, вступившим в силу в 2007 году, внесены значительные изменения в государственное управление использованием и охраной водных объектов. Приоритетным направлением совершенствования государственного управления является реализация следующих предусмотренных Кодексом механизмов:

- разработка схем комплексного использования и охраны водных объектов;
- разработка нормативов допустимого воздействия на водные объекты, учитывающих региональные особенности и индивидуальные характеристики водных объектов;
- разработка новых, и актуализация существующих правил использования водохранилищ;
- ведение государственного мониторинга водных объектов;
- формирование единой информационно–аналитической системы управления водохозяйственным комплексом на основе Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного реестра.

Приказом МПР России от 22 мая 2007 г. № 128 «Об утверждении формы заявления о предоставлении акватории водного объекта в пользование» была утверждена Форма заявления о предоставлении акватории водного объекта в пользование в целях реализации п. 5 Правил подготовки и заключения договора водопользования, право на заключение которого приобретается на аукционе, утверждённых Постановлением Правительства Российской Федерации от 14 апреля 2007 г. N 230 "О договоре водопользования, право на заключение которого приобретается на аукционе, и о проведении аукциона" (Собрание законодательства РФ, 2007, N 17, ст. 2046).

Реализацию Водной стратегии РФ на период до 2020 года, утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 августа 2009 г. N 1235–р (текст опубликован 25 Мая 2012 (11:15)) поручено обеспечить Минприроды России, Минэкономразвития России, Минрегиону России, Минсельхозу России, Минтрансу России, Минэнерго России и Минпромторгу России с участием иных заинтересованных федеральных органов исполнительной власти.

Стратегия разработана в целях водоресурсного обеспечения реализации Концепции долгосрочного социально–экономического развития РФ на период до 2020 года, утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. N 1662–р.

В соответствии со ст. 33 Водного кодекса РФ схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) включают в себя систематизированные материалы о состоянии водных объектов и об их использовании и являются основой осуществления водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов, расположенных в границах речных бассейнов.

Они разрабатываются в целях: 1) определения допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты; 2) определения потребностей в водных ресурсах в перспективе; 3) обеспечения охраны водных объектов; 4) определения основных направлений деятельности по предотвращению негативного воздействия вод.

Схемами комплексного использования и охраны водных объектов устанавливаются:

- 1) целевые показатели качества воды в водных объектах на период действия этих схем;
- 2) перечень водохозяйственных мероприятий и мероприятий по охране водных объектов;
- 3) водохозяйственные балансы, предназначенные для оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов в границах речных бассейнов и представляющие собой расчёты потребностей водопользователей в водных ресурсах по сравнению с доступными для использования водными ресурсами в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности (с учётом неравномерного распределения поверхностного и подземного стоков вод в различные периоды, территориального перераспределения стоков поверхностных вод, пополнения водных ресурсов подземных водных объектов);
- 4) лимиты забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и лимиты сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества, в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности;
- 5) квоты забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и сброса сточных вод, соответствующих нормативам качества, в грани-

цах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности в отношении каждого субъекта Российской Федерации;

б) основные целевые показатели уменьшения негативных последствий наводнений и других видов негативного воздействия вод, перечень мероприятий, направленных на достижение этих показателей;

в) предполагаемый объем необходимых финансовых ресурсов для реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов.

Уполномоченным Правительством Российской Федерации органом по разработке СКИОВО является Федеральное агентство водных ресурсов. Росводресурсами в соответствии с графиком (Приказ от 13.12.2007 г. № 251 (с изменениями от 22.04.2009 г. № 66, от 05.05.2010 г. № 111) до 2015 г. запланирована разработка 69 проектов СКИОВО.

Дефицит водных ресурсов в отдельных регионах страны возникает в основном в маловодные периоды. Возникновение дефицита обусловлено следующими причинами: неравномерность распределения водных ресурсов по территории РФ; ограниченность регулирующих возможностей водохранилищ для удовлетворения ресурсной потребности населения, промышленности, сельского хозяйства, рыбного хозяйства, внутреннего водного транспорта; недостаточная комплексность использования водных ресурсов на отдельных водохозяйственных участках.

Дефицит водных ресурсов для обеспечения нужд питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, складывающийся в периоды малой водности в Республике Калмыкия, Белгородской и Курской областях, Ставропольском крае, отдельных районах Южного Урала и юга Сибири, а также для обеспечения сельскохозяйственных нужд на территории Саратовской, Астраханской, отдельных частях Волгоградской и Оренбургской областей, на Северном Кавказе может быть устранён или в значительной мере смягчён сокращением потерь воды

в системах водоснабжения и мелиоративных сетях, переходом на водосберегающие технологии полива.

В ряде случаев возникновение дефицита обусловлено некомплексным использованием водных ресурсов. Сложный узел проблем возник в низовьях р. Волги, где требуется системное переустройство водохозяйственного комплекса для оптимизации использования водных ресурсов в целях водоснабжения населения, сельскохозяйственного производства, рыбного хозяйства, сокращения холостых сбросов и потерь выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях Волжско–Камского каскада, а также сохранения уникальной экосистемы Волго–Ахтубинской поймы и дельты р. Волги. Сложная водохозяйственная ситуация периодически складывается также в бассейнах рек Кубани и Терека.

В водные объекты Российской Федерации сбрасывается до 52 км<sup>3</sup>/год сточных вод, из которых 19,2 км<sup>3</sup> подлежат очистке.

Свыше 72% сточных вод, подлежащих очистке (13,8 км<sup>3</sup>), сбрасываются в водные объекты недостаточно очищенными, 17 % (3,4 км<sup>3</sup>) — загрязнёнными без очистки и только 11 % (2 км<sup>3</sup>) — очищенными до установленных нормативов.

Вместе со сточными водами в поверхностные водные объекты Российской Федерации ежегодно поступает около 11 млн. тонн загрязняющих веществ.

Большинство водохозяйственных участков на территории Российской Федерации характеризуются высокой степенью загрязнения водных объектов и низким качеством воды. Наиболее напряжённая экологическая ситуация сложилась в бассейнах рек Волги, Оби, Енисея, Амура, Северной Двины и Печоры, загрязнены также поверхностные воды бассейнов рек Дона, Кубани, Терека и рек бассейна Балтийского моря.

На территории Российской Федерации зафиксировано около 6 тыс. участков техногенного загрязнения подземных вод, в основном на территории Приволжского, Сибирского и Центрального федеральных округов. Большинство участков загрязнения подземных вод с 1

классом опасности загрязняющих веществ ("чрезвычайно опасный") выявляется в районах размещения крупных промышленных предприятий.

В целях повышения качества воды в водных объектах, восстановления водных экосистем и рекреационного потенциала водных объектов требуется решить следующие задачи: сокращение антропогенного воздействия на водные объекты и их водосборные территории; предотвращение деградации малых рек; охрана и предотвращение загрязнения подземных водных объектов.

Для сохранения водных экосистем и сокращения объёмов сброса загрязнённых сточных вод стационарными источниками необходима модернизация очистных сооружений с использованием новейших технологий очистки и оборудования.

Для восстановления и охраны, а также обустройства малых рек в качестве первоочередных мероприятий необходимо сократить антропогенное воздействие рассредоточенного (диффузного) стока, восстановить самоочищающую способность рек, реализовать комплекс мероприятий по экологической реабилитации малых рек в городах и сельских поселениях.

Естественные колебания характеристик гидрологического режима водных объектов приводят к возникновению рисков негативного воздействия вод на население и объекты экономики.

Российская Федерация является страной умеренных гидрологических рисков (негативному воздействию вод подвержено менее 2,5 % территории РФ), площадь паводкоопасных территорий составляет около 400 тыс.км<sup>2</sup>, из которых ежегодно затапливаются до 50 тыс.км<sup>2</sup>. Затоплению подвержены отдельные территории 746 городов, в т.ч. более 40 крупных, тысячи населённых пунктов с населением около 4,6 млн.чел., хозяйственные объекты, более 7 млн. га сельскохозяйственных угодий.

За истекший период завершено формирование нормативной правовой базы, обеспечивающей реализацию положений Водного кодекса РФ, создана система органов государственной власти субъектов

Российской Федерации, осуществляющих в установленном порядке реализацию отдельных полномочий Российской Федерации в области водных отношений. Новое законодательство обеспечило условия для осуществления эффективной государственной политики в области использования и охраны водных объектов. Вместе с тем институциональная структура и система управления требуют дальнейшего развития и повышения их эффективности.

Для оценки успешности реализации настоящей Стратегии сформирована система показателей, предназначенных для контроля степени достижения стратегических целей на промежуточных этапах, а также оценки эффективности реализации отдельных механизмов и конкретных мероприятий.

#### *1. Гарантированное обеспечение водными ресурсами населения и отраслей экономики*

В настоящее время ВХК РФ в целом обеспечивает потребности экономики страны в водных ресурсах. Реализация Стратегии позволит обеспечить водными ресурсами устойчивое социально-экономическое развитие Российской Федерации в соответствии с темпами роста экономики, которые заданы Концепцией социально-экономического развития. Максимальный прогнозный объем ежегодного изъятия водных ресурсов для каждого вида экономической деятельности рассчитан с учётом прогнозируемых темпов экономического роста, демографической ситуации, планируемого сокращения объёмов потерь воды при транспортировке, а также снижения удельного водопотребления за счёт применения более эффективных производственных технологий.

Уровень обеспечения водными ресурсами потребностей населения и отраслей экономики в 2020 году составит:

предприятий сельского хозяйства — 27 км<sup>3</sup>;

предприятий жилищно-коммунального хозяйства — 13 км<sup>3</sup>;

предприятий в сфере тепловой и атомной энергетики — 42 км<sup>3</sup>;

предприятий в сфере промышленного производства — 15 км<sup>3</sup>.

Потребности РФ в водных ресурсах будут гарантированно обеспечены в объёме до 107 км<sup>3</sup>/год, что соответствует максимальному прогнозному объёму забора (изъятия) водных ресурсов, определённого с учётом темпов роста экономики, предусмотренных в Концепции. Значение показателя "Удельная водоёмкость ВВП РФ" в 2007 году составляло 2,4 м<sup>3</sup>/тыс. рублей. Удельная водоёмкость ВВП РФ в 2020 году снизится на 42 % и составит 1,4 м<sup>3</sup>/тыс. рублей (в ценах 2007 года). В настоящее время объём потерь воды при транспортировке составляет 8 км<sup>3</sup>/год, или 10% от общего объёма забора (изъятия) водных ресурсов из природных источников. В 2020 году потери воды при транспортировке должны быть сокращены до 5 %.

## *2. Сохранение и восстановление водных объектов до состояния, обеспечивающего экологически благоприятные условия жизни*

При условии эффективной реализации мероприятий по защите и восстановлению водных объектов, предусмотренных настоящей Стратегией, показатель "Доля водохозяйственных участков в экономически освоенной части Российской Федерации, качество воды в которых оценивается как "условно чистая" или "слабо загрязнённая" в 2020 году составит 40 %.

Целевое значение показателя "Доля загрязнённых сточных вод в общем объёме отводимых в водные объекты сточных вод, подлежащих очистке" устанавливается в соответствии с Концепцией, которая предполагает снижение уровня экологического воздействия на окружающую среду в 2020 году в 2,5 раза.

В настоящее время (2009) значение данного показателя находится на уровне 89 %, в 2020 году показатель должен достигнуть 36 %.

Текущее значение показателя "Объём организованного сброса загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты" составляет около 11 млн. тонн в год. Количество организованно сбрасываемых загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в 2020 году должно составить 6,6 млн. тонн.

## *3. Обеспечение защищённости от негативного воздействия вод*

Доля защищённых сооружениями инженерной защиты территорий, подверженных наводнениям и другому негативному воздействию вод, в настоящее время составляет 16 %. Степень защищённости территорий от наводнений и другого негативного воздействия вод в 2020 году составит 50 %.

Учитывая, что в 2005 – 2008 годах численность населения, защищённого от наводнений и другого негативного воздействия вод, составила около 1,9 млн. человек, строительство сооружений инженерной защиты от наводнений и другого негативного воздействия вод должно предусматривать увеличение до 2020 года численности защищённого населения не менее чем в 2,5 раза.

В настоящее время (2009) показатель "Доля аварийных ГТС" составляет около 5 %. Предполагается привести к 2020 году все аварийные гидротехнические сооружения в нормативное (безопасное) состояние.

Программно–целевым и финансовым инструментом исполнения Водной Стратегии стала Федеральная целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса России 2012–2020 годы, основанная на базисном региональном компоненте – более 70 % ассигнований направлены на решение региональных проблем и задач.

Федеральная целевая программа "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 – 2020 годах" утверждена постановлением Правительства РФ от 19 апреля 2012 г. N 350 "О федеральной целевой программе "Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 – 2020 годах" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, N 18, ст. 2219; N 50, ст. 7063; 2013, N 2, ст. 102), внесены изменения постановлением Правительства РФ от 30 ноября 2013 г. N 1104.

Постановление Правительства РФ от 06.09.2012 г. № 884 «Об установлении охранных зон для гидроэнергетических объектов».

Утверждены Правила установления охранных зон для гидроэнергетических объектов.

Охранные зоны устанавливаются вдоль плотины гидроэнергетического объекта на водном пространстве от водной поверхности до дна между береговыми линиями при нормальном подпорном уровне воды в верхнем бьефе и среднемноголетнем уровне вод в период, когда они не покрыты льдом, – в нижнем бьефе, ограниченном параллельными вертикальными плоскостями, отстоящими по обе стороны от оси водоподпорного сооружения на расстоянии:

а) для объектов высокой категории опасности – 500 м в верхнем и нижнем бьефе гидроузла;

б) для объектов средней категории опасности – 350 м в верхнем и нижнем бьефе гидроузла;

в) для объектов низкой категории опасности – 200 м в верхнем и нижнем бьефе гидроузла.

Охранные зоны устанавливаются вдоль береговой линии водного объекта в верхнем и нижнем бьефе гидроузла в виде земельной полосы на пойме шириной 20 м, если частью 6 ст. 6 Водного кодекса РФ не установлены иные размеры береговой полосы, протяжённость которой равна расстояниям от оси водоподпорного сооружения, устанавливаемым в соответствии с пунктом «1» настоящих требований.

Постановление Правительства РФ от 11.10.2012 г. № 1039 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам предоставления водных объектов в пользование и ведения государственного водного реестра».

Утверждены изменения, которые вносятся в следующие акты Правительства Российской Федерации по вопросам предоставления водных объектов в пользование и ведения государственного водного реестра:

– в правила подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование, утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации от 30.12.2006 г. № 844;

– в постановление Правительства Российской Федерации от 14.04.2007 г. № 230 «О договоре водопользования, право на заключение которого приобретается на аукционе, и о проведении аукциона»;

постановлением Правительства Российской Федерации от 28.04.2007 г. № 253 «О порядке ведения государственного водного реестра»;

– в Правила подготовки и заключения договора водопользования, утверждённых постановлением Правительства Российской Федерации от 12.03.2008 г. № 165 «О подготовке и заключении договора водопользования».

2-4 декабря 2013 года в Москве состоялся IV Всероссийский съезд по охране окружающей среды. В работе съезда приняли участие свыше 3 тысяч представителей федерального, регионального и муниципального уровней власти, международных организаций, общественных, научных и образовательных организаций, крупных компаний-природопользователей. В России за период, истекший после III Съезда (2003 г.), темпы роста объёмов выбросов и сбросов вредных (загрязняющих) веществ и образования отходов в целом отставали от темпов роста валового внутреннего продукта, но вместе с тем уровни негативного воздействия остаются высокими.

Резолюция IV Всероссийского съезда по охране окружающей среды (<http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=131936>) отмечено:

Примерно на 15 % территории РФ, где сконцентрировано 60 % населения и производится основная часть ВВП, качество окружающей среды является неудовлетворительным. В городах, где проживает порядка 55 млн человек (53 % городского населения России), степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая. Загрязнение водных объектов остаётся одной из основных экологических проблем для промышленно развитых регионов Поволжья, Урала, Кузбасса, Северного Кавказа.

Наблюдался значительный рост образования отходов, при этом всё меньше отходов утилизировалось и обезвреживалось. Более 14,7 тысяч санкционированных мест размещения отходов занимают территорию общей площадью порядка 4 млн га. Под размещение отходов ежегодно выделяется около 400 тыс. га земли. В результате прошлой хозяйственной деятельности накоплено 31,6 млрд. тонн отходов про-

изводства и потребления. Постоянно выявляются и ликвидируются свалки. Возрастающая антропогенная нагрузка на окружающую среду создаёт угрозу сокращения видового состава и численности объектов животного и растительного мира, утраты природных комплексов.

В результате загрязнения окружающей среды формируются существенные потери здоровья населения страны в виде дополнительных случаев смерти и заболеваний, а также сокращения ожидаемой продолжительности жизни. В целом груз болезней населения в России оценивается в размере 18,9% ВВП, при этом на долю экологических факторов приходится одна треть общего бремени болезней населения в возрасте 0–19 лет и порядка 20–25% болезней всего населения.

В период с 2003 по 2008 годы наблюдалось ослабление регулирования в природоохранной сфере по ряду направлений, например, в области государственного экологического надзора, государственной экологической экспертизы, государственного экологического мониторинга. Сокращаются удельные расходы на охрану окружающей среды (снижение показателя, характеризующего отношение учитываемых природоохранных затрат к ВВП страны, с 1,3% в 2003 году до 0,7% в 2012 году<sup>3</sup> при обратной тенденции в наиболее экономически развитых странах – с 2,0% до 2,25%<sup>4</sup>).

Недостаточная заинтересованность хозяйствующих субъектов в экологической модернизации производства ограничивает развитие экологического сектора экономики, снижает конкурентные преимущества российской экономики.

Следует отметить и ряд положительных моментов.

Свыше 60% территории России остаются фактически не затронутыми антропогенным воздействием. Обладая территориями, сохранившими естественную биопродуктивность и биоразнообразие, Российская Федерация играет ключевую роль в поддержании глобальных функций биосферы.

---

<sup>3</sup> Данные Росстата.

<sup>4</sup> Данные Евростата.

Президентом РФ утверждены Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Приняты Водная стратегия Российской Федерации на период до 2020 года, Энергетическая стратегия России на период до 2030 года, Климатическая доктрина Российской Федерации, Стратегия деятельности в области гидрометеорологии на период до 2030 года (с учётом аспектов изменения климата), Концепция развития особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 года.

Государственное управление в области охраны окружающей среды и природопользования сосредоточено в системе органов власти Минприроды России.

Совершенствовалось и природоохранное законодательство, в том числе в части разграничения федеральных и региональных полномочий. Приняты новые федеральные законы, направленные на повышение эффективности государственного экологического надзора, государственного экологического мониторинга, охраны морской среды. На рассмотрении в Государственной Думе Федерального Собрания РФ находятся законопроекты, направленные на изменение системы экологического нормирования на принципах наилучших доступных технологий, внедрение мер экономического стимулирования модернизации производств, развитие сферы обращения с отходами производства и потребления, совершенствование организации и функционирования особо охраняемых природных территорий.

Экологические проблемы России взаимосвязаны с глобальными проблемами окружающей среды. Вхождение России во Всемирную торговую организацию, присоединение к Организации экономического сотрудничества и развития, ратификация системы международных договоров и присоединение к ней накладывают дополнительную ответственность и масштабные обязательства.

Главными задачами на современном этапе являются повышение эффективности государственного регулирования в сфере охраны окружающей среды и рационального природопользования, внедрение

принципов «зелёной» экономики в свете решений Конференции ООН «Рио+20» в 2012 году, а также реализация Основ государственной политики в области экологического развития РФ на период до 2030 г.

Резолюции были приняты в том числе рекомендации по «Охране и рациональному использованию водных объектов» (п.9) и «Экологическому мониторингу и информационному обеспечению охраны окружающей среды» (п.13).

Рекомендовать Министерству природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральному агентству водных ресурсов, заинтересованным органам исполнительной власти осуществлять работу по:

- дальнейшему развитию и совершенствованию институтов управления водным хозяйством с использованием современных информационных технологий;

- восстановлению, развитию и автоматизации гидрологической и гидрохимической наблюдательных сетей, улучшению их технического оснащения, разработке и внедрению современных методов прогнозирования, обеспечивающих повышение заблаговременности и оправдываемости прогнозов;

- завершению разработки и применения Схемы комплексного использования водных объектов как инструмента планирования;

- повышению эффективности и практической реализации НИОКР, выполняемых в рамках федеральной целевой программы «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012–2020 годах»;

- разработке методических основ экологической реабилитации водных объектов;

- подготовке предложений по гармонизации водного, земельного, градостроительного и природоохранного законодательства;

- законодательному регулированию ответственности органов государственной власти субъектов Российской Федерации за эффективность реализации региональных водоохраных и водохозяйственных программ;

– включению в программы всех уровней проектов инвентаризации малых рек для обеспечения оценки и прогнозов водных ресурсов территорий, разработки планов их адаптации к климатическим изменениям;

– системному решению вышеуказанных задач в рамках опытных полигонов с целью постоянного выявления общих и специфических закономерностей (научный мониторинг) и тенденций изменения водных ресурсов для экономии природного и экономического потенциала;

– социализации водоохраных зон и прибрежных полос;

– совершенствованию экономического стимулирования рационального водопользования.

В целях сохранения ресурсного потенциала и охраны подземных вод от загрязнения и истощения считать необходимым:

Разработку и принятие:

– нормативно–методических документов, регламентирующих изучение, охрану, ограничение загрязнения подземных вод;

– федеральной целевой программы «Управление опасными природными процессами на территории Российской Федерации»;

Создание специализированного прогнозно–аналитического Центра геоэкологических природных и природно–техногенных катастроф и бедствий.

Уполномоченным федеральным органам исполнительной власти продолжить работу по созданию баз данных:

– подсистем единой системы государственного экологического мониторинга;

– федерального фонда данных государственного экологического мониторинга.

Рекомендовать Росгидромету, Минфину России обеспечить:

– создание дополнительных станций наблюдения за состоянием окружающей среды, в первую очередь в районе расположения крупнейших промышленных предприятий и в Арктике;

– дистанционный экологический мониторинг городов с населением от 1 млн человек, крупных промышленных предприятий и районов добычи углеводородов.

Органам государственной власти субъектов Российской Федерации:

Продолжить работу по формированию и обеспечению функционирования территориальных систем наблюдения за состоянием окружающей среды на территории субъектов Российской Федерации с созданием и эксплуатацией баз данных информационных систем в области охраны окружающей среды.

Обеспечить принятие нормативных правовых актов и инструктивно–методических документов, направленных на:

– функционирование систем экологического мониторинга различного уровня как элемента обеспечения системы управления окружающей средой;

– разработку и внедрение системы экологических индикаторов, обеспечивающих свод данных экологического мониторинга и анализа экологической ситуации и по своему характеру, объёму, территориальному охвату имеющих различную степень детализации и использования (федеральный, региональный, локальный).

При формировании современных систем экологического мониторинга обеспечить:

– оснащение их современными универсальными средствами измерений, в том числе автоматизированными;

– внедрение современных методов и методик биоиндикации и биотестирования;

– использование современных информационных технологий, обеспечивающих оперативность получения измерительной информации, её обобщение и анализ.

Рекомендовать Правительству Российской Федерации принять меры по увеличению оплаты труда работников ФГБУ, осуществляющих деятельность в области гидрометеорологии и смежных с ней отраслях.

*Все перечисленные нормативно–правовые документы наравне с другими имеющимися документами показывают на сколько важным и своевременным является вопрос поддержания и восстановления качества воды водоёмов и водотоков. Отрасль энергетики – гидроэнергетика, как один из водопользователей, в современных условиях с учётом инженерно–технического потенциала своих объектов может принять участие в названном процессе без особого ущерба для своего технологического процесса. Стоит отметить, что необходима не только защита окружающей водной среды от результатов гидротехнического строительства (строительного и постстроительного периода), но и обеспечение безопасной эксплуатации гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, подверженных влиянию агрессивных гидрохимических сред (органического и неорганического происхождения), принимаемых водными объектами в результате развития различных отраслей промышленности и хозяйственной деятельности. Совокупное влияние растворенных веществ взаимодействующих между собой и имеющих тенденцию накапливаться и аккумулироваться может вызывать также определённую гидробиологическую реакцию водной среды. Данная реакция вызывает не только механические трудности эксплуатации гидроэнергетических объектов, но и оказывает влияние на эколого–эстетическую оценку водных объектов, а также понижает уровень оценки результатов развития гидроэнергетики и её экологичности в глазах населения страны.*

## **2. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОТОКОВ И ВОДОЕМОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ**

Прежде чем начинать оценку и прогноз качества воды в бьефах ГЭС и ГАЭС на зарегулированных водотоках или водоёмах необходимо классифицировать водоток или водоём применительно к их охране, рациональному водопользованию. Установление категорий и классов водотока и/или водоёма, отражающих их природные особенности, является основной целью проводимой классификации. В Государственном гидрологическом институте при участии научно-исследовательских институтов была разработана общая классификация объектов единого государственного водного фонда, составной частью которой является классификация водотоков и водоёмов. Принципы и схема классификации разработаны А.М. Владимировым. ГОСТ “Охрана природы. Гидросфера. Классификация водных объектов” является результатом работы по классификации.

В основу деления водотоков и водоёмов на классы и категории положены режимные и морфометрические особенности рассматриваемых объектов. Критериями классификации служат типичные признаки, названных особенностей и представляемые совокупностью характеристик, непосредственно определяющих условия формирования количества и качества воды. Характеристика подразделяется на категории, учитывающие различия в размерах объекта, условиях его режима, водообмена и т.д. Сочетание категорий данного признака показывает частные условия режима водного объекта и отражается разрядом. При классификации водотоков рассматривают характеристики: географическая зона, сезон года, период действия водотока, характер меженного периода (продолжительность, устойчивость), наличие пересыхания, перемерзания или ледостава, площадь водосбора, расход воды, скорость течения, колебания уровня воды, температура воды. Эти характеристики учитывают в количественной форме. Например, расход воды, скорость течения, температура воды и амплитуда коле-

бания уровня вычисляются как средние многолетние характеристики за меженный период (или период низкого стока). Некоторые характеристики при возведении гидротехнических сооружений и объектов гидроэнергетики претерпевают изменения, что и необходимо будет учитывать в последствии при оценке и прогнозе качества воды в бьефах ГЭО с учётом их ретроспективных показателей. Следует учитывать, что погрешность расчётов, оценки и прогноза без суточного, недельного и сезонного мониторинга может быть существенной и оказывать влияние на результаты принимаемых решений по режимам работы ГЭО.

Для водотоков выделяют три класса и два подкласса в каждом классе. Класс I – это большие и очень большие реки с большой водностью. Класс II – преимущественно средние реки со средней водностью. Класс III – малые реки. Река с большой площадью водосбора и малой водностью относится к классу II, средняя река с большой водностью к классу I.

Подкласс А – водотоки, находящиеся в зоне недостаточного увлажнения, характеризующиеся продолжительным и устойчивым меженным периодом, небольшой скоростью течения и значительным снижением уровня в межень, высокой температурой воды.

Подкласс Б – водотоки, в зоне избыточного или переменного увлажнения и имеющие большой минимальный сток в летне–осенний сезон, не пересыхающие и не перемерзающие, с короткой или прерывистой меженью, большой скоростью течения и незначительным снижением уровня в меженный период, сопровождаемым невысокой температурой воды.

Различие между подклассами учитывается весовыми индексами и весовыми категориями (меньше номер разряда – хуже условия формирования количества и качества воды).

При классификации водоёмов используют характеристики: площадь зеркала, объем, максимальная глубина, колебания уровня, температура воды, продолжительность ледостава, стратификация, вертикальная циркуляция, водообмен. Данные характеристики разби-

ваются на категории с соответствующим количественным критерием. Величина гидрологических характеристик устанавливается по многолетним данным, а для водохранилищ – в зависимости от степени регулирования по многолетним или годовым характеристикам.

Для водоёмов выделяются четыре класса и два подкласса в каждом классе, принципы выделения аналогичны водотокам.

Применение вышеизложенных принципов экспертно–бальной оценки, учитывающей вес данной характеристики водного объекта с рассматриваемых позиций его охраны от загрязнения, засорения и истощения, позволяет достаточно объективно и быстро определить класс водного объекта, при выполнении массовых операций по классификации использовать компьютер. По единому принципу с использованием одинаковой схемы классификации были классифицированы разнородные объекты водного фонда СНГ: водотоки, водоёмы, устьевые области рек, ледники, подземные воды, моря.

Рассмотрим схему классификации на примере классификации водотоков. Наиболее неблагоприятные условия для формирования качества воды и для сброса сточных вод в водотоки бывают в меженный период (маловодную фазу стока), сопровождающийся резким уменьшением в реках расхода воды и скорости течения. Снижается способность потока разбавлять сточные воды. Меженный период на реках СНГ наблюдается в зимний и летне–осенний сезоны. Наименьшая водность большего числа рек наблюдается в зимний меженный период, его продолжительность насчитывает до 6 – 7 месяцев. Таким образом наличие малых расходов воды в покрытой льдом реке в течение длительного времени очень сильно ограничивает её самоочищающую способность.

Классификация водотоков начинается с учета климатических условий, формирующих меженный сток, и характера меженного периода (таблица 5. и 6. ).

Если период меженного стока не прерывается паводком, он является устойчивым. В случае отсутствия явления ледостава, пересыхания и т.п. весовой индекс приравнивается к нулю.

Таблица 5.

**Классификация водотоков по климатическим условиям**

Весовой индекс	Географическая зона	Сезон года	Период действия водотока	Сумма индексов	Разряд
1	Недостаточного увлажнения	Зимний	Постоянный	$\leq 4$	1
2	Избыточного и переменного увлажнения	Летне-осенний	–	$5 \div 7$	2
3	–	–	Временный		

Таблица 6.

**Классификация водотоков по характеру меженного периода**

Весовой индекс	Продолжительность межени		Характер межени	Продолжительность ледостава		Продолжительность отсутствия стока		$\Sigma$ индексов	Разряд
	Категория	знач. месяц		Категория	Категория	знач. месяц	Категория		
1	Длительная	$\geq 2$	Устойчивый	Длительный	$> 5$	Длительное	$> 1$	$\leq 5$	1
2	–	–	–	Средний	$2 \div 5$	–	–	$6 \div 12$	2
3	Короткая	$< 2$	Прерывистая	Короткий	$< 2$	Короткое	$\leq 1$		

Таблица 7.

**Классификация водотоков по гидрологическому режиму**

Весовой индекс	Скорость течения		Колебания уровня		Температура воды		Сумма индексов	Разряд
	Категория	знач. (м/с)	Категория	знач. (м)	Категория	знач. (°С)		
1	Малая	$< 0,2$	Большая	$> 2$	Высокая	$> 15$	$\leq 4$	1
2	Средняя	$0,2 \div 1,0$	Средняя	$1 \div 2$	Средняя	$10 \div 15$	$5 \div 7$	2
3	Большая	$> 1,0$	Малая	$< 1$	Низкая	$< 10$	$8 \div 10$	3

Основные гидрологические характеристики, влияющие на процессы самоочищения водотоков, приведены в таблицах 7 и 8. Класс

водотока, показывающий его водность и размеры, и подкласс, отражающий условия формирования стока воды и самоочищающие способности потока, устанавливаются по таблице 9.

Таблица 8.

<b>Классификация водотоков по размеру и водности</b>					
<b>Весовой индекс</b>	<b>Категория</b>	<b>Площадь водосбора (км<sup>2</sup>)</b>	<b>Расход воды (м<sup>3</sup>/с)</b>	<b>Сумма индексов</b>	<b>Разряд</b>
1	Большая	> 50 000	> 100	≤ 3	1
2	Средняя	2000 ÷ 50 000	5 ÷ 100	4 ÷ 5	4
3	Малая	–	< 5	6 ÷ 7	6
4	Малая	< 2000	–		

Таблица 9.

<b>Классы водотоков</b>		
<b>Сумма разрядов</b>	<b>Класс</b>	<b>Подкласс</b>
5	I	A
6 ÷ 7	I	B
8	II	A
9 ÷ 10	II	B
11	III	A
12 ÷ 13	III	B

Таким образом, в результате суммируя разряды, полученные по таблицам 5–8, из таблицы 9 определяем класс и подкласс водотока.

Классификация водных объектов отражает основные условия, определяющие их состояние в наиболее напряжённые по водности периоды, и не учитывает частных особенностей.

Имеющиеся в реках турбулентное перемешивание определяется скоростью течения воды, уклоном русла, его извилистостью, шероховатостью. Для водоёмов имеет значение внешний и внутренний водообмен, который может характеризоваться степенью проточности водоёма, его глубиной, площадью, изрезанностью береговой линии.

При оценке водотоков и водоёмов по условиям перемешивания в них сточных вод используют классификацию (типизацию водотоков и водоёмов), разработанную в Государственном гидрологическом институте. Она дополняет вышеприведённую классификацию водных

объектов в отношении учета гидродинамического режима. Выделяют три типа рек: равнинные, горные и реки предгорий (полугорные).

Таблица 10.

**Типизация водотоков по особенностям гидродинамического режима**

Тип водотоков	Группа	Перемешивание	Годовой расход (м <sup>3</sup> /с)	Грунт	Коэффициент Шези С	Уклон (%)
Равнинные	Большие	Хорошие	> 250	Гравий, песок, ил	40 ÷ 70	0,01 ÷ 0,10
	Средние	Умеренное	25 ÷ 250	То же	30 ÷ 60	0,06 ÷ 1,2
	Малые	Слабое	2,5 ÷ 25	Песок, ил	30 ÷ 50	0,05 ÷ 1,0
	Ручьи	Умеренное	< 2,5	То же	10 ÷ 30	0,05 ÷ 1,0
Горные	Средние	Очень хорошее	> 25	Валуны, галька	20 ÷ 35	0,2 ÷ 0,6
	Малые	Хорошее	2,5 ÷ 25	Валуны, галька, гравий	15 ÷ 30	0,6 ÷ 5,0
	Ручьи	Хорошее	< 2,5	Валуны	10 ÷ 20	0,6 ÷ 5,0
Полугорные	Среднее	Хорошее	25 ÷ 500	Галька, гравий, песок	20 ÷ 40	0,6 ÷ 4,0

Интенсивность процесса перемешивания загрязняющих веществ устанавливаются в зависимости от продольного уклона водной поверхности потока, шероховатости русла (тип грунта и коэффициент шероховатости), расхода воды (водность) и размеров водотока. Процесс перемешивания вод определяет интенсивность разбавления сточных вод и самоочищение водотока. В таблице 10. показан пример классификации водотоков с учётом гидродинамического режима.

Учёт особенностей гидродинамического режима водоёмов производится для каждого из четырёх выделенных типов: глубоководные сильнопроточные и слабопроточные, мелководные сильнопроточные и слабопроточные (или бессточные). При типизации водоёмов учитывается продолжительность ледостава.

Внутренний водообмен обуславливается турбулентностью и конвективными процессами, связанными с глубиной и площадью водоёма. В глубоководных и больших водоёмах увеличивается турбулентное перемешивание и возрастает приток чистых вод в зону за-

грязнения, что ускоряет процесс перемешивания и самоочищения. При значительных колебаниях глубин и большой изрезанности береговой линии, наличии островов необходимо учитывать различия динамических процессов в прибрежной, мелководной и глубоководной частях водоёма.

Приведённая типизация водотоков и водоёмов даёт возможность качественно оценить их использование как приёмников сточных вод. Методами, базирующимися на уравнении турбулентной диффузии и учитывающими показатели качества воды, производится количественная оценка изменений качества воды при сбросе в него сточных вод.

В основу классификации водных объектов по качеству вод, дающие количественную и качественную оценку уровня их загрязнённости и возможности их комплексного использования, положены комплексные, комбинированные или интегральные показатели качества воды (гидробиологические, гидрохимические и т.д.).

Таблица 11.

**Классификация поверхностных вод суши по степени минерализации (солёности) (г/кг или %)**

Пресные				Солоноватые			Солёные	
гипогалинные (гг)		олигогалинные (ог)		мезогалинные (мг)		полигалинные (пг)	эугалинные (эг)	ультрагалинные (уг)
β	α	β	α	β	α			
< 0,10	0,11 – 0,50	0,51 – 0,75	0,76 – 1,00	1,01 – 5,00	5,01 – 18,00	18,01 – 30,00	30,01 – 40,00	> 40,00

Общая экологическая классификация качества поверхностных вод суши состоит из двух соподчинённых ей частных классификаций:

- 1) по степени минерализации и ионного состава (таблица 11, 12);
- 2) эколого–санитарная – по всем иным репрезентативным гидрофизическим, гидрохимическим и гидробиологическим показателям (таблица 12).

Таблица 12.

**Классификация поверхностных вод суши по ионному составу (Алекин, 1948)**

Классы	Гидрокарбонатные (С)			Сульфатные (S)			Хлоридные (Cl)		
	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na
Группы	I, II, III	I, II, III	I, II, III	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III
Типы	I, II, III	I, II, III	I, II, III	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III	II, III, IV	II, III, IV	I, II, III

Следует отметить, что все показатели эколого–санитарной классификации разделены на гидрофизические показатели (взвешенные вещества, прозрачность, цветность, pH); трофические показатели (гидрохимические –  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{O}_2$  – насыщение, перманганатная окисляемость, бихроматная окисляемость, биохимическое потребление кислорода БПК; гидробиологические – биомасса фитопланктона, фитомасса нитчатых водорослей, валовая продукция фитопланктона, индекс самоочищения, самозагрязнения); бактериологические показатели (численность бактериопланктона, численность сапрофитов, численность бактерий группы кишечной палочки); биоиндикация сапробности (индекс сапробности, наименование зон сапробности). Эколого–санитарная классификация (извлечения) представлена в таблице 13.

Влияние антропогенных факторов изменчиво и неравномерно. В связи с этим собранные в разное время и в разных местах водотоков и водоёмов пробы имеют изменчивые величины отдельных показателей качества воды. Нередко вода может быть причислена по многим ингредиентам к разным разрядам и классам.

Качество воды водотока или водоёма и/или их частей наиболее полно характеризуется рядом наблюдений (многолетних, годовых, сезонных) по минимальным, максимальным и преобладающим значениям эколого–санитарных показателей отдельно, хотя эколого–санитарную классификацию используют так же в случаи разовых наблюдений.

Таблица 13.

Эколого–санитарная классификация качества поверхностных вод суши (фрагмент)

Класс	Разряд	Ранг	Трофические показатели		
			Гидрохимические [ мг N/л ]		
			$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$
1 Предельно чистая	1 Предельно чистая	1	< 0,05	0	< 0,05
2 Чистая	2а Очень чистая	2	0,05 – 0,10	0,001 – 0,002	0,05 – 0,20
	2б Вполне чи-	3	0,11 – 0,20	0,003 – 0,005	0,21 – 0,50

Класс	Разряд	Ранг	Трофические показатели		
			Гидрохимические [ мг N/л ]		
			НН <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
	стая				
3 Удовлетворительной чистоты	3а Достаточно чистая	4	0,21 – 0,30	0,006 – 0,010	0,51 – 1,00
	3б Слабо загрязненная	5	0,31 – 0,50	0,011 – 0,020	1,01 – 1,50
4 Загрязненная	4а Умеренно загрязненная	6	0,51 – 1,00	0,021 – 0,050	1,51 – 2,00
	4б Сильно загрязненная	7	1,01 – 2,50	0,051 – 0,100	2,01 – 2,50
5 Грязная	5а Весьма грязная	8	2,51 – 5,00	0,101 – 0,300	2,51 – 4,00
	5б Предельно грязная	9	> 5,00	> 0,300	> 4,00

Продолжение Таблицы 13.

**Эколого–санитарная классификация качества поверхностных вод суши (фрагмент)**

Класс	Разряд	Ранг	Трофические показатели		
			Гидрохимические		
			PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> [ мг P/л ]	O <sub>2</sub> [ % ]	БПК <sub>5</sub> [ мг O <sub>2</sub> /л ]
1 Предельно чистая	1 Предельно чистая	1	< 0,005	100	< 0,4
2 Чистая	2а Очень чистая	2	0,005 – 0,015	91 – 100	0,4 – 0,7
	2б Вполне чистая	3	0,016 – 0,030	81 – 90	0,8 – 1,2
3 Удовлетворительной чистоты	3а Достаточно чистая	4	0,031 – 0,050	71 – 80	1,3 – 1,6
	3б Слабо загрязненная	5	0,051 – 0,100	61 – 70	1,7 – 2,1
4 Загрязненная	4а Умеренно загрязненная	6	0,101 – 0,200	51 – 60	2,2 – 4,0
	4б Сильно загрязненная	7	0,201 – 0,300	31 – 50	4,1 – 7,0
5 Грязная	5а Весьма грязная	8	0,301 – 0,600	10 – 30	7,1 – 10,0
	5б Предельно грязная	9	> 0,600	< 10	> 10,0

## Эколого–санитарная классификация качества поверхностных вод суши (фрагмент)

Класс	Разряд	Ранг	Гидрофизические показатели		
			Гидрохимические	Взвешенные вещества [ мг/ л ]	Прозрачность (по диску Секки) [ м ]
			рН		
1 Предельно чистая	1 Предельно чистая	1	7,0	< 5	>300
2 Чистая	2а Очень чистая	2	6,5 – 6,9	5 – 9	0,75 – 3,00
	2б Вполне чистая	3	7,1 – 7,5 6,1 – 6,4 7,6 – 7,9	10 – 14	0,55 – 0,70
3 Удовлетворительной чистоты	3а Достаточно чистая	4	5,9 – 6,0 8,0 – 8,1	15 – 20	0,45 – 0,50
	3б Слабо загрязнённая	5	5,7 – 5,8 8,2 – 8,3	21 – 30	0,35 – 0,40
4 Загрязнённая	4а Умеренно загрязнённая	6	5,5 – 5,6 8,4 – 8,5	31 – 50	0,25 – 0,30
	4б Сильно загрязнённая	7	5,3 – 5,4 8,6 – 8,7	51 – 100	0,15 – 0,20
5 Грязная	5а Весьма грязная	8	4,0 – 5,2 8,8 – 9,5	101 – 300	0,05 – 0,10
	5б Предельно грязная	9	< 4,0 > 9,5	> 300	< 0,05

Методика применения эколого–санитарной классификации качества поверхностных вод заключается в том, что абсолютные значения предельных и преобладающих величин всех показателей разбивают на классы и разряды (таблица 14), группируют показатели по разрядам (таблица 15).

Характеристика качества воды даётся на этой основе и может быть представлена в кратком или более развёрнутом виде.

Таблица 14.

## Распределение эколого–санитарных показателей качества воды по разрядам (пример); многолетние данные

Показатель	Предельные		Преобладающие	
	величины	разряды	величины	разряды
Прозрачность ( м )	0,1 – 0,7	2б – 5а	0,2 – 0,6	2б – 4б
рН	7,5 – 8,3	2а – 3б	7,8 – 8,2	2б – 3б
НН <sub>4</sub> <sup>+</sup> ( мг N/ л )	0,1 – 1,5	2а – 4б	0,4 – 0,6	3б – 4 а
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ( мг N/ л )	0 – 0,07	1 – 4б	0,01 – 0,02	3а – 3б
O <sub>2</sub> - % насыщение	60 – 120	1 – 4 а	70 – 90	2б – 3б
БПК <sub>5</sub> (мг O <sub>2</sub> / л)	04, – 7,0	2а – 4б	2,0 – 4,,0	3б – 4а

Таблица 15.

**Эколого–санитарные показатели воды, сгруппированные по разрядам (пример);  
многолетние данные**

Минимальные значения		Преобладающие значения		Максимальные значения	
Разряд	Показатель	Разряд	Показатель	Разряд	Показатель
1	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , O <sub>2</sub>	2б	–	3б	pH
2а	pH, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , БПК <sub>5</sub>	2б – 3б	pH, O <sub>2</sub>	4а	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , O <sub>2</sub>
2б	прозрачность	2б – 4а	–	4б	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , БПК <sub>5</sub>
3а	–	2б – 4б	прозрачность	5а	прозрачность
3б	–	3а 3а – 3б 3б – 4 а	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , БПК <sub>5</sub>	5б	–

Для однозначной оценки используем метод перехода к ранговым показателям, в котором градации шкалы эколого–санитарной классификации качества воды получают ранги 1 – 9. По мере загрязнения воды увеличивается значение ранговой оценки разряда, т.е. разряд 1 имеет ранг 1, разряд 2а – 2, 2б – 3 и так вплоть до разряда 5б с рангом 9. Названный метод обработки данных предусматривает вычисление суммы рангов всех показателей, среднего значения ранга и перевода последнего в разряд или смежные разряды (таблица 16).

Таблица 16.

**Обобщённая эколого–санитарная оценка качества воды (пример); многолетние данные**

Значения	Количество показателей	Сумма рангов	Среднее значение ранга	Разряд качества воды	Зона сапробности
<b>Минимальные</b>	7	13	1,85	1 – 2а “предельно чистая – очень чистая”	ксеносапробная– β– олигосапробная
<b>Преобладающие</b>	7	32,5	4,64	3а – 3б “достаточно чистая – слабо загрязнённая”	β' – β'' – мезосапробная
<b>Максимальные</b>	7	46	6,57	4а – 4б “умеренно загрязнённая – сильно загрязнённая”	α' – α'' – мезосапробная

Как видно, результат нельзя считать однозначным и полным, при увеличении числа показателей и рядов наблюдений приближение обобщённой эколого–санитарной оценки качества воды увеличится, а погрешность прогноза уменьшится. Так же необходимо учитывать взаимосвязь различных показателей, разряда качества воды и зоны сапробности в зависимости от требований водопользователей и водо-

потребителей, используемых систем очистки и доочистки, возвращаемых в водные объекты хозяйственно–бытовых и коммунальных вод, промышленных вод и безвозвратное водопотребление.

Экосистемный принцип построения экологической классификации позволяет рассматривать показатели состава и свойств воды как индикаторы структурно функционального состояния водных экосистем. Эколого–санитарная классификация качества вод совместима с классификацией трофности пресных водоёмов по первичной продукции и биогидрохимическим классификациями озёр и водохранилищ. Таким образом 5 классов качества вод в экологической классификации могут приближённо характеризовать соответствующие уровни трофности: 1 – олиготрофность, 2 – мезотрофность, 3 – евтрофность, 4 – политрофность, 5 – гипертрофность.

С другой стороны, проблема разработки единых норм химического состава вод, если исходить из гигиенических соображений – оценивать влияние на здоровье человека значение каждого химического ингредиента, решаема. Все многообразие факторов, определяющих качество природной воды, классифицируется по их гигиенической значимости в виде схемы (рис.2).

Деление на приведённые группы соответствует требованиям, предъявляемым к доброкачественности воды. Вместе с имеющимися принципами:

- первый и основной принцип гигиенического нормирования – принцип гарантийности;
  - второй принцип – дифференцированность;
  - третий принцип – принцип социально–биологической сбалансированности;
  - четвёртый принцип – принцип комплексности;
  - пятый принцип нормирования – принцип динамичности;
- все многообразие химических веществ делится на 4 группы.

Первая группа – химические вещества, не оказывающие влияния на здоровье людей в тех концентрациях, в которых они встречаются в природной воде, но их наличие является показателем возможного за-

грязнения воды патогенными микроорганизмами, прежде всего кишечной группы, Например, вещества группы азота, БПК и т.п.

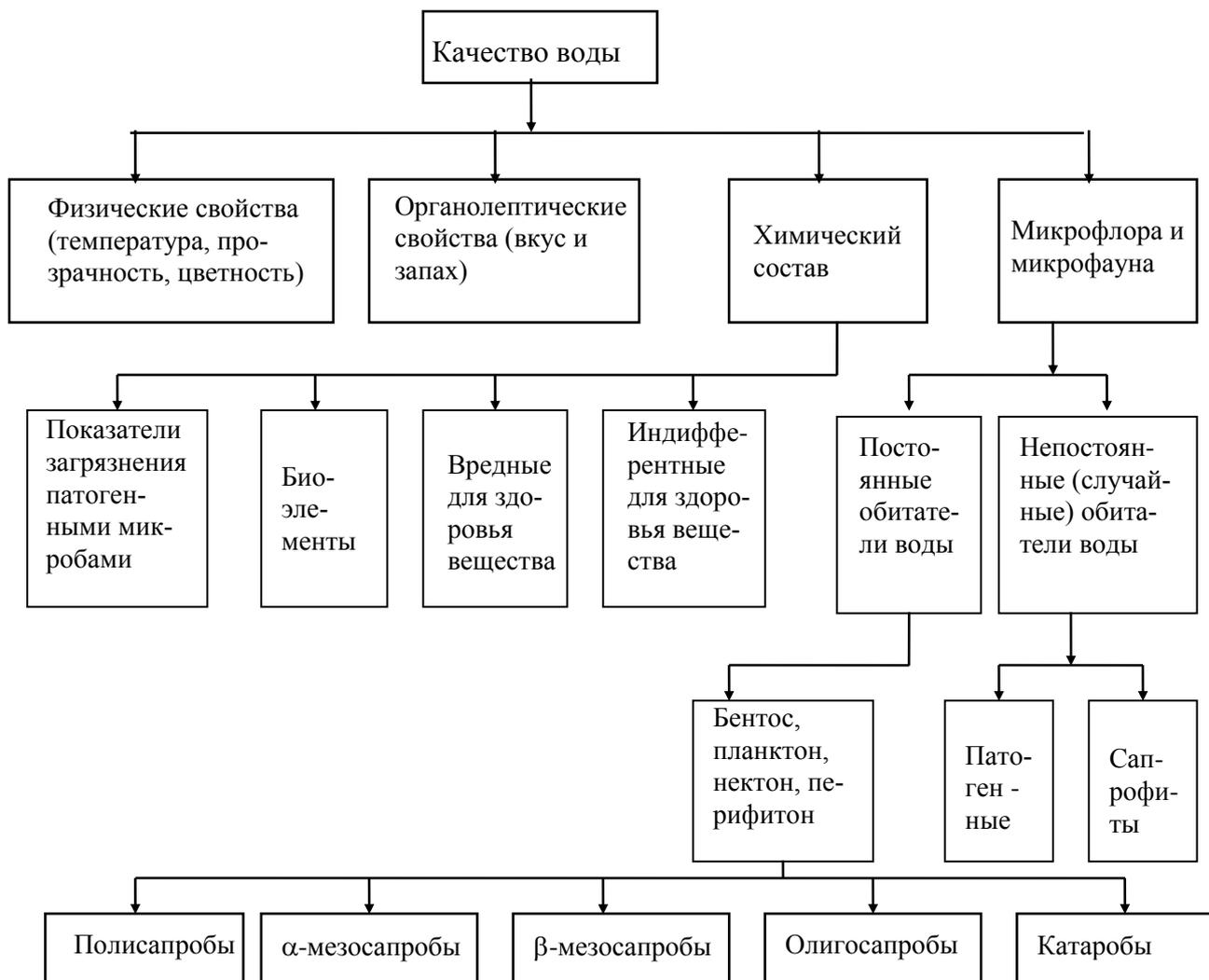


Рис. 2 . Факторы, определяющие качество природной воды

Вторая группа – химические вещества, в определённых концентрациях оказывающие положительное влияние на здоровье людей (микро– и биоэлементы).

Третья группа – химические вещества вредные для здоровья человека. Делится на две подгруппы: вещества природного происхождения (нитраты, свинец, природные радиоактивные изотопы и т.д.) и антропогенного происхождения. Постоянно обновляется и является основным объектом гигиенического нормирования.

Четвертая группа – вещества, относительно индифферентные для здоровья человека. Влияние на органолептические свойства воды является критерием нормирования для данной группы.

Биологические факторы, определяющие качество воды, полезно делить на две подгруппы:

- подгруппа постоянных обитателей воды (биоценоз воды);
- подгруппа случайных обитателей воды.

Отнесение биофактора к определённой группе и/или подгруппе диктует программу, критерии и оценку исследования, и величину гигиенического норматива. Таким образом, имеем классификацию факторов, тестирующих качество воды и систематизирующую методические подходы к их нормированию и оценке.

Дадим в качестве примера краткую характеристику различных вод по степени загрязнённости – сапробности (таблица 17).

Таблица 17.

**Краткая характеристика различных вод**

Критерий	Классификация вод по степени загрязнённости (сапробности)			
	Низкая загрязнённость (олигосапробы)	Средняя загрязнённость (β-мезосапробы)(α-мезосапробы)		Высокая загрязнённость (полисапробы)
Содержание O <sub>2</sub>	8 мг/л	6 мг/л	2 мг/л	< 2 мг/л
БПК <sub>5</sub>	1 мг/л	2 – 6 мг/л	7 – 13 мг/л	15 мг/л
Количество планктона	Малое	Большое	Среднее	Малое
Количество рыб	Малое	Большое	Среднее	Отсутствует
Видовой состав	Аэробные бактерии Водоросли  Коловратки Планарии  Икра, лосось	Нитевидные бактерии Водоросли  Креветки Улитки  Многообразие разных видов рыб	Анаэробные бактерии Сине-зеленые водоросли Простейшие Пиявки  Мало видов рыб	Сине-зеленые водоросли Простейшие Реснитчатые инфузории, грибы Отсутствуют рыбы

Санитарно-гигиеническая оценка качества воды необходима для питьевого водоснабжения, рекреации и задач здравоохранения. В соответствии с СанПиН 2.1.4.027–95 устанавливается зона санитарной охраны, включающая зону источника водоснабжения в местах забора воды, зону и санитарно-защитную полосу водопроводных сооружений и санитарно-защитную полосу водоводов.

Существует так же водохозяйственная оценка качества воды для комплексного водоснабжения в соответствии с существующими нор-

мативами – это пригодность для хозяйственно–бытовых нужд, промышленности и сельского хозяйства.

В таблице 18 представлены некоторые общие требования к составу и свойствам воды для различных категорий водопользования.

Таблица 18.

**Общие требования к составу и свойствам воды**

Показатели состава и свойств воды в водном объекте	Категории водопользования			
	Для хозяйственно–питьевого водоснабжения и пищевых предприятий	Для купания, спорта, отдыха и в черте населенных пунктов	Для воспроизводства ценных и требовательных к кислороду видов рыб	Для прочих рыбохозяйственных целей
Взвешенных веществ: увеличение содержания по сравнению с природным уровнем не более мг/л	0,25	0,75	0,25	0,75
Плавающие примеси	На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел, жиров и других примесей			
Запахи, привкусы	Не более 2 баллов, обнаруживаемых: непосредственно непосредственно или при хлорировании		Вода не должна сообщать посторонних привкусов мясу рыб	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике: 20 см 10 см		Вода не должна иметь окраски	
Температура	Летом не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со средней для самого жаркого месяца		Не допускается повышение (в сравнении с естественной) более чем на 5 °С, с общим повышением более 20 °С летом и 5 °С зимой	
Реакция (рН)	В пределах 6,5 – 8,5			
БПК при 20 °С не более мг/л	3,0	6,0	3,0	3,0
Ядовитые вещества	В концентрациях не более ПДК		В концентрациях, не оказывающих прямого или косвенного воздействия на рыб и их кормовые объекты	
Растворенный кислород	В любой период года не менее 4 мг/л в пробе, взятой до 12 ч		В зимний (подледный) период не ниже: 6,0 мг/л 4,0 мг/л	

### 3. ПРОГРАММЫ И СЛУЖБЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

С 1972 года Общегосударственная служба наблюдений и контроля за загрязнением объектов природной среды (ОГСНК) более целенаправленно, на единой методико–методологической основе объективных систематических данных о качестве воды ведёт мониторинг поверхностных вод суши.

Устанавливаются программы контроля (по физическим, химическим, гидробиологическим и гидрологическим показателям), периодичность проведения, выполнение анализа проб воды по единым или обеспечивающим требуемую точность методикам в соответствии с задачами ОГСНК. Программа гидробиологических наблюдений предусматривает в основном исследования видового состава, численности, биомассы гидробионтов и морфологического их описания. Информация о качестве вод, полученная гидрохимической и гидробиологической сетью пунктов контроля, передаётся потребителям, а также используется для подготовки обобщённых информационных документов (обзоров, ежегодников, справок). Такая форма обеспечения информацией крайне неудобна для целей оперативного контроля и прогноза управления режимами ГЭС (ГАЭС).

В рамках ГСКП ведутся гидрологические, метеорологические и другие наблюдения. Трудности оценки и дальнейшего прогноза современного качества поверхностных вод связаны с территориальной неравномерностью гидрохимической сети и с разной категориейностью постов. Густота гидрохимической сети составляет на 10 тыс.км<sup>2</sup> территории Российской Федерации для европейской части в среднем 4 поста, для азиатской – 1 пост. На азиатской части преобладают посты 4, самой низкой категории (> 60 %), на которых в течении года проводится всего 4–8 анализов проб воды. При этом следует отметить, что за последние годы число постов государственной сети сократилось примерно на одну треть.

Недостаточна обеспеченность гидрохимической сети гидрологической информацией, так как 40 % гидрохимических постов не совпадают с гидрологическими постами. Таким образом отсутствуют необходимые для углублённого анализа данные о расходах воды, скоростях течения и другие материалы.

В последствии могут возникать трудности с адекватной гидроэкологической оценкой, использованием прогнозов и корректировкой управленческих решений в сходных условиях, математическим моделированием для целей комплексного использования водных ресурсов. Значит нельзя говорить о надёжности исходной информации и в результате о дальнейшем обеспечении экологической безопасности.

В соответствии с Положением о ведении государственного мониторинга водных объектов № 307 от 14 марта 1997 г. государственный мониторинг водных объектов осуществляется в целях:

- своевременного выявления и прогнозирования развития негативных процессов, влияющих на качество вод и состояние водных объектов, разработки и реализации мер по предотвращению вредных последствий этих процессов;
- оценки эффективности осуществляемых водоохранных мероприятий;
- информационного обеспечения управления и контроля в области использования и охраны водных ресурсов.

Потоки гидрохимической информации представлены в двух программах: программа ОГСНК и программа Государственного водного кадастра (ГВК).

ОГСНК – программа, предусматривающая в основном комплексное изучение загрязнённости всех сред, в том числе и поверхностных вод суши.

ГВК – программа, направленная на комплексное изучение всех типов природных вод по количественным и качественным показателям; главная функция – ведение систематизированного постоянно пополняемого и при необходимости уточняемого свода сведений о водных объектах, составляющих единый государственный водный фонд,

режиме, качестве и использовании природных вод, а также о водопользователях и водопотребителях. Материалы ГВК являются официальными государственными данными (рис. 3).

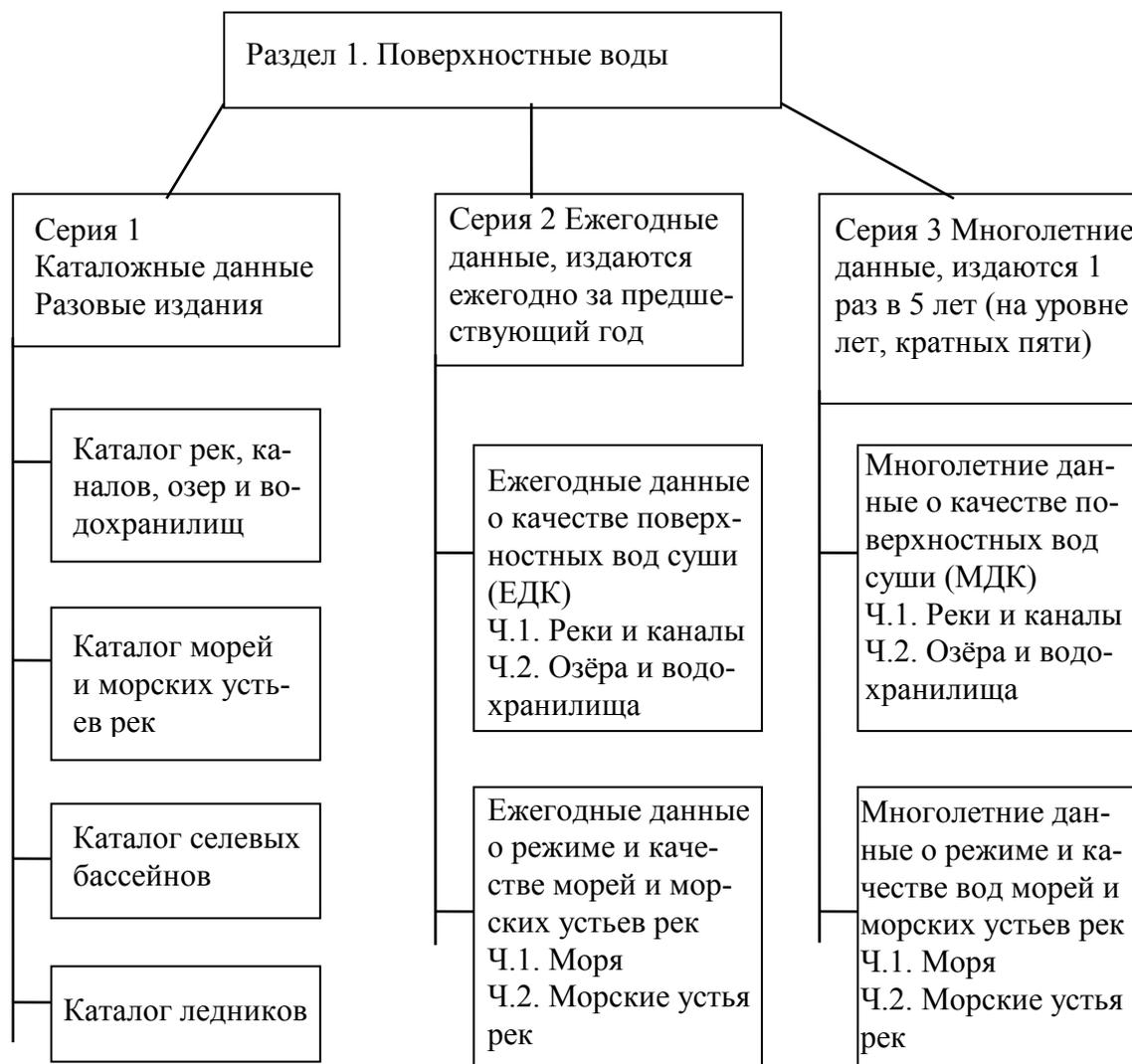


Рис. 3. Структура публикаций части ГВК по качеству поверхностных вод и периодичность изданий

Как видно, периодичность сбора, обобщения и представления информации не соответствует интенсивности использования водных объектов и природных процессов, происходящих на них и внутри их.

Представление материалов в ежегодниках за предшествующий год не позволяет использовать их в качестве основы для принятия оперативных решений по управлению природно–технической системой.

С другой стороны, в качестве ретроспективной информации в совокупности с многолетними данными все эти показатели могут быть использованы в качестве архивных для проведения сопоставления результатов, предварительного тестирования и отладки перспективных моделей и аналогов.

В соответствии с возложенными функциями в экологическом контроле за водами принимают участие различные государственные органы (таблица 19).

Таблица 19.

**Природные объекты (воды) и специально уполномоченные органы экологического контроля**

<b>Государственные органы</b>	<b>Функции органа</b>
Росгидромет	Наблюдение
Минприроды	Координация, участие
Росводресурсы	Поверхностные воды
Роснедра	Подземные воды
Госсанэпиднадзор	Чистота водных объектов
Росрыболовство	Чистота водоёмов для рыб

Наблюдение и контроль использования вод в целом по РФ, отдельным регионам, основным бассейнам рек возлагаются на службы Российского комитета по водному хозяйству. Эти службы осуществляют государственный учёт вод по форме 2–ТП (водхоз), учитывая забор, использование, расход в системах оборотного и последовательного водоснабжения, коэффициент оборота, сброс сточных вод, загрязнённость поверхностных вод и др. Все эти задачи реализуются в границах 19 водохозяйственных районов РФ<sup>5</sup>; управление водным хозяйством административно–национальных образований (краёв, областей, республик и т.д.) возложено на территориальные управления водными ресурсами (УВР), бассейнов крупных рек – на бассейновые водохозяйственные объединения (БВО).

<sup>5</sup> С учётом территориальной целостности до 2013 года в 83 субъектах РФ. После 16.03.14 после обращения о присоединении двух субъектов: г. Севастополь и Республики Крым, в РФ стало 85 субъектов. Данное учебное пособие не учитывает новых субъектов.

Применительно к характеристике водообеспечения (ГД2007<sup>6</sup>) по видам экономической (хозяйственной) деятельности исследование целесообразно проводить с 2005 г. Начиная с данных за этот год, сводные материалы статистического наблюдения за использованием воды по ф. № 2–ТП (водхоз) начали разрабатываться в отраслевом разрезе на основе Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД), заменившего Общесоюзный классификатор отраслей народного хозяйства (ОКОНХ). Возможности сопоставления сводных данных, полученных на основе этих классификаторов ограничены, поэтому формирование длительных статистических рядов в отраслевом разрезе затруднено.

В целом по Российской Федерации *забор пресной и морской воды из природных источников* по всем видам экономической деятельности составил в 1990 г. 116,1 млрд. м<sup>3</sup>; в 1995 г. – 97,1; в 2000 г. – 85,9; в 2005 г. – 79,5; в 2006 г. – 79,3 и в 2007 г. – 80,0 млрд. м<sup>3</sup>.

Таким образом, сокращение общего водозабора по данным Государственного водного кадастра сводного статистического отчёта по форме №№ 2–ТП (водхоз) в 1991–2007 гг. составило 36 млрд. м<sup>3</sup> или на треть против уровня 1990 г. Снижение этого показателя рассматриваемые семнадцать лет было неравномерным. Так, за пятилетку 1991–1995 оно составило 19 млрд. м<sup>3</sup>, 1996–2000 гг. – 11 млрд. м<sup>3</sup> и 2001–2007 гг. (за семь лет) – 6 млрд. м<sup>3</sup>. Максимальный спад, отмеченный в начале 90–х гг. XX в., коррелируется с общим снижением хозяйственной деятельности в эти годы практически во всех отраслях экономики страны.

Минприроды России делегировало контроль и наблюдение за общим состоянием природной среды подотчётным ему территориальным природоохранным органам (ТПО), деление между которыми осуществляется по республикам, краям, областям и т.д. и в настоящее время (2002) насчитывает 92 природоохранных органа.

---

<sup>6</sup> Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2007 году». – М.: НИА-Природа, 2008. – 408 с.

Следует отметить, что по положению № 307 Минприроды Российской Федерации и Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды взаимодействуют в пределах их компетенции по основным вопросам ведения государственного мониторинга водных объектов с:

Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды – при ведении мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду в части оценки антропогенного воздействия на водные объекты;

Государственным комитетом РФ по рыболовству – при ведении государственного мониторинга объектов животного мира в части оценки состояния водных объектов как среды обитания водных животных и растений;

Министерством здравоохранения РФ – при ведении социально-гигиенического мониторинга в части оценки качества воды источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также оценки состояния водных объектов, содержащих природные лечебные ресурсы, и водных объектов, используемых для рекреации.

Государственный мониторинг водных объектов включает:

- регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями поверхностных и подземных вод;
- сбор, хранение, пополнение и обработку данных наблюдений;
- создание и ведение банков данных;
- оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных и качественных показателей поверхностных и подземных вод.

Требование совместимости данных государственного мониторинга водных объектов с данными всех имеющихся видов мониторинга окружающей природной среды определяет его ведение на единой геоинформационной основе. При этом мониторинг поверхностных вод проводится на базе государственной сети гидрометеорологических станций и постов системы Федеральной службы России по

гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, станций и постов других федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ с привлечением иных источников получения информации (искусственных спутников Земли, авиационных, экспедиционных и других наблюдений).

Государственный мониторинг водных объектов осуществляется на четырёх уровнях: локальном; территориальном; региональном (бассейновом); федеральном.

**А. Локальный уровень** – водопользователи проводят мониторинг водных объектов в порядке, определяемом территориальными природоохранными органами Минприроды РФ, и в соответствии с водным законодательством РФ представляют мониторинговую информацию названным органам.

**Б. Территориальный уровень** – территориальные природоохранные органы (ТПО) Минприроды России и территориальные органы Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды во взаимодействии с территориальными органами федеральных органов исполнительной власти и органами исполнительной власти субъектов РФ осуществляют мониторинг водных объектов. На данном уровне должно быть обеспечено наблюдение, сбор, контроль, обработка, обобщение, накопление, хранение, распространение информации, ведение территориальных банков данных и передача данных мониторинга на региональный (бассейновый) уровень.

**В. Региональный (бассейновый) уровень** – бассейновые водохозяйственные управления, региональные геологические центры и другие уполномоченные территориальные органы Минприроды РФ и территориальные управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды участвуют в проведении мониторинга водных объектов. На данном уровне ведётся обобщение, накопление, хранение, распространение информации, ведение регио-

нальных (бассейновых) банков данных по соответствующему региону (бассейну) и передача данных на федеральный уровень.

**Г. Федеральный уровень** – Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Федерального агентства водных ресурсов и Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды обеспечивает мониторинг водных объектов. Данные мониторинга регионального (бассейнового) уровня обобщаются, ведутся банки данных, данные мониторинга водных объектов подготавливаются для государственных докладов и официальных публикаций, осуществляется информационный обмен на межведомственном и международном уровнях в установленном порядке.

В 2008 г. Федеральным агентством водных ресурсов выполнено гидрографическое и водохозяйственное районирование территории Российской Федерации во исполнение части 3 ст. 32 Водного кодекса РФ от 3 июня 2006 г. № 74–ФЗ (ГД2008<sup>7</sup>).

Методология совокупности экологического учета, аудита, менеджмента и мониторинга в геоэкологическом анализе эксплуатации ГЭС прежде всего основывается на структурном взаимодействии и использовании единой базы эколого-экономических механизмов, методов математической статистики и автоматизированной обработки данных при ведении мониторинга в составе АСУ ТП ГЭС. Локальная вычислительная сеть при этом обеспечивает возможность выполнения запросов администрации, представителей технологического звена и вышестоящих организаций, включая природоохранные и санитарно-эпидемиологические органы. В настоящее время обеспечение геоэкологической устойчивости ГЭС ведётся по варианту 1 (рис.4) – это означает, что все процедуры разобщены при этом объективно существует только управленческий (административный) и финансовый учёт по классической схеме организации работы экономического субъекта РФ. ЛТБМ, экологический менеджмент и экологический аудит существуют исключительно теоретически. Вариант 2 (рис. 4)

---

<sup>7</sup> Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2008 году» – М.: НИА-Природа, 2009. – 457 с.

представляет собой схему нормальной организации процедуры экологического учёта как интегральной процедуры взаимодействия при этом всё планирование и управление осуществляется без корректировок или согласований в течении календарного года по заранее разработанным и согласованным (утвержденным) программам. Вариант 3 (рис.4) представляет собой случай не обеспеченный экономически и/или сопровождающийся периодическими нарушениями режимов, их необоснованным и/или преднамеренным изменением, аварийностью и ЧС, когда по результатам ЛТБМ ведутся согласования и уточнения экологического менеджмента, по внутреннему аудиту осуществляются корректировки мониторинга и на каждом этапе рассматривается влияние этой деятельности на процедуру экологического учёта в целом, её затратные и инвестиционные составляющие.

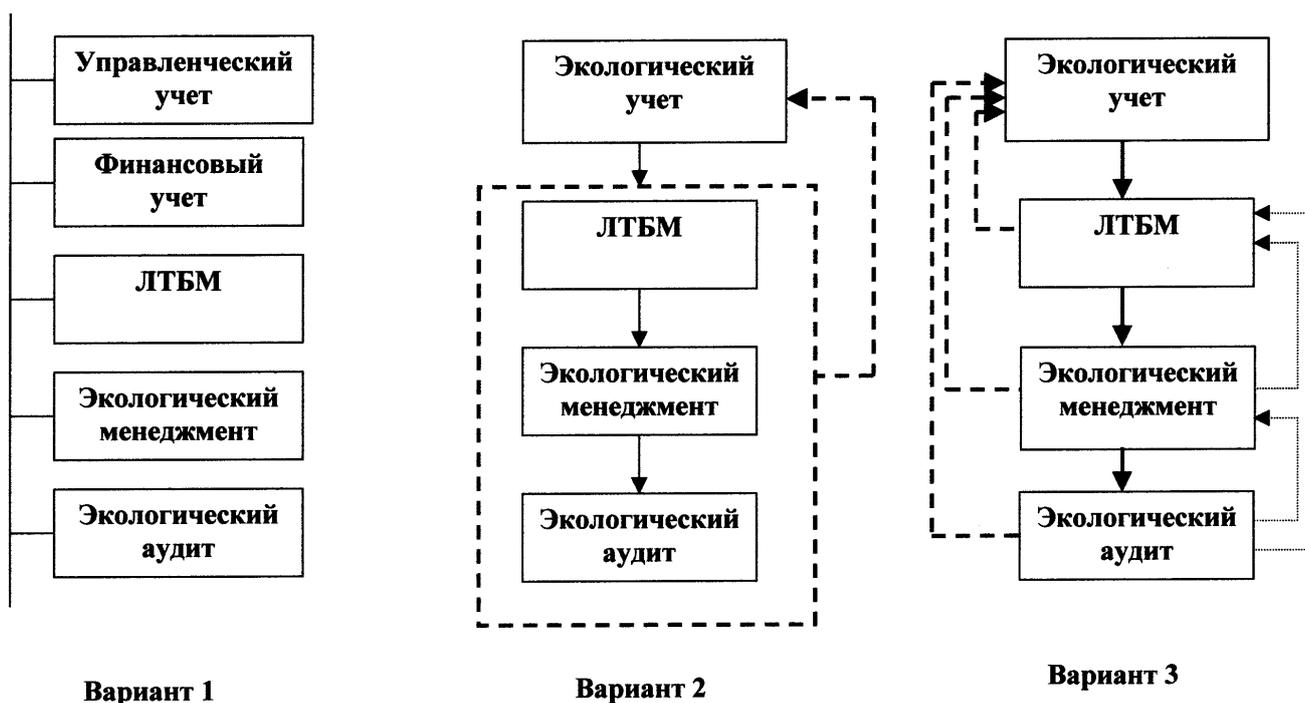


Рис. 4. Укрупнённые блок-схемы вариантов экологического учета геоэкологической устойчивости объектов гидроэнергетики

*Использование визуализации ЛТБМ в геоэкологическом анализе ГЭС является важной основой интерпретации и дальнейшей параметризации природоохранной деятельности в границах зоны ответственности ГЭС при эксплуатации и девелопменте территории.*

#### 4. РАЗВИТИЕ ЛОКАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЭС И ГАЭС

Современный мониторинг поверхностных вод – это сложная система наблюдений и контроля за их качеством и количеством, который функционально состоит из двух подсистем – режимной (с конца 30–х годов) и оперативной (формируется в настоящее время в регионах с напряжённым водопользованием), режимная подсистема имеет хорошую разработанную базу и большой практический опыт в наблюдении и контроле за медленно меняющимися гидрологическими, гидрохимическими и гидробиологическими процессами, учитываемыми в формировании водного режима качество вод. С помощью оперативной подсистемы мониторинга поверхностных вод решаются следующие задачи:

- экспрессная оценка гидрологической и гидрохимической обстановки (репрезентативные пункты контроля, строго заданная программа отбора синхронизированная по времени);

- оперативное выявление и своевременное прогнозирование начала ожидаемых высоких и экстремально высоких уровней паводков и концентраций загрязняющих веществ;

- экстренное оповещение основных водопотребителей, рыбоохранных и водоохранных органов о выявленных или прогнозируемых случаях высоких и экстремально высоких уровней паводков и загрязнения водных объектов, подготовка плановых и внеплановых справок, документов, отчётов о состоянии загрязнённости вод и тенденции развития этих процессов на ближайшую перспективу.

Объем информации, требуемый для решения задач оперативного контроля, оценки и краткосрочного прогноза уровня загрязнения контролируемого водного объекта, могут достигать от 1 тыс. до 6 тыс. определений разных показателей и ингредиентов в год на один пункт контроля.

В соответствии с Правилами кроме основных функций на ГЭС возлагаются задачи, связанные с соблюдением природоохранных тре-

бований (п.1.12.), метрологическим обеспечением (п.1.9.), водным хозяйством электростанций, гидрологическим и метеорологическим обеспечением (п.3.2.). Развитие гидроэнергетики в настоящее время привело к тому, что большинство крупных рек: Волга, Кама, Енисей, Ангара, Сулак и т.д., с одной стороны имеют большое водохозяйственное и энергетическое значение, с другой являются уникальными природными объектами.

Учитывая развитие индивидуальных условий мониторинга на территории РФ и акцентируя внимание на локальных территориально–бассейновых проблемах, связанных с использованием водных ресурсов, приобретают свою актуальность систематизированные объединения локального территориально–бассейнового мониторинга (СО ЛТБМ) (таблица 20). Общее число СО ЛТБМ на современном этапе – 14 (2002). Это объясняется количеством экономических районов, их насчитывается 12 и степенью развития гидроэнергетики в 19 ВХР РФ.

Таким образом в названных объединениях основными и полноправными участниками являются водохозяйственные районы с их представителями и мониторинговыми возможностями, территориальные природоохранные органы с их представителями и полномочиями и объекты гидроэнергетики (тяготеющие к тому или иному водосборному бассейну) с их представителями, возможностями и специфическими функциями, позволяющими сочетать использование воды для целей энергетики, рационального природопользования и охраны водных ресурсов. Такая систематизация расширяет функциональную значимость гидроэнергетических объектов через участие в ЛТБМ и обеспечивает ВХР И ТПО надёжной мониторинговой информацией.

Задачи оперативного контроля загрязнения поверхностных вод на современном этапе не могут быть полностью решены разветвлённой существующей сетью ОГСНК. Количество работающих автоматических станций контроля качества вод сети не удовлетворяет требованиям всех водопользователей и водопотребителей, обеспечению экологической безопасности и надёжности природопользования. Таблица 21 - общая характеристика крупнейших водохранилищ России.

## Систематизированные объединения ЛТБМ

<b>Водохозяйственный район</b>	<b>Территориальный природоохранный орган</b>	<b>Базовый гидроэнергетический объект</b>
Анадыро–Колымский	Магаданский областной комитет по охране природы	Колымская ГЭС Усть–Среднеканская ГЭС
Амурский	Амурский областной комитет по охране природы	Зейская ГЭС Бурейская ГЭС
Ленский	Министерство экологии и природопользования Республики Саха (Якутия)	Вилуйская ГЭС 1, 2, 3 Мамаканская ГЭС
Ангаро–Байкальский	Министерство экологии и природных ресурсов Республики Тува Красноярский краевой комитет по охране природы Иркутский областной комитет по охране природы	Иркутская ГЭС Братская ГЭС Усть–Илимская ГЭС Богучанская ГЭС
Енисейский	Комитет по охране природы республики Хакасия Красноярский краевой комитет по охране природы Комитет Э и ПР Долгано–Ненецкого АО Норильский региональный комитет Э и ПР	Саяно–Шушенская ГЭС Майнская ГЭС Красноярская ГЭС Средне–Енисейская ГЭС Курейская ГЭС Усть–Хантайская ГЭС
Верхнеобский	Кемеровский областной комитет по охране природы Новосибирский областной комитет по Э и ПР	Катунская ГЭС Крапивинская ГЭС Новосибирская ГЭС
Уральский	Главное управление по экологии и природопользованию Екатеринбургской области	Алапаевская ГЭС
Камско–Бельский	Удмуртский республиканский комитет по экологии и природопользованию Кировский областной комитет по охране природы Комитет Э и ПР Пермской области	Камская ГЭС Воткинская ГЭС Нижекамская ГЭС
Верхневолжский	Министерство Э и ПР Чувашской республики Московский областной комитет экологии и природных ресурсов Нижегородский областной комитет	Иваньковская ГЭС Загорская ГАЭС Рыбинская ГЭС Череповецкие ГЭС

<b>Водохозяйственный район</b>	<b>Территориальный природоохранный орган</b>	<b>Базовый гидроэнергетический объект</b>
	по охране природы Комитет Э и ПР Ярославской области	Горьковская ГЭС Чебоксарская ГЭС
Средневолжский	Госкомитет Республики Татарстан по охране природы Комитет Э и ПР Самарской области, Саратовской области	Волжская ГЭС 1 Саратовская ГЭС
Нижневолжский	Волгоградский областной комитет по охране природы Ростовский областной комитет по охране природы Комитет Э и ПР Саратовской области	Волжская ГЭС 2 Цимлянская ГЭС
Терско – Сулакский	Комитет по ОП Республики Дагестан Комитет по охране природы Чеченской республики Комитет по охране природы Ингушской республики	Чирюртские ГЭС Чиркейская ГЭС Миатлинская ГЭС Ирганайская ГЭС Зарамагская ГЭС Гоцатлинская ГЭС Баксанская ГЭС Гизельдонская ГЭС
Кубанский	Краснодарский краевой комитет по охране природы	Белореченские ГЭС Майкопская ГЭС Краснополянская ГЭС Зеленчукские ГЭС
Невско– Ладожский	Комитет по охране природы г.Санкт–Петербурга и Ленинградской области  Государственный комитет по охране природы Республики Карелия  Мурманский областной комитет по охране природы	Волховская ГЭС Нижнесвирская ГЭС Сосновоборская ГАЭС Верхнесвирская ГЭС Кондопожская ГЭС Пальеозерская ГЭС Ондская ГЭС Путкинская ГЭС Кривопорожская ГЭС Кумская ГЭС Пяозерская ГАЭС Княжегубская ГЭС Нивские ГЭС Туломские ГЭС Борисоглебская ГЭС Териберские ГЭС Серебрянские ГЭС

## Общая характеристика крупнейших водохранилищ России (ГД 2009)

Водохранилище	Река	Площадь водного зеркала, кв. км при НПУ	Объем, ккуб. м		Использование <sup>8*</sup>
			полный	полезный	
Братское	Ангара	5470	169,3	48,20	ГЭ,СУ,ЛС,РХ,ВС,РК
Красноярское	Енисей	2000	73,30	30,40	ГЭ,СУ,ЛС,ВС,БН,РХ,РК
Зейское	Зея	154	68,4	32,12	ГЭ, СУ
Усть-Илимское	Ангара	1922	58,8	2,7	ГЭ,СУ,ВС,ЛС
Куйбышевское	Волга	6150	58,00	34,60	ГЭ,СУ,ИР,ВС,РХ,БН,РК
Вилуйское	Вилуй	2360	35,88	17,83	ГЭ,ВС,РХ
Волгоградское	Волга	3117	31,45	8,25	ГЭ,СУ,ИР,ВС,РХ,РК,ВС
Саяно-Шушенское	Енисей	621	31,3	15,3	ГЭ,ИР,СУ,РХ,ВС,РК,БК
Рыбинское	Волга	4550	25,42	16,60	ГЭ,СУ,ВС,РХ,РК
Цимлянское	Дон	2702	23,9	11,54	ИР,СУ,ГЭ,РХ,ВС,РК
Бурейское	Буряя	740,0	20,94	10,7	ГЭ,БН,ВС,РХ,РК
Колымское	Колыма	443	14,46	6,56	ГЭ, СУ, ВС
Саратовское	Волга	1830	12,9	1,75	ГЭ,СУ,РХ,ВС,РК,ИР
Камское	Кама	1915	12,2	9,24	ГЭ,СУ,ЛС,ВС
Воткинское	Кама	1120	9,36	3,70	ГЭ, СУ, ЛС, ВС
Горьковское	Волга	1570	8,80	2,80	ГЭ, СУ, РХ, ВС, РК
Новосибирское	Обь	1070	8,80	4,40	ГЭ, СУ, ИР, ВС, ЛС, РХ, БН, РК
Шекснинское	Шексна	1670	6,52	1,85	ВС, РХ
Чебоксарское	Волга	1080	4,60	-	ГЭ, СУ, ВС, РХ
Ириклинское	Урал	260	3,26	2,76	ОР,ГЭ,ВС
Краснодарское	Кубань	400	3,048	2,16	ОР,РХ,СУ,БН
Нижне-Камское	Кама	1000	2,90	-	ГЭ, СУ, ВС, РХ, БН
Чиркейское	Сулак	42,5	2,78	1,32	ГЭ,ОР,РХ
Иркутское	Ангара	...	2,10	0,45	ГЭ,СУ,ЛС,РХ,БН,РК

Оперативный контроль требуется большим водным акваториям, в том числе и зарегулированным объектами гидроэнергетики. Такие водные объекты, как озера, водохранилища, устья рек, не позволяют использовать только автоматические станции.

Режимы работы водохранилищ устанавливаются Федеральным агентством водных ресурсов в соответствии с Положением, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от

<sup>8</sup> ГЭ – гидроэнергетика, СУ – судоходство, ЛС – лесосплав, ОР – орошение, РХ – рыбное хозяйство, ВС – водоснабжение, РК – рекреация, ИР – ирригация, БН – борьба с наводнениями (по проекту).

16 июня 2004 г. № 282. Основные гидротехнические параметры крупнейших водохранилищ России представлены в таблице 22.

Таблица 22

**Основные гидротехнические параметры крупнейших водохранилищ (ГД 2009)**

<b>Водохранилище</b>	<b>Нормативный подпорный уровень (м)</b>	<b>Максимальная пропускная способность (м<sup>3</sup>/с) гидроузла при НПУ</b>
Иваньковское	124,00	7400
Угличское	113,00	13000
Шекснинское	113,0	9200
Рыбинское	102,00	7000
Горьковское	84,00	15100
Чебоксарское	63,00	40800
Павловское	140,00	6540
Камское	108,50	21000
Воткинское	89,00	19300
Нижне-Камское	62,00	34900
Куйбышевское	53,00	70600
Саратовское	28,00	53000
Волгоградское	15,00	63060
Братское	202,00	1150
Бурейское	256,00	12600
Вилуйское	244,00	5210
Зейское	315,00	9500
Иркутское	457,00	4000
Красноярское	243,00	11350
Ириклинское	245,00	12900
Саяно-Шушенское	539,00	9700
Усть-Илимское	296,00	880
Чиркейское	355,00	2400
Цимлянское	36,00	16200
Колымское	450,00	11000

Оптимизация режимов использования водных ресурсов водохранилищ является одним из важнейших элементов решения задач обеспечения социально – экономических потребностей в водных ресурсах, предупреждения и снижения последствий наводнений и другого негативного воздействия вод и обеспечения безопасности ГТС, образующих эти водохранилища. В важнейших водных бассейнах Российской Федерации Федеральным агентством водных ресурсов созданы 12 Межведомственных оперативных (рабочих) групп (МОГ, МРГ) по регулированию режимов работы водохранилищ и водохозяйственных систем:

- по водохранилищам Волжско-Камского каскада при Федеральном агентстве водных ресурсов (*г. Москва*);
- по Колымскому водохранилищу при Отделе водных ресурсов Ленского БВУ по Магаданской области (*г. Магадан*);
- по Цимлянскому водохранилищу при Донском БВУ (*г. Ростов-на-Дону*);
- по Зейскому и Бурейскому водохранилищам при Амурском БВУ (*г. Хабаровск*);
- по Новосибирскому водохранилищу при Верхне-Обском БВУ (*г. Новосибирск*);
- по водохранилищам Вилюйского каскада при Ленском БВУ (*г. Якутск*);
- по водохранилищам Выгского, Кемского и Ковдинского каскадов при Отделе водных ресурсов Невско-Ладожского БВУ по Республике Карелия (*г. Петрозаводск*);
- по водохранилищам Северных ГЭС, Ангаро-Енисейского каскада и озера Байкал при Енисейском БВУ (*г. Красноярск*);
- по водохозяйственному комплексу бассейна р. Кубани при Кубанском БВУ (*г. Краснодар*);
- по водохранилищам Москворецкой водной системы, Вазузской гидротехнической системы и водораздельного бьефа канала имени Москвы при Московско-Окском БВУ (*г. Москва*);
- по Ириклинскому водохранилищу (*г. Оренбург*);
- по водохранилищам северного склона Волго-Балтийского водного пути при Невско-Ладожском БВУ (*г. Санкт-Петербург*).

Таким образом решение задач, связанных с определением качества воды, его оценкой и прогнозом по комплексу показателей (физическое, химическое и биологическое состояние) в зоне 500 м со стороны верхнего и нижнего бьефов берут на себя стационарные комплексные лаборатории мониторинга (СКЛМ), входящие в состав организационной структуры ГЭС (ГАЭС). СКЛМ взаимосвязаны с контактными и неконттактными средствами контроля вод. К ним относятся как внутренние (принадлежащие ГЭС или ГАЭС), так и внешние

(принадлежащие ТПО, ОГСНК и т.д.) средства контроля вод, совместно используемые СО ЛТБМ для целей охраны окружающей среды и рационального природопользования:

- а) контактные средства контроля вод
  - стационарная гидрохимическая лаборатория;
  - стационарная гидробиологическая лаборатория;
  - передвижные гидрохимические и гидробиологические лаборатории (автомобиль, судно, вертолёт);
  - посты контроля (портативные гидрохимические лаборатории);
  - автоматические станции контроля;
- б) неконтактные средства контроля вод
  - судно, самолёт, вертолёт, искусственный спутник Земли – региональные центры приёма аэрокосмической информации.

Таблица 23.

**Ряды наблюдений для оперативного и краткосрочного управления режимами работы ГЭС(ГАЭС)**

Интервал между измерениями	Максимально допустимый для анализа период	Архивная длина ряда наблюдений	Оперативное управление режимами	Краткосрочное управление режимами	Прогноз последствий регулирования стока
1 мин	10 мин	1,5 часа	Текущие данные по ПК <sup>9</sup> ЛТБМ с оперативностью каждые 4, 6, 15, 20, 30, 60, 120 мин и ретроспективная ситуация по ПК за предыдущие сутки	Текущие данные ПК ЛТБМ и узлов сети контроля и ретроспективные архивные данные по ПК и УСК <sup>10</sup> ЛТБМ за предыдущую неделю	Текущие и ретроспективные архивные данные по мониторинговому участку ЛТБМ за год, при экстремальных условиях за период до аналогичной прогнозной ситуации
2 мин	20 мин	3 часа			
6 мин	1 час	10 часов			
10 мин	2,5 часа	1 сутки			
3 часа	1 сутки	10 суток			
1 сутки	10 суток	3 месяца			
3 суток	1 месяц	1 год			

При координации с условиями краткосрочного и оперативного регулирования режимов ГЭС и ГАЭС внесены корректировки в необходимые измерения. Для назначения частоты измерений используем требования к рядам наблюдений с позиций статистического анализа

<sup>9</sup> - ПК - пункт или пост контроля локального территориально-бассейнового мониторинга.

<sup>10</sup> - УСК - узел сети контроля локального территориально-бассейнового мониторинга.

колебаний параметров качества воды и возможности АСУ ТП по оперативному управлению режимами ГЭО (таблица 23).

Таким образом для управления качеством воды в бьефах ГЭС (ГАЭС) необходима репрезентативная информация в соответствии с быстротой и точностью принимаемого решения. Данный информационный поток должен содержать комплексную оценку качества воды с требуемыми ретроспективными приближениями и агрегацией. Данная оценка должна сопровождаться сопутствующей гидрологической и гидрометеорологической информацией, скоординированной по времени и запрашиваемым контрольным створам и постам.

В соответствии с Экологической доктриной Российской Федерации<sup>11</sup>, разработанной МПР России с участием органов государственной власти Российской Федерации, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, общественных экологических организаций, деловых и научных кругов и одобренной Распоряжением Правительства РФ от 31 августа 2002 г. N 1225–р, экологический мониторинг и информационное обеспечение имеют своей основной задачей обеспечение государственных и муниципальных органов, юридических лиц и граждан достоверной информацией о состоянии окружающей среды и её возможных неблагоприятных изменениях.

Для этого необходимы:

- развитие единой государственной системы экологического мониторинга на всей территории страны, включая мониторинг биотических и абиотических компонентов природной среды;
- совершенствование нормативной базы, регламентирующей взаимодействие федеральных органов исполнительной власти, осуществляющих государственный экологический мониторинг, включая формирование фонда информационных ресурсов;
- совершенствование системы показателей, создание методологии экологического мониторинга Российской Федерации, а также

---

<sup>11</sup> - Экологическая доктрина Российской Федерации опубликовано: 16 Января 2013 (13:24)  
<http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=133908>

техническое и материальное обеспечение деятельности системы экологического мониторинга;

- обеспечение достоверности и сопоставимости данных экологического мониторинга по отдельным отраслям экономики и регионам страны;

- совершенствование системы учета и контроля ядерных материалов, радиоактивных веществ и отходов;

- проведение работ по выявлению зон экологического бедствия;

- выявление и обозначение на местности всех территорий, подвергшихся радиоактивному и химическому загрязнению в масштабах, представляющих опасность для окружающей среды и населения;

- инвентаризация экологически опасных производств, сооружений и захоронений отходов; оценка риска возникновения чрезвычайных экологических ситуаций и путей их предотвращения;

- формирование и ведение кадастров экологически опасных объектов на федеральном, региональном и муниципальном уровнях;

- инвентаризация территории для выявления и специальной охраны земель, пригодных для производства экологически чистой сельскохозяйственной продукции, водных объектов со стратегическими запасами питьевой воды, природных комплексов, выполняющих особо важные средообразующие функции и обладающих особым рекреационно–оздоровительным значением;

- формирование системы государственных кадастров природных ресурсов, особо охраняемых природных территорий и территорий традиционного природопользования;

- обеспечение открытости информации о состоянии окружающей среды и возможных экологических угрозах; бесплатный доступ граждан к информации в сфере экологии, жизненно важной для их безопасности;

- информационное обеспечение учёта результатов государственной экологической экспертизы всех проектов, программ и объектов, подлежащих обязательной экологической экспертизе.

Основой водных ресурсов Российской Федерации (ГД2012)<sup>12</sup> является речной сток, образованный более 2,7 млн. рек и ручьёв, общая протяжённость которых составляет около 8 млн. км. Занимая 12,6% территории Земли, Россия отличается хорошо развитой речной сетью, а также уникальным водным побережьем, имеющим протяжённость порядка 60 тыс. км. Основная величина водных ресурсов России формируется в пределах страны и только около 5% поступает с территорий сопредельных государств. К бассейну Северного Ледовитого океана относится более половины территории России (65%). Бассейну Тихого океана принадлежит около 19% территории России. К бассейну Атлантического океана относится около 5% площади России. Площадь Каспийской бессточной области составляет 11% территории нашей страны.

В соответствии со ст. 28 Водного кодекса РФ бассейновые округа – основная единица управления в области использования и охраны водных объектов и состоят из речных бассейнов и связанных с ними подземных водных объектов и морей.

Водным кодексом РФ установлено 20 бассейновых округов: Балтийский, Баренцево–Беломорский, Двинско–Печорский; Днепровский, Донской, Кубанский, Западно–Каспийский, Верхневолжский, Окский, Камский, Нижневолжский, Уральский, Верхнеобский, Иртышский, Нижнеобский, Ангаро–Байкальский, Енисейский, Ленский, Анадыро–Колымский, Амурский.

Границы бассейновых округов определены в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30.11.2006 г. № 728. Однако на сегодняшний день (2013) существующая структура Росводресурсов организована по административно–территориальному принципу и во многом не совпадает с границами бассейновых округов.

В соответствии с Постановлением Правительства РФ от 10.04.2007 г. № 219 «Положение об осуществлении государственного мониторинга водных объектов» организация и осуществление госу-

---

<sup>12</sup> Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». – М.: НИА-Природа, 2013. – 370 с. ISBN 978-5-9562-00971

дарственного мониторинга водных объектов осуществляется Федеральным агентством водных ресурсов (Росводресурсы), Федеральным агентством по недропользованию (Роснедра), Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) при взаимодействии с Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор); Федеральной службой по надзору в сфере транспорта (Ространснадзор); Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор); Федеральным агентством по рыболовству (Росрыболовство). Ростехнадзор ведёт мониторинг за безопасностью гидротехнических сооружений (ГТС). Ространснадзор осуществляет мониторинг за безопасностью судоходных ГТС. Роспотребнадзор ведёт социально-гигиенический мониторинг в части оценки качества воды источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также оценки состояния водных объектов, содержащих природные лечебные ресурсы, использующихся в целях рекреации. Росрыболовство осуществляет мониторинг водных объектов рыбохозяйственного назначения.

Собственники водных объектов и водопользователи ведут учёт объёма забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов и объёма сброса сточных вод и/или дренажных вод, их качества; ведут регулярные наблюдения за водными объектами (их морфометрическими особенностями) и их водоохранными зонами; представляют в территориальные органы Росводресурсы сведения, полученные в результате такого учёта и наблюдений.

Формы и порядок представления в Росводресурсы данных мониторинга, полученных участниками ведения государственного мониторинга водных объектов, утверждены приказом МПР России от 07.05.2008 г. № 111.

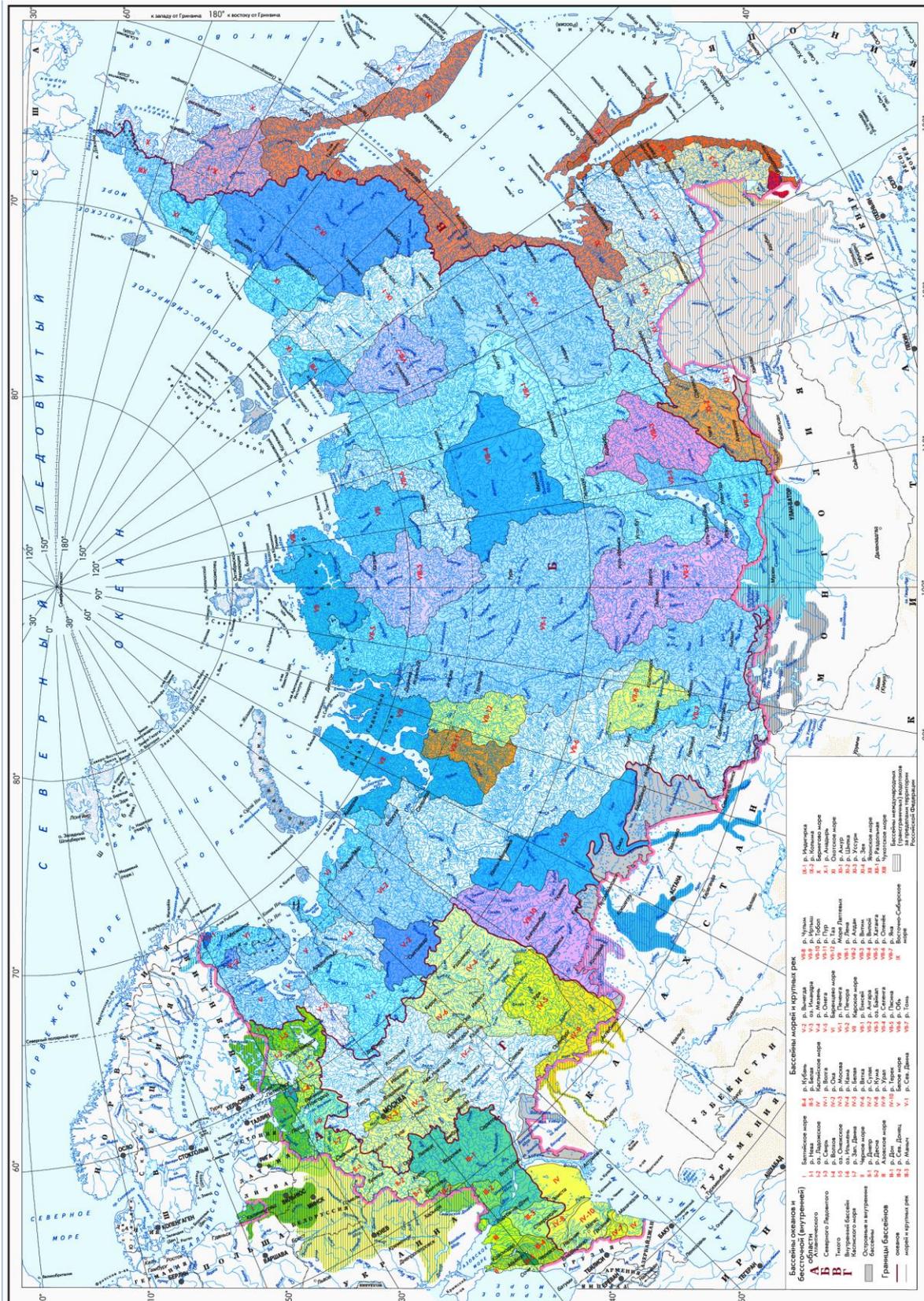


Рис. 5. Карта гидрографической сети и водосборных бассейнов на территории России (ГД2012)

Особенность строения речной сети России заключается в преимущественно меридиональном направлении течения большинства рек. Большинство рек несут свои воды в Северный Ледовитый (64%) и Тихий океаны (27%) (Таблица 24), карта гидрографической сети и водосборных бассейнов на территории России (рис. 5).

Таблица 24.

**Количество и протяжённость рек России по бассейнам морей и океанов**

<b>Бассейн</b>	<b>Количество рек</b>	<b>Протяжённость (км)</b>
Балтийского моря	53585	140171
Северного Ледовитого океана, в т.ч.:	1629121	5715476
Белое море	109534	373 898
Баренцево	61348	240103
Карское	475187	2278219
Лаптевых	421786	16411381
Восточно–Сибирское	483672	997980
Чукотское	41830	84215
острова Северного Ледовитого океана	35764	99680
Тихого океана, в т.ч.:	685841	1729435
Берингово море	172140	400939
Охотское	437541	1151781
Японское	55024	110009
острова Тихого океана	21136	66706
Азово–Черноморский	23754	112988
Каспийский	170188	675536
<b>Всего по России</b>	<b>2562489</b>	<b>8373606</b>

В Азово–Черноморском (1%) и Каспийском бассейнах (7%), где проживает свыше 65% населения России, насчитывается всего 193942 реки. На бассейн Балтийского моря приходится менее 2% количества всех рек России.

Около 92% густоты речной сети создают реки и другие водотоки длиной до 100 км. Примерно 95% общего числа и более 64% общей протяжённости рек приходится на долю водотоков с длиной менее 100 км. Подавляющее большинство водотоков, протекающих по территории России, имеют длину менее 10 км (2,6 млн. единиц). Их суммарная длина – около 95% общей длины рек страны. Малые реки и ручьи – основной элемент русловой сети водосборных территорий.

На территории России расположено полностью или частично 8 из 50 крупнейших мировых бассейнов рек: бассейны рр. Оби, Енисея, Лены, Амура, Волги, Днепра, Дона, Урала. Основные характеристики наиболее крупных рек России приведены в Таблице 25.

Таблица 25.

**Основные характеристики наиболее крупных рек России**

Река	Длина реки (км)	Площадь бассейна (тыс. км)	Количество рек водосборного бассейна	Протяжённость рек (км)	Густота речной сети (км/км <sup>2</sup> )	Средне-много-летний сток (км <sup>3</sup> )	Водообеспеченность (тыс. м <sup>3</sup> /год на 1 км <sup>2</sup> )
Лена	4337	2490	242496	1038353	0,42	537,0	209,2
Енисей (с Ангарой)	3844	2580	201454	1003835	0,45	635,0	244,2
Волга	3694	1360	150717	574414	0,42	238,0	175,0
Обь	3676	2990	161455	1738890	0,25	405,0	178,6
Амур	2855	1855	172233	558321	0,56	378,0	185,0
Урал	2530	233	8474	51829	0,22	7,8	33,4
Колыма	2129	647	318520	592830	0,92	72,0	...
Дон	1870	422	13012	90416	0,21	25,5	66,1
Печора	1814	322	34571	155774	0,48	129,0	403,7
Инди-гирка	1726	360	125624	277259	0,77	...	...
Кубань	970	58	13570	38639	0,67	13,9	139,5
Северная Двина	750	357	61878	206238	0,58	101,0	225,8
Терек	623	43	6623	24441	0,57	10,5	255,7

Число *больших рек* составляет 214 единиц (0,008% от общего числа). Количество *средних рек* на территории России, длиной от 101 до 500 км, составляет 2833 единицы, или 0,1% от общего количества учтённых водотоков. Средняя густота речной сети Российской Федерации, являющаяся показателем обводнения территории, равна 0,49 км на 1 км<sup>2</sup> (рис. 6). Ежегодно возобновляемые водные ресурсы речного стока России составляют в среднем 4258,6 км<sup>3</sup>. В 2010 г. они составили 4331,7 км<sup>3</sup>, превысив среднее многолетнее значение на 1,7%.

В общем объёме водных ресурсов России доля годового речного стока составляет 55%, из которых около 90% приходится на водосборные бассейны Северного Ледовитого и Тихого океанов.

Бессточный внутренний бассейн Каспия занимает большую часть Европейской России. При этом в Каспийско–Азовском регионе, на который приходится лишь примерно 8% территории, проживает порядка 80% населения России и сосредоточена основная часть хозяйственной инфраструктуры.

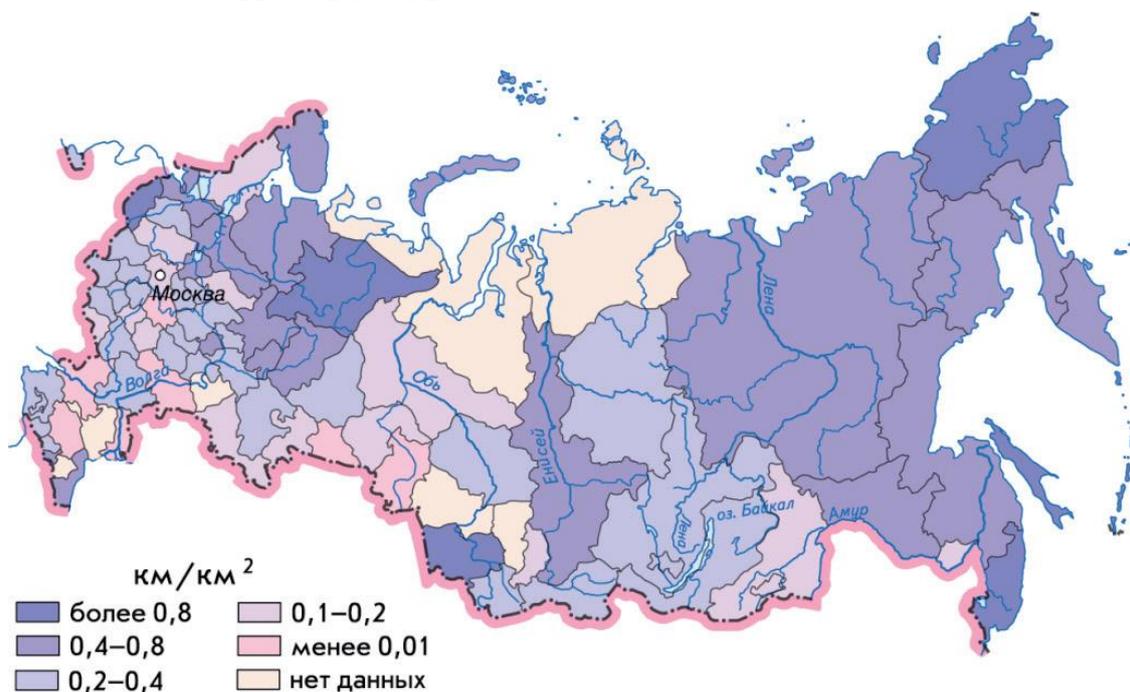


Рис. 6. Густота речной сети в России (ГД2012)

Большая часть этого объема формируется в пределах России, а часть поступает с территорий сопредельных государств (Таблица 26).

Таблица 26.

**Среднегодовое распределение притока и стока рек по трансграничным водотокам (по данным ИГКЭ Росгидромета и РАН)**

Страна	Приток на территорию России (км <sup>3</sup> )	Сток за пределы России (км <sup>3</sup> )
Финляндия	14,1	0,98
Польша	1,17	–
Белоруссия	7,55	–
Украина	6,22	8,45
Грузия	0,81	–
Азербайджан	–	2,44
Казахстан	27,4	1,74
Монголия	12,7	0,80
Китай	0,66	–
<b>Всего</b>	<b>70,61</b>	<b>14,41</b>

Около 80% суммарного стока рек сбрасывается в моря Северного Ледовитого океана – Баренцево, Белое, Карское, море Лаптевых, Восточно–Сибирское и Чукотское. В тундровой зоне европейской территории величина годового стока составляет около 8 л/км<sup>2</sup>, при переходе в лесную зону увеличивается до 10 л/км<sup>2</sup> и лишь на широте около 60° (гг. Санкт–Петербург, Вологда) снова снижается до 8 л/км<sup>2</sup>. Далее к югу годовой сток закономерно уменьшается до 0,5, а в Прикаспийской низменности – даже до 0,2 л/км<sup>2</sup>.

На освоенных территориях сток рек составляет около 800 км<sup>3</sup>/год, в том числе в наиболее заселённых и экономически развитых районах европейской части России – лишь 360 км<sup>3</sup>/год (рис. 7).

В целом по России среднемноголетний показатель собственных водных ресурсов малых рек составляет 4 тыс. км<sup>3</sup>/год, а удельный показатель водных ресурсов – порядка 240 м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>.

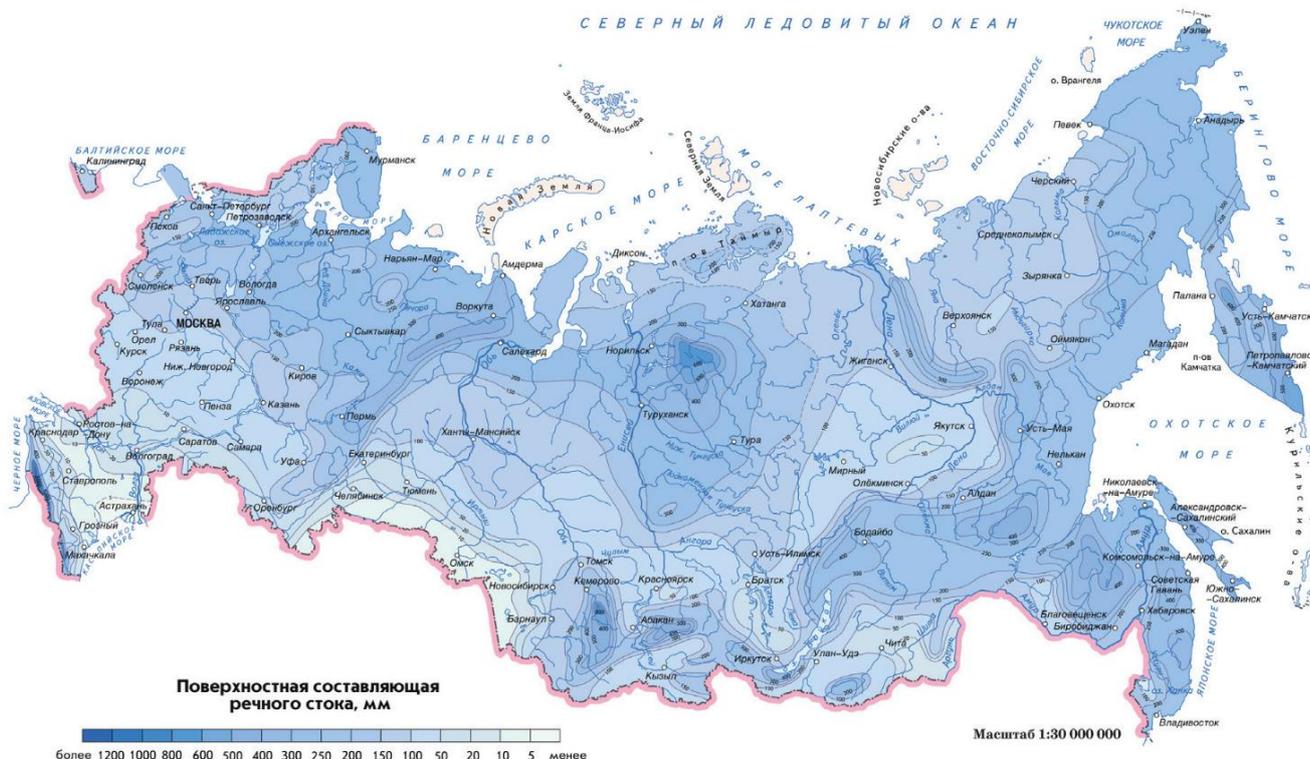


Рис. 7. Карта речного стока России (мм) (ГД2007-2012)

Также широко варьирует показатель сток рек по регионам России в сезонном разрезе (Таблица 27).

Таблица 27.

**Внутригодовое распределение стока рек по некоторым регионам России**  
(по данным ИГКЭ Росгидромета и РАН)

Регион	Сезонный сток (% от годового)		
	весна	лето–осень	зима
Север европейской территории	55–65	25–35	10–20
Запад и юго–запад европейской территории	30–50	30–35	20–35
Южное Заволжье, Южное Приуралье	90–95	4–8	1–2
Крайний север и северо–восток Сибири	40–50	45–55	5
Западная Сибирь	45–55	35–45	10
Восточная Сибирь	70–80	15–25	5
Забайкалье, Яно–Индигорский район, Дальний Восток, Камчатка	30–40	55–65	5

По данным Росгидромета водные ресурсы Российской Федерации в 2012 г. составили 4217,9 км<sup>3</sup>, что на 1,0% ниже среднего многолетнего значения. Большая часть этого объёма – 4042,8 км<sup>3</sup> – сформировалась в пределах России; 175,1 км<sup>3</sup> воды поступило с территорий сопредельных государств.

Таблица 28.

**Ресурсы речного стока по федеральным округам**

Федеральный округ	Площадь территории (тыс. км <sup>2</sup> )	Среднее многолетнее значение водных ресурсов <sup>13</sup> (км <sup>3</sup> /год)	Водные ресурсы 2012 года (км <sup>3</sup> /год)	Отклонение от среднего многолетнего значения (%)
Северо–Западный	1687,0	607,4	673,0	10,8
Центральный	650,2	126,0	154,3	22,5
Приволжский	1037,0	271,3	321,6	18,5
Южный	420,9	288,9	290,7	0,6
Северо–Кавказский	170,4	28,0	27,3	–2,5
Уральский	1818,5	597,3	461,2	–22,8
Сибирский	5145,0	1321,1	1133,3	–14,2
Дальневосточный	6169,3	1848,1	2007,0	8,6
Российская Федерация в целом	17098,3	4259,3	4217,9	–1,0

<sup>13</sup> Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930–1980 гг. для европейской территории и за период 1936–1980 гг. для азиатской территории России.

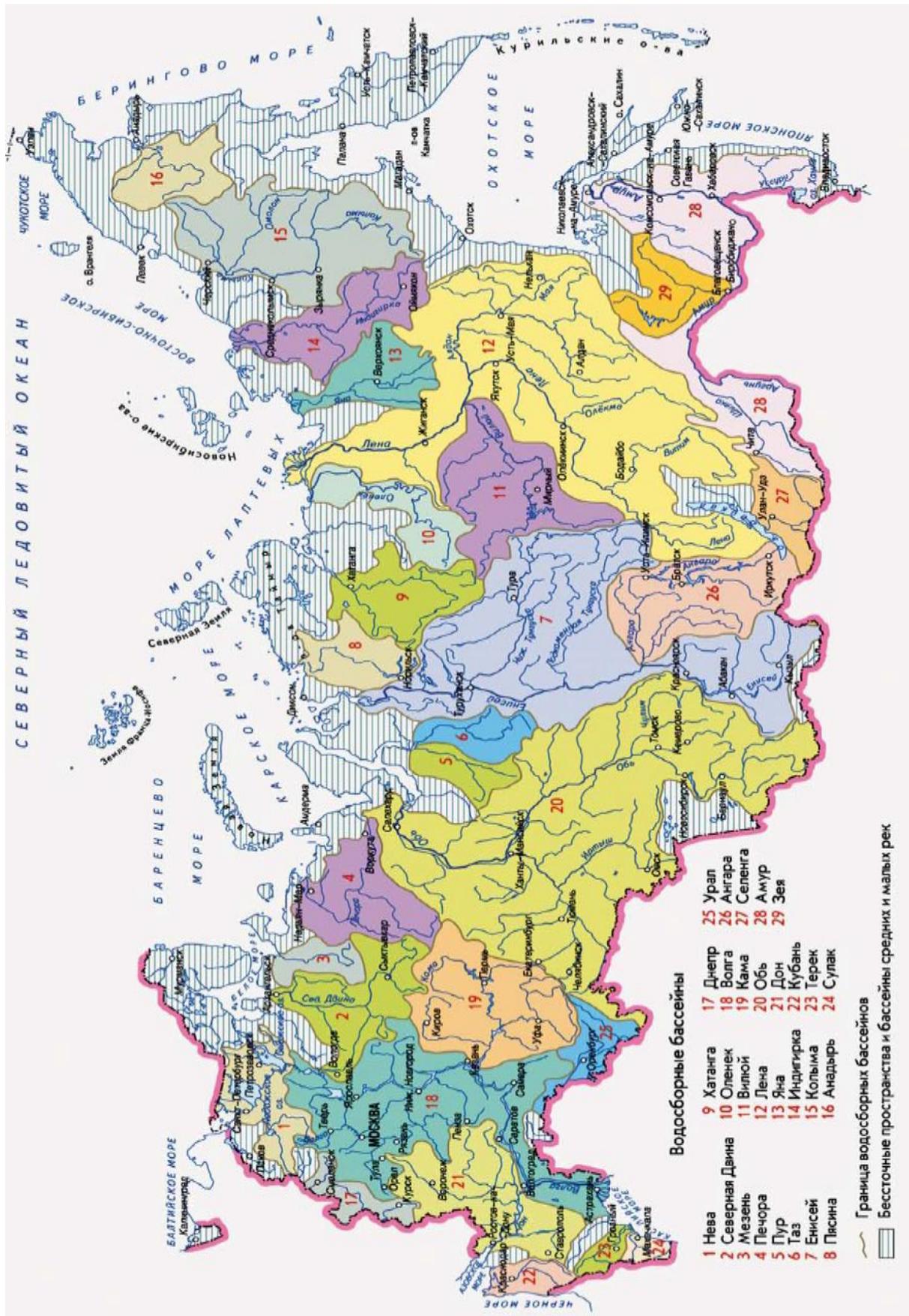


Рис. 8. Водосборные бассейны крупнейших рек РФ (ГД 2007–2012)

Существенно повышенная водность наблюдалась на реках Северо–Западного, Центрального, Приволжского и Дальневосточного федеральных округов, близкая к норме – в Южном и Северо–Кавказском, значительно ниже средних многолетних значений – в Уральском и Сибирском федеральных округах (Таблица 28).

Водосборные бассейны крупнейших рек Российской Федерации представлены на рис. 8.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2012 г. в большинстве случаев значительно отличались от средних многолетних значений (Таблица 29).

Таблица 29.

**Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации**

Субъект Федерации	Площадь территории (тыс. км <sup>2</sup> )	Среднее многолетнее значение водных ресурсов <sup>14</sup> , (км <sup>3</sup> /год)	Водные ресурсы 2012 г, (км <sup>3</sup> /год)	Отклонение от среднего многолетнего значения (%)
<i>Северо–Западный федеральный округ</i>				
Респ. Карелия	180,5	56,0	68,6	22,5
Респ. Коми	416,8	164,8	188,6	14,4
Архангельская обл.	589,9	387,2	424,9	9,7
Ненецкий АО	176,8	212,1	232,2	9,5
Вологодская обл.	144,5	47,7	63,5	33,1
Калининградская обл.	15,1	22,7	19,4	–14,5
Ленинградская обл.	83,9	89,2	102,6	15,0
Мурманская обл.	144,9	65,7	74,8	13,9
Новгородская обл.	54,5	21,4	27,4	28,0
Псковская обл.	55,4	12,0	12,5	4,2
<i>Центральный федеральный округ</i>				
Белгородская обл.	27,1	2,7	2,1	–22,2
Брянская обл.	34,9	7,3	8,2	12,3

<sup>14</sup> Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930–1980 гг. для европейской территории и за период 1936–1980 гг. для азиатской территории России.

Субъект Федерации	Площадь территории (тыс. км <sup>2</sup> )	Среднее многолетнее значение водных ресурсов <sup>14</sup> , (км <sup>3</sup> /год)	Водные ресурсы 2012 г, (км <sup>3</sup> /год)	Отклонение от среднего многолетнего значения (%)
Владимирская обл.	29,1	35,2	44,0	25,0
Воронежская обл.	52,2	13,7	14,4	5,1
Ивановская обл.	21,4	57,3	76,4	33,3
Калужская обл.	29,8	11,3	11,3	0,0
Костромская обл.	60,2	53,4	72,1	35,0
Курская обл.	30,0	3,8	2,3	-39,5
Липецкая обл.	24,0	6,3	6,1	-3,2
Московская обл.	45,8	18,0	24,0	33,3
Орловская обл.	24,7	4,1	3,5	-14,6
Рязанская обл.	39,6	25,7	31,6	23,0
Смоленская обл.	49,8	13,7	19,1	39,4
Тамбовская обл.	34,5	4,1	5,6	36,6
Тверская обл.	84,2	25,2	34,3	36,1
Тульская обл.	25,7	10,6	11,2	5,7
Ярославская обл.	36,2	35,8	42,0	17,3
<i><b>Приволжский федеральный округ</b></i>				
Респ. Башкортостан	142,9	34,2	24,1	-29,5
Респ. Марий Эл	23,4	110,4	153,2	38,8
Респ. Мордовия	26,1	4,9	11,3	130,6
Респ. Татарстан	67,8	229,6	250,1	8,9
Респ. Удмуртская	42,1	63,3	62,7	-0,9
Респ. Чувашская	18,3	119,0	156,9	31,8
Пермский	160,2	56,0	53,8	-3,9

Субъект Федерации	Площадь территории (тыс. км <sup>2</sup> )	Среднее многолетнее значение водных ресурсов <sup>14</sup> , (км <sup>3</sup> /год)	Водные ресурсы 2012 г, (км <sup>3</sup> /год)	Отклонение от среднего многолетнего значения (%)
край				
Кировская обл.	120,4	40,0	56,4	41,0
Нижегородская обл.	76,6	105,8	147,1	39,0
Оренбургская обл.	123,7	12,7	8,7	-31,5
Пензенская обл.	43,4	5,6	12,0	114,3
Самарская обл.	53,6	236,8	241,5	2,0
Саратовская обл.	101,2	241,5	248,1	2,7
Ульяновская обл.	37,2	231,2	236,9	2,5
<i>Южный федеральный округ</i>				
Респ. Адыгея	7,8	14,1	12,5	-11,3
Респ. Калмыкия	74,7	1,1	3,0	172,7
Краснодарский край	75,5	23,0	21,8	-5,2
Астраханская обл.	49,0	237,7	239,0	0,5
Волгоградская обл.	112,9	258,6	261,2	1,0
Ростовская обл.	101,0	26,1	16,1	-38,3
<i>Северо-Кавказский федеральный округ</i>				
Респ. Дагестан	50,3	20,7	20,3	-1,9
Респ. Ингушетия	3,6	1,7	1,7	0,0
Респ. Кабардино-Балкария	12,5	7,5	7,7	2,7
Респ. Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	6,5	6,6
Респ. Северная Осетия – Алания	8,0	8,0	8,0	0,0
Чеченская	15,6	11,6	12,2	5,2

Субъект Федерации	Площадь территории (тыс. км <sup>2</sup> )	Среднее многолетнее значение водных ресурсов <sup>14</sup> , (км <sup>3</sup> /год)	Водные ресурсы 2012 г, (км <sup>3</sup> /год)	Отклонение от среднего многолетнего значения (%)
Респ.				
Ставропольский край	66,2	6,0	5,6	-6,7
<i>Уральский федеральный округ</i>				
Курганская обл.	71,5	3,5	2,1	-40,0
Свердловская обл.	194,3	30,2	26,5	-12,3
Тюменская обл.	1464,2	583,7	452,6	-22,5
Ханты–Мансийский АО	534,8	380,8	281,9	-26,0
Ямало–Ненецкий АО	769,3	581,3	451,2	-22,4
Челябинская обл.	88,5	7,4	4,4	-40,5

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России в 2012 г. в большинстве своём отличались от средних многолетних значений и от значений имевших место в 2011 г. (Таблица 30). В частности, в бассейне р. Северной Двины произошла резкая смена характера водности: существенно пониженная водность, наблюдавшаяся в 2011 г., повысилась до значения 18,8% выше нормы. В бассейне р.Печоры высокая водность сохранилась. В бассейне р.Терека водность оставалась несколько выше нормы, в то время как в бассейнах р.Дона и р.Кубани продолжалась фаза пониженной водности. В бассейне р.Волги водные ресурсы значительно увеличились по сравнению с 2011 г., но были близки к норме. В бассейне р.Оби водность значительно понизилась по сравнению с 2011 г., когда она была близка к норме. В бассейне р.Енисея повышенная водность сменилась пониженной. Пониженная водность, наблюдавшаяся на р. Лене в 2011 г., наоборот, повысилась. В бассейне р. Колымы сохранилась существенно повышенная водность (на 10,2% выше нормы), хотя сток и понизился по сравнению с прошлым годом. В бассейне р. Амура за-

вершалась фаза пониженной водности и водность в 2012 г. практически достигла нормы.

Таблица 30.

**Ресурсы речного стока по основным речным бассейнам**

Речной бассейн	Площадь бассейна, (тыс. км <sup>2</sup> )	Среднее многолетнее значение водных ресурсов <sup>15*</sup> (км <sup>3</sup> /год)	Водные ресурсы 2012 г. (км <sup>3</sup> /год)	Отклонение от среднего многолетнего значения (%)
Северная Двина	357	101,0	120,0	18,8
Печора	322	129,0	142,2	10,2
Волга	1360	238,0	239,0	0,4
Дон	422	25,5	16,4	-35,7
Кубань	57,9	13,9	9,8	-29,5
Терек	43,2	10,5	10,7	1,9
Обь	2990	405,0	299,9	-26,0
Енисей	2580	635,0	497,1	-21,7
Лена	2490	537,0	677,4	26,1
Колыма	647	131,0	144,4	10,2
Амур	1855	378,0	376,3	-0,4

По оперативным данным Росгидромета в 2012 г. на территории России было зарегистрировано 1913 случаев высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ), что на 8,6% меньше, чем в 2011 г. (2092 случая). Экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод имели место в 459 случаях на 100 водных объектах против 474 случаев на 102 водных объектах в 2011 г., высокие уровни загрязнения – в 1454 случаях на 216 водных объектах (в 2011 г. – 1618 случаев на 262 водных объектах). Следует отметить, что в предыдущие годы уровни ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод имели устойчивую тенденцию роста.

Максимум случаев ВЗ и ЭВЗ приходится на март, за исключением 2010 г., когда максимум пришёлся на апрель. Для анализа динамики качества поверхностных вод на территории Российской Федерации на основе статистической обработки данных используется гидрохимическая сеть наблюдений Росгидромета по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям (рис. 9).

<sup>15</sup> Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1936-1980 гг.

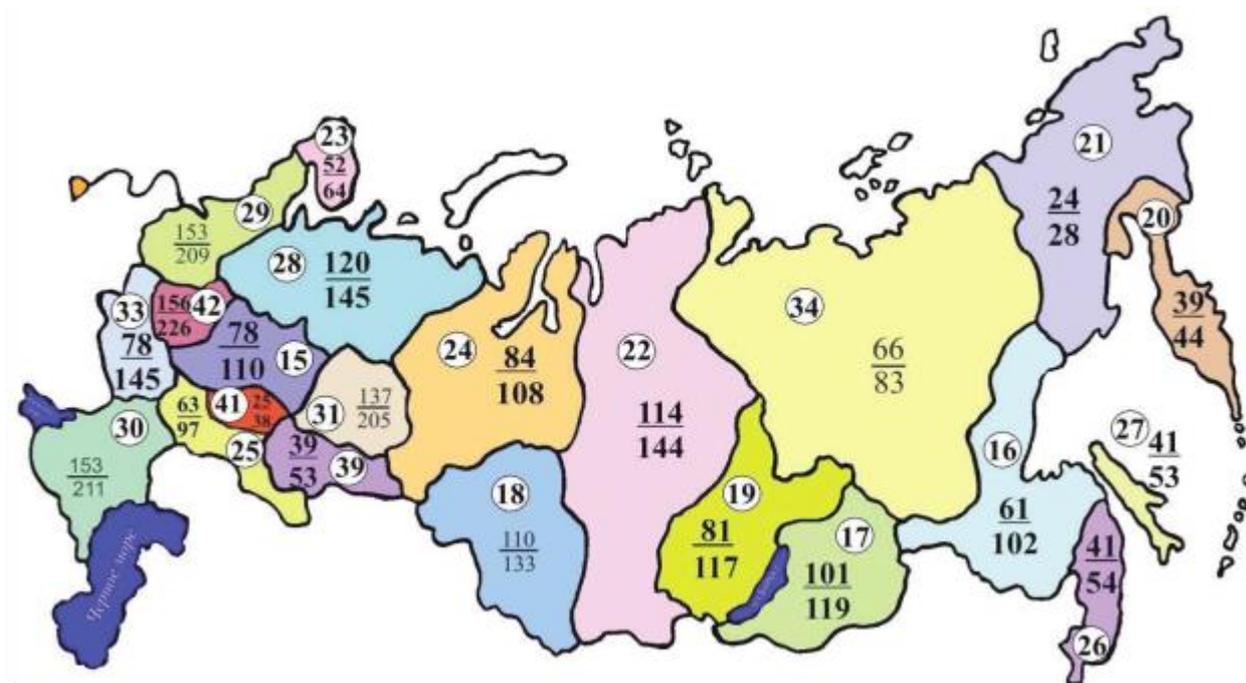


Рис. 9. Количество пунктов (числитель) и створов (знаменатель) по отдельным УГМС Росгидромета (их номера – числа в кружках) в 2012 г.

УГМС: 15 – Верхне–Волжское; 16 – Дальневосточное; 17 – Забайкальское; 18 – Западно–Сибирское; 19 – Иркутское; 20 – Камчатское; 21 – Колымское; 22 – Среднесибирское; 23 – Мурманское; 24 – Обь–Иртышское; 25 – Приволжское; 26 – Приморское; 27 – Сахалинское; 28 – Северное; 29 – Северо–Западное; 30 – Северо–Кавказское; 31 – Уральское; 33 – Центрально–Чернозёмное; 34 – Якутское; 39 – Башкирское; 41 – Республика Татарстан; 42 – Центральное.

Карто–схема загрязнённости основных рек представлена на рис.10.

Для классификации степени загрязнённости воды по гидрохимическим показателям использованы следующие классы качества воды: 1 класс – «условно чистая»; 2 класс – «слабо загрязнённая»; 3 класс – «загрязнённая» и «очень загрязнённая»; 4 класс – «грязная» и «очень грязная»; 5 класс – «экстремально грязная».

На сегодня в открытом доступе находятся Нормативы допустимого воздействия по 22 водным объектам с фиксированными водосборными территориями утверждённые Федеральным агентством водных ресурсов РФ.



Рис. 10. Карто-схема загрязнённости основных рек РФ (ГД2009)

Например, Нормативы допустимого воздействия по бассейну Можайского водохранилища<sup>16</sup>.

**Нормативы допустимого воздействия  
по бассейну Можайского водохранилища  
в составе водохозяйственного участка:**

№ п/п	Код водохозяйственного участка	Наименование водохозяйственного участка	Водный объект и километраж
<b>09.01.00 Ока</b>			
1	09.01.01.010	Москва от истока до Можайского гидроузла	р. Москва (исток, 383)

**ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ**

<b>Наименование речного бассейна</b>	Бассейн р. Москва							
<b>Наименование водного объекта</b>	Можайское водохранилище							
<b>Код водного объекта</b>	09.01.01.010							
<b>Географические координаты опорных точек границ водного объекта</b>	Номер опорной точки	Широта			Долгота			Высота, м БС
		град.	мин.	сек.	град.	мин.	сек.	
	9029	55	31	51	35	57	59	184
	9022	55	28	45	35	23	34	255
	9021	55	29	28	35	16	55	256
	8006	55	43	37	35	12	34	246
	287	55	49	40	35	13	38	249
	9044	55	52	13	35	13	49	249
9045	55	52	44	35	32	18	220	
<b>Приоритетные виды использования</b>	Источник питьевого водоснабжения							
	Водный объект рыбохозяйственного значения II категории							

<sup>16</sup> <http://voda.mnr.gov.ru/activities/detail.php?ID=4910>, опубликовано: 28.06.2012 (10:01)

**1. НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ**  
 - по привносу химических и взвешенных минеральных веществ:

Показатель	Ед. изм.	Нормативы качества, мг/л	Летне-осенняя межень	Зимняя межень	Половодье	Значение за год
Вещества мутности	т	3	233,9	0,1	2106	2340
Фосфор общ.	т	0,15	2,1	0,1	18,8	21
ХПК	т	31	314	10	2715	3070
Нефтепродукты	т	0,05	1,73	0,14	13,13	15

- по привносу микроорганизмов:

Показатель	Ед. изм.	Значение в год
Общие колиформные бактерии	КОЕ	$963900 \text{ м}^3 \times 5 \times 10^6 \text{ КОЕ м}^{-3}$
Колифаги	БОЕ	$963900 \text{ м}^3 \times 10^5 \text{ БОЕ м}^{-3}$
Термотолерантные колиформные бактерии	БОЕ	$963900 \text{ м}^3 \times 10^6 \text{ БОЕ м}^{-3}$
Вирусы	-	отсутствие
Сальмонеллы	-	отсутствие
Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 л. воды	отсутствие

- по использованию акватории под строительство гидротехнических и иных сооружений:

Показатель	Ед. изм.	Значение
Площадь отчуждаемой акватории	га	190

2. Срок действия нормативов допустимого воздействия на водные объекты до «31» декабря 2027 г.
3. Ближайшая корректировка НДВ может быть выполнена в 2017 г.

## 5. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Гидротехнические объекты воздействуют прямо или косвенно на водоёмы и/ или водотоки независимо от их происхождения. При энергетическом и, в частности, гидротехническом строительстве в создании искусственных водных объектов бывают вовлечены как естественные (озера, реки), так и уже существующие искусственные (каналы, водохранилища ГАЭС, водоёмы–охладители ТЭС и АЭС). Таким образом, имеем первичное или вторичное антропогенное воздействие объектов энергетики на водную среду. Адаптируемость гидротехнических объектов и толерантность вовлекаемых в совместную с ними работу природных вод суши должна быть оценена и спрогнозирована на перспективу для всех стадий проектирования, строительства и эксплуатации объектов.

Очень важной задачей является разработка мероприятий, усиливающих положительное и/или устраняющих, максимально ограничивающих отрицательные последствия воздействий гидротехнических объектов на водные экосистемы в процессе строительства и долгосрочной эксплуатации. Гидроэкологическая оценка, прогноз и рекомендации должны соответствовать экономическим и социальным требованиям, предъявляемым обществом, и не входить в противоречие с рациональным природопользованием и охраной окружающей природной среды, так как основной целью оценки является оптимизация природопользования на ближайшую и отдалённую перспективу. Гидроэкологическая оценка воздействия предполагает сопоставление предложенного варианта проекта и всех возможных альтернатив решения вопроса, выявления и оценки характера и размеров прогнозируемых изменений в водных экосистемах под влиянием гидроэнергетического объекта и без него в условиях естественного природного процесса развития. Применение *принципа альтернативности* принимаемых решений способствует эффективности природоохранных и хозяйственных мероприятий, особенно с точки зрения стратегии оптимизации природопользования.

Решение проблемы комплексного использования водных ресурсов и/ или наращивание гидроэнергетических мощностей на региональном уровне осуществляется с помощью гидроэкологической оценки воздействия на природную среду. Водный объект рассматривается с учётом всей водосборной площади, что обеспечивает соблюдение *экосистемного принципа*. Необходимость соблюдения данного принципа становится наиболее очевидной при оценке совместного воздействия ряда гидротехнических объектов на одном водосборе.

Например, режимы работы *Ангаро–Енисейского каскада*<sup>17</sup> находились в 2009 г. под особым контролем Росводресурсов в связи с аварией, произошедшей 17 августа на Саяно–Шушенской ГЭС. Сразу после аварии Росводресурсами были начаты работы по расчётному обоснованию и установлению безопасных режимов работы в осенне–зимний период 2009–2010 гг. и подготовке водохранилищ к пропуску весенне–летнего половодья 2010 г., как работающего в непроектном режиме Саяно–Шушенского гидроузла, так и других гидроузлов Ангаро–Енисейского каскада (рис. 11).

При этом был задействован комплекс математических моделей Ангаро–Енисейского каскада водохранилищ, Ангарского и Енисейского речных бассейнов, выполненный по заказу агентства в 2007–2009 гг., на основании многовариантных расчётов были разработаны диспетчерские графики работы Саяно–Шушенского гидроэнергокомплекса в непроектном режиме с учётом следующих ограничений и требований к режиму Саяно–Шушенского гидроузла:

– обеспечение работы эксплуатационного водосброса максимально широким фронтом при постоянном открытии затворов (или при условии минимального маневрирования затворами);

---

<sup>17</sup> Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». – М.: НИА-Природа, 2010. – 288 с.

– недопущение сработки водохранилища ниже предельной отметки, величина которой обусловлена возможным попаданием льда в приёмное отверстие водосброса;

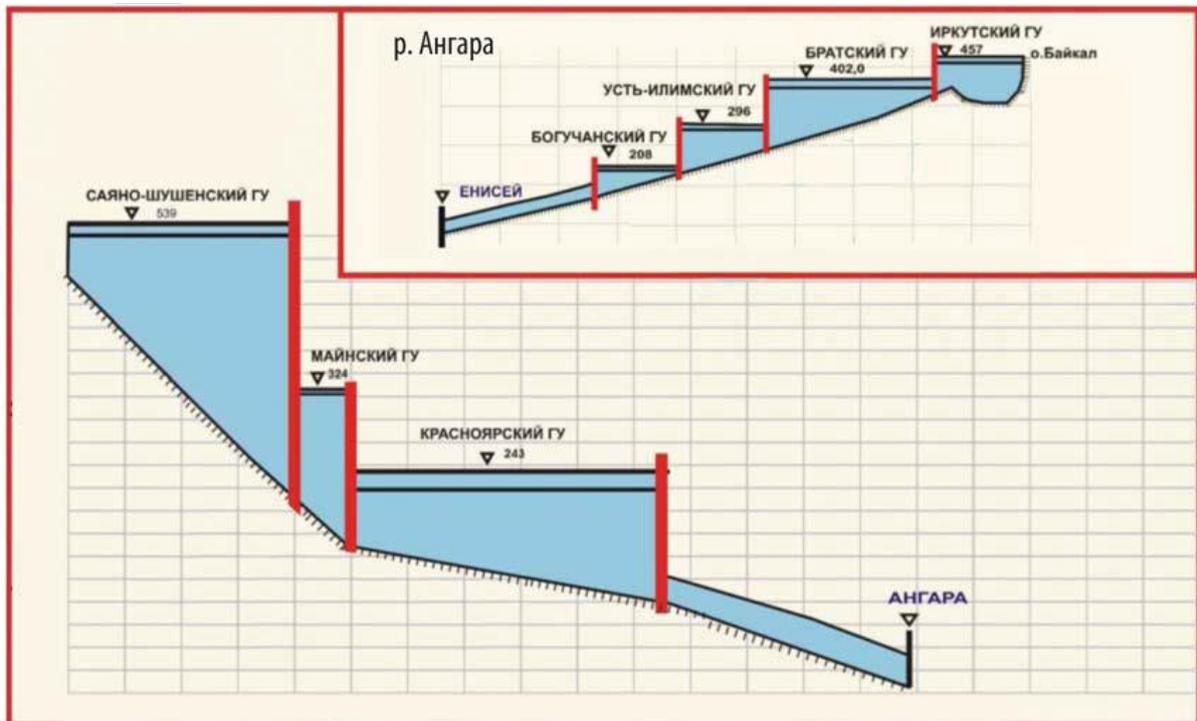


Рис.11. Схема Ангаро-Енисейского каскада водохранилищ (ГД2009)

- обеспечение расходов воды в нижнем бьефе Майнского гидроузла не меньше санитарного 700 куб. м/с;
- обеспечение расходов воды в нижнем бьефе Майнского гидроузла в период ледостава не более 1200 куб. м/с;
- точный учёт пропускной способности и допустимых схем маневрирования затворами эксплуатационного водосброса;
- возможность работы части гидроагрегатов как на холостом ходу, так и под нагрузкой.

В этом случае правильные выводы по гидрологической оценке с прогнозом на перспективу должны быть сделаны для всех имеющихся объектов, вовлекаемых в комплексное использование водных ресурсов.

При экологической оценке принципиально важен выбор показателей и критериев воздействия на основе выделения ключевых моментов, поскольку каждое явление в значительной мере контролируется

ется ключевыми факторами. **Принцип комплексности** при выполнении гидроэкологической оценки обеспечивает возможно полное выявление и определение положительных и/или отрицательных последствий, создающих наглядное экоинформационное поле для объективного принятия решений. Говоря возможно полное, ориентируемся на современный уровень развития науки, техники, технологий и наших знаний с одной стороны, и на ограниченное время принятия управляющего решения при эксплуатации гидроэнергетического объекта, что было сказано в п.3.

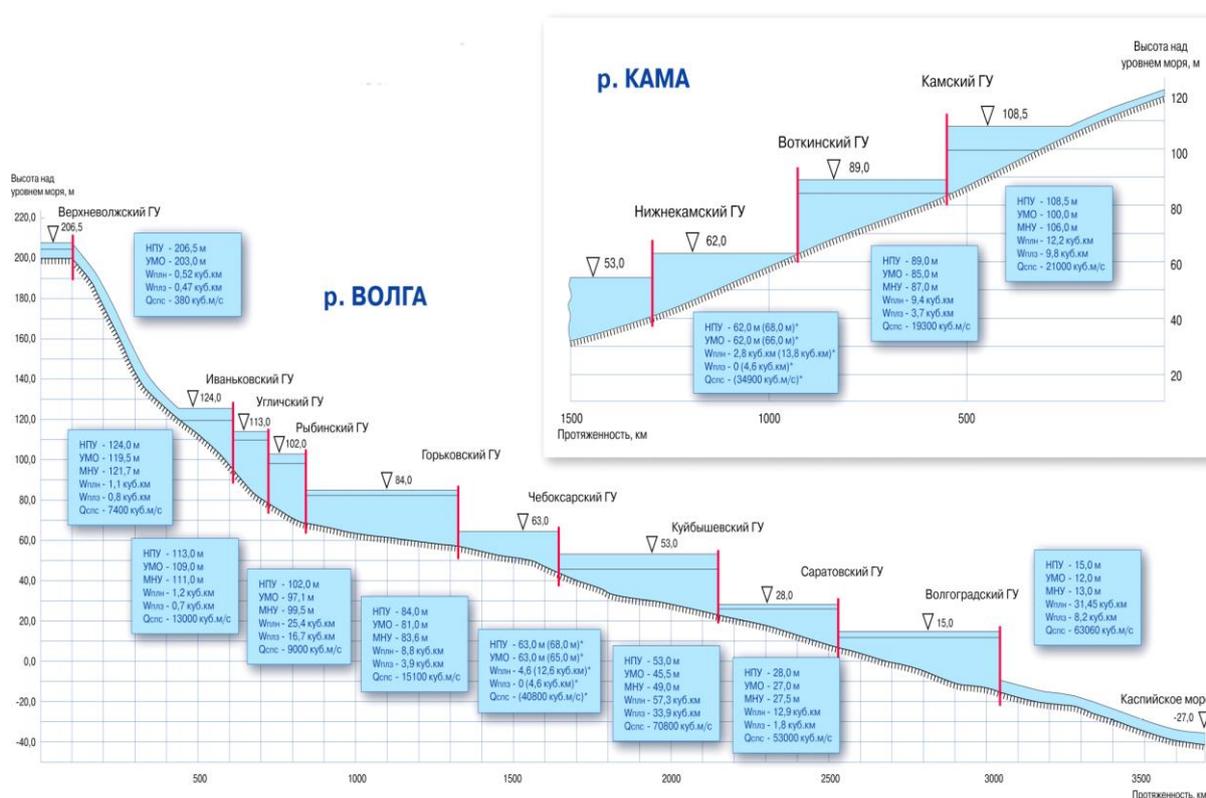


Рис. 12. Схема Волжско-Камского каскада водохранилищ.

Уровень воды у плотины (м) на 28 июня 2012 г. и на дату предполовальной сработки – 01 апреля (по данным Росводресурсов) (ГД2012)

Основой экологической оценки воздействия, включая прогнозы и рекомендации по ограничению возможных отрицательных последствий, являются закономерности динамики водных экосистем, происходящей под влиянием трансформации ключевых экологических факторов, изученных в существующих водоёмах и водотоках, которые могут служить аналогами водных объектов, подвергающихся воздействию.

Например, Волжско-Камский каскад (ГД2012). Как и во все последние годы, режимы работы гидроузлов каскада планировались и осуществлялись исходя из требований гарантированного обеспечения водой населения и экономики регионов Поволжья, а также поддержания в максимально возможной степени экологического состояния водных объектов. По расчётам на начало апреля 2012 г., основанным на прогнозе Росгидромета, объем полезного притока воды к водохранилищам во втором квартале оценивался в 126,3 км<sup>3</sup>. Но в связи с тем, что потери воды на испарение за счёт «дружного» развития весеннего половодья свелись к минимуму, и фактический объем притока воды составил 142,3 км<sup>3</sup>. Этот образовавшийся дополнительный запас воды позволил выполнить более высокий, чем это планировалось, объем спецпуска на Нижнюю Волгу 95,0 км<sup>3</sup> (существенно выше прошлогоднего – 77,2 км<sup>3</sup>). Сельскохозяйственная полка максимальными сбросными расходами через Волгоградский гидроузел 25000 км<sup>3</sup>/с была осуществлена с 3 по 8 мая и 19-20 мая 2012 г., рыбохозяйственная – сбросными расходами через Волгоградский гидроузел 17000-18000 км<sup>3</sup>/с – с 23 мая по 2 июня. К началу летней межени (1 июля) водохранилища каскада, были наполнены до нормального подпорного уровня (НПУ), либо до отметок, близких к НПУ (рис. 12)

Накопленная многолетняя репрезентативная гидроэкологическая информация облегчает оценку современного состояния водных экосистем. В связи с этим требование создания и организации локального территориально-бассейнового мониторинга водосборного бассейна становится насущным как в предшествующие строительству годы, так и в последующие, сопровождающие эксплуатацию гидроэнергетических объектов. При каскадном использовании водотоков важную роль играет последовательность возведения объектов в пространстве и во времени. Внутриводоёмные процессы, в их основе лежат биологические процессы, в большей степени определяют качество воды, так как обуславливают самоочищение и самозагрязнение в водных объектах. Поэтому увеличение и/или перераспределение ан-

тропогенной нагрузки от объектов гидроэнергетики должно отвечать рамкам толерантности рассматриваемого водотока или водоёма.

Принципиальная схема проведения экологической оценки воздействия гидротехнических объектов на водоёмы и водотоки приведена на рис. 13.

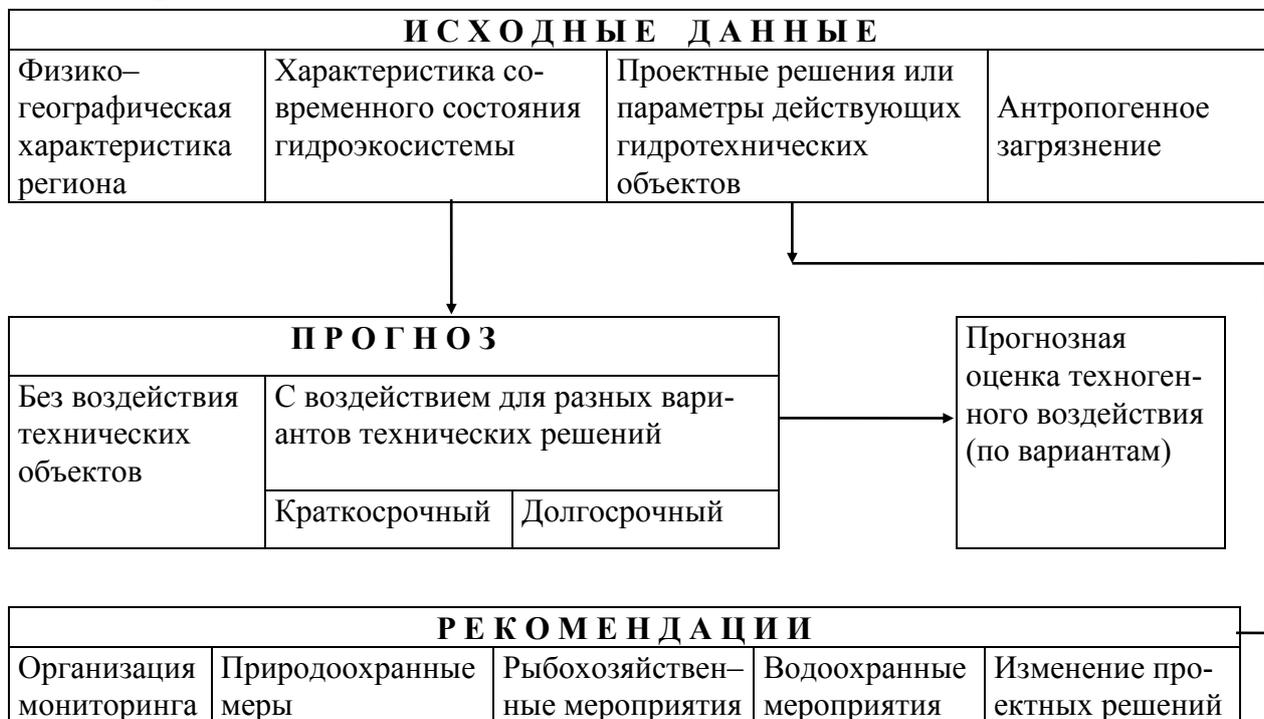


Рис. 13. Схема проведения экологической оценки воздействия гидротехнических объектов на водоёмы и водотоки

Дополнительно для оценки используются материалы географических, медико–биологических, социологических и экономических исследований и прогнозов. Характеристика рассматриваемых водных экосистем должна иметь наряду с выше указанными сведения о режимах (гидробиологическом, гидрологическом, гидрохимическом) и ситуациях (паразитологической, радиоэкологической, эколого–токсикологической), биопродуктивности и качестве воды водных объектов; при прогнозировании влияния имеющихся и/ или вновь приобретаемых техногенных факторов обладать максимально приближенными аналогами водотоков и водоёмов, обеспечивающих надёжность и достоверность прогноза и безопасность рекомендуемых технических решений. Для сходимости прогнозируемых результатов с

натурой важным является точное выполнение в строительный период и во время эксплуатации рекомендаций, предписаний и инженерно–технических решений, принятых в проекте, а также своевременная корректировка принимаемых решений при изменении прогнозных ситуаций. Они могут меняться в случае перераспределения и/или недоучёта общей антропогенной нагрузки водосборного бассейна, при стихийных бедствиях и авариях, если аналог водного объекта был недостаточно адекватен или решения были приняты в условиях неполной экосистемной информации.

Гидрологический прогноз является предпосылкой оценки. Он может быть краткосрочным (1 – 5 лет) и долгосрочным (5 – 20 лет). Каждый уровень проектных решений (схема, технико–экономическое обоснование или технико–экономический расчёт, проект, рабочая документация) имеет свою степень детализации, глубины проработки и усложнения задачи, поэтому каждому из них соответствует своя гидроэкологическая оценка.

В свою очередь выделим различаемые последствия создания гидротехнических и гидроэнергетических объектов на водные экосистемы. Различают следующие группы:

#### **А. Морфометрические параметры:**

- изменение очертаний и протяжённости береговой линии;
- перераспределение глубин;
- изменение площади водного зеркал.

#### **Б. Гидрофизические параметры:**

- увеличение и уменьшение водности;
- перераспределение водного стока во времени и пространстве;
- изменение скорости течения;
- изменение гидродинамического режима по вертикали и площади акватории;
- изменение водообмена;
- изменение термического режима.

#### **В. Гидрохимические параметры:**

- изменение общей минерализации и ионного состава;

- изменение газового (кислородного) режима;
- повышение содержания органических и биогенных веществ;
- уменьшение содержания таких биогенных веществ, как фосфор и железо за счёт седиментации.

#### **Г. Экотоксикологические и радиоэкологические параметры:**

- повышение содержания тяжёлых металлов, пестицидов, радионуклидов;
- изменение режима трансформации и миграции токсикантов в экосистемах;
- повышение индексов биотестов.

#### **Д. Гидробиологические и биопродукционные параметры:**

- изменение состава флоры и фауны гидробионтов;
- исчезновение редких и интересных видов;
- уменьшение количества (вплоть до полного исчезновения) важных хозяйственных видов;
- развитие вредных видов, вызывающих биологические помехи, заболевания промысловых животных и человека;
- изменение состава гидробиоценозов;
- деградация сообществ гидробионтов;
- уменьшение биопродуктивности;
- ухудшение рыбохозяйственного использования водных объектов: условий нереста ценных видов рыб, их кормовой базы, размеров и состава промысловых стад;
- чрезмерное увеличение первичного продуцирования органического вещества и биологического загрязнения;
- возникновение “цветения” воды, обрастание откосов каналов, зарастание и заболачивание водоёмов и водотоков;
- ухудшение условий деструкции органического вещества и самоочищения;
- нарушение баланса продукционно–деструкционных процессов.

#### **Е. Параметры качества воды:**

- изменение общей минерализации и ионного состава;
- снижение содержания растворенного кислорода;

- увеличение мутности, концентрации взвешенных веществ;
- увеличение pH;
- увеличение концентрации органического вещества;
- возникновение обильной биомассы фитопланктона (“цветение” воды);
- ухудшение бактериологических показателей – общей численности, сапрофитных бактерий, бактерий группы кишечной палочки;
- наличие фенолов, образующихся при разложении фитогенного органического материала;
- повышение гидробиологического индекса сапробности;
- увеличение цветности воды;
- появление токсинов сине–зелёных водорослей.

При проведении оценки влияния воздействия гидроэнергетических объектов необходимо учитывать масштабность, степень, характер воздействия в соответствии с параметрами и естественными характеристиками водного объекта. Однозначные выводы возможны только при рассмотрении каждого конкретного случая в совокупности с оценкой полного антропогенного воздействия на водосборе и/или на мониторинговом участке в случае ограниченности информации и предварительной стадии принятия управляющего решения.

Оценка надёжности и достаточности результатов общего и экологического ЛТБМ ГЭС для целей экологического аудита рассматривается при условии, что ЛТБМ первой очереди практически существует в составе АСУ ТП ГЭС. При этом функции его совершенствуются при сохранении основных структурных и функциональных схем взаимодействия. При этом следует отметить, что сохраняется его локальная и региональная значимость, соответствующая административным связям различных уровней и ответственности в организации и выполнении государственного мониторинга водных объектов.

Расчётные схемы ЛТБМ предусматривают уровень развития и учитывают возраст природно-технической среды (ПТС). Оба эти фактора дают основу для организации ЛТБМ на зарегулированных водотоках и определяют необходимую насыщенность информационной

базы от освоенности водосборного бассейна. Определяющее значение при создании ЛТБМ имеют ГЭС. Автором были рассмотрены и проанализированы схемы участия ГЭС и каскадов ГЭС в ЛТБМ, в зависимости от возможностей управления режимами ГЭС, взаимного расположения на мониторинговых участках и оказываемом влиянии на водную среду, систематизированы и классифицированы ГЭС, по мощности и условиям зарегулированности водотоков. Для принципиальной расчётной схемы ЛТБМ предлагается деление по 4 группам:

1. ГЭС, равных мощностей: расположены последовательно на основном водотоке; расположены последовательно на притоках к основному водотоку; расположены параллельно на притоках к основному водотоку;

2. ГЭС различных мощностей: расположены последовательно на притоках выше по течению по отношению к более мощной ГЭС; расположены последовательно на притоках ниже по течению по отношению к более мощной ГЭС; расположены параллельно на притоках ниже по течению по отношению к более мощной ГЭС; расположены на притоках выше и ниже по течению по отношению к более мощной ГЭС.

3. Сомкнутый каскад ГЭС: ГЭС расположены выше и ниже по течению по отношению к лабораториям мониторинга; ГЭС расположены выше по течению по отношению к лабораториям мониторинга; ГЭС расположены ниже по течению по отношению к лабораториям мониторинга.

4. Разомкнутый каскад ГЭС.

Аналогично с сомкнутым могут быть зарегулированы притоки свободных участков водотока отдельными ГЭС и/или каскадами ГЭС последовательно и параллельно по отношению к главному водотоку.

Мониторинговые участки в структуре ЛТБМ различаются следующим образом:

1. Мониторинговые участки естественного водотока или водоёма.
2. Мониторинговые участки с выраженной антропогенной нагрузкой не гидротехнического происхождения.

3. Мониторинговые участки с выраженной антропогенной нагрузкой гидротехнического происхождения.
4. Мониторинговые участки урбанизированных территорий.
5. Укрупнённые мониторинговые участки каскадов ГЭС.
6. Укрупнённые мониторинговые участки водохозяйственных энергокомплексов.

На рис.14 представлены примеры мониторинговых участков. Взаимное расположение станций (последовательно и параллельно друг к другу и к основному водотоку) определяет их дальнейшее участие в ЛТБМ. Это могут быть микро-, малые и средние ГЭС, с водохранилищами различного регулирования и работающие на бытовом стоке. Влияние притоков на основной водоток (Б, Г, В) может быть изучено в случае антропогенного загрязнения и уменьшено.

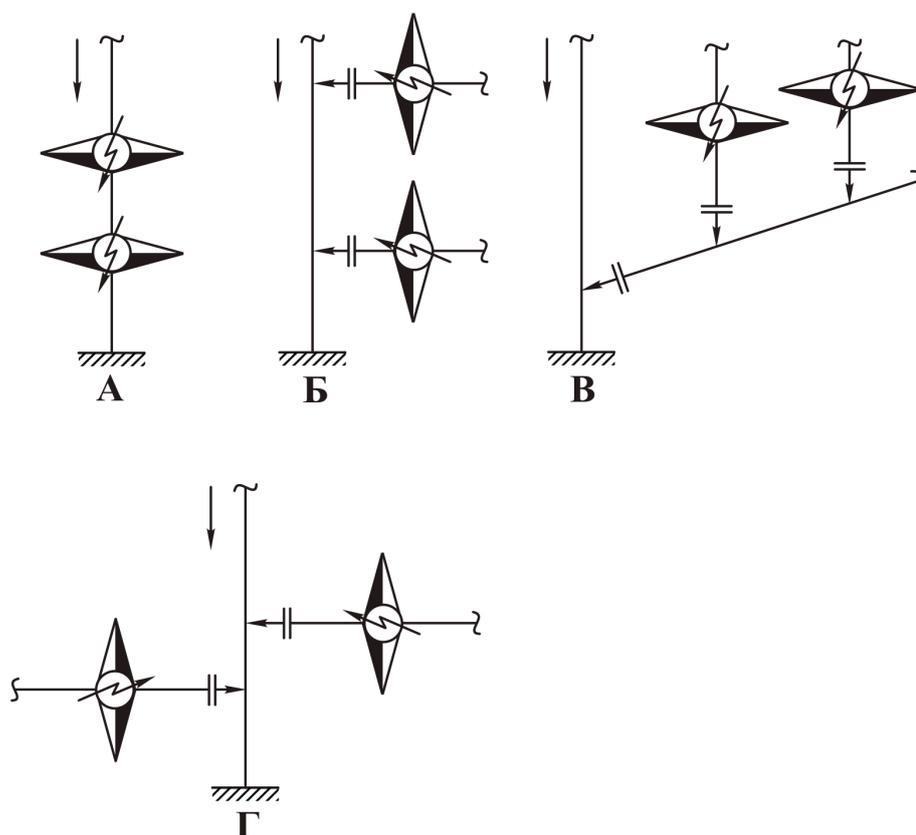


Рис. 14. Расчётная схема ЛТБМ для мониторингового участка

На рис.15 представлены частные случаи мониторинговых участков, когда более мощная станция имеет возможность в условиях ЛТБМ своевременно учесть ситуацию на основном водотоке и его притоках.

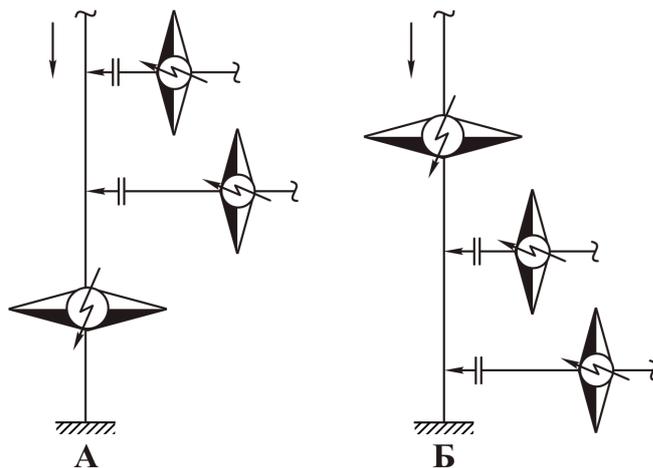


Рис. 15. Расчётная схема ЛТБМ мониторингового участка с ГЭС различных мощностей

На рис. 16 представлены укрупнённые мониторинговые участки. В сомкнутом каскаде ГЭС работает 4 станции различных мощностей, при этом по условиям эксплуатации лаборатория мониторинга (ЛМ) расположена в центре каскада (А). В сомкнутом каскаде ГЭС работает 3 станции близкие по мощности и из условий эксплуатации ЛМ располагается на замыкающей ГЭС (Б). В сомкнутом каскаде ГЭС работает 5 станций различные по мощности, при этом ЛМ располагается на ГЭС с большей мощностью (В). В разомкнутом каскаде ГЭС ЛМ должна учитывать влияние притоков и возможности расположенных на них ГЭС (Г). В случае сомкнутых каскадов входные и выходные параметры определяются возможностями водохранилищ и участием станции в графике покрытия нагрузок. Разомкнутые каскады являются с одной стороны менее определёнными, а с другой обладают большими возможностями управления окружающей средой в условиях ЛТБМ. Разнообразие мониторинговых участков определяется разнообразием предлагаемых и имеющихся условий ПТС. Частными случаями являются различные расчётные схемы ЛТБМ с участием ГАЭС. Схемы бассейнов и режимы работы ГАЭС обосновывают их участие в ЛТБМ. Расчётные схемы ЛТБМ предполагают расстановку приоритетов между станциями и оценку их роли в проведении ЛТБМ при

наличии на водосборе различных природо- и водопользователей, водопотребителей и в их отсутствии.

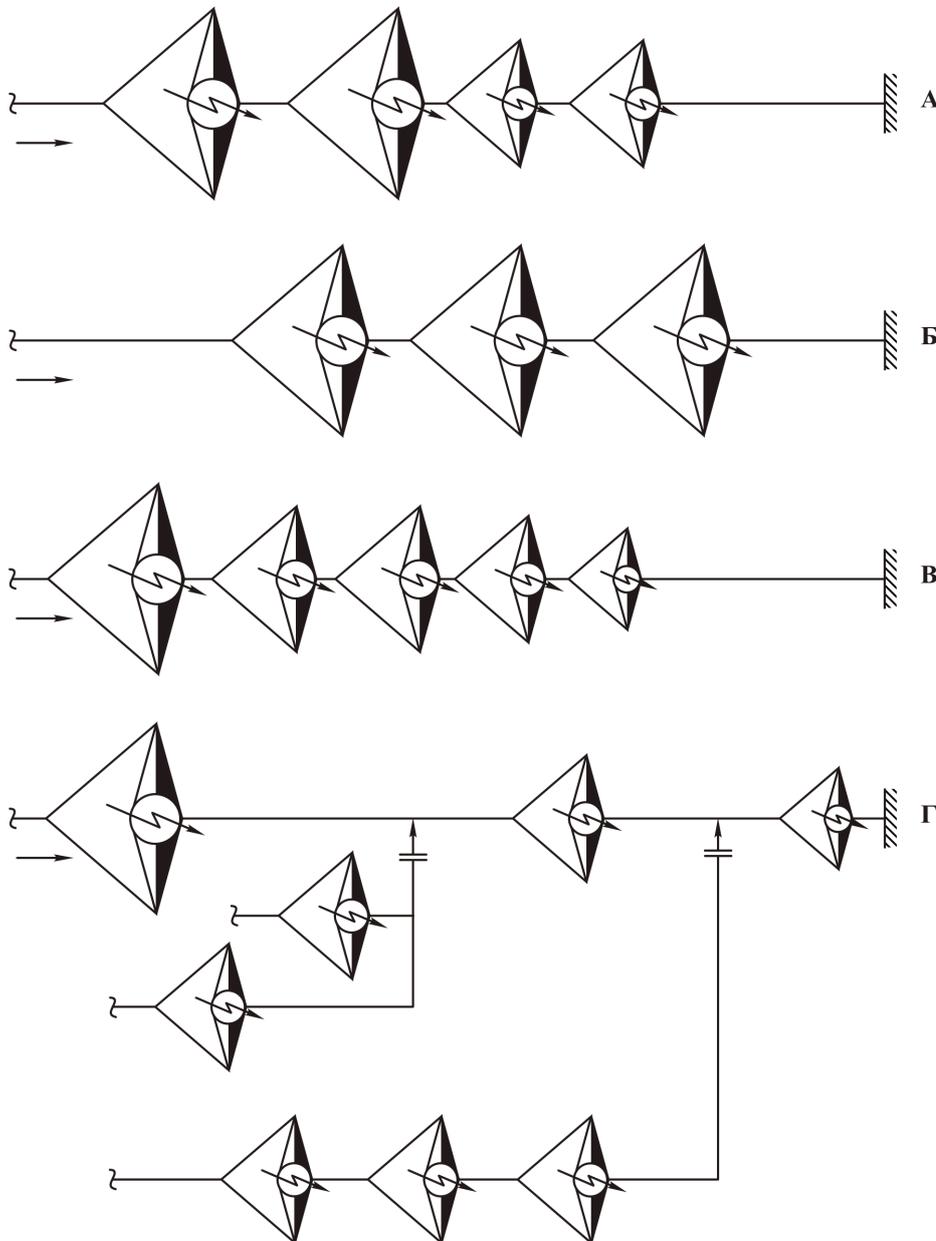


Рис. 16. Расчётная схема ЛТБМ укрупнённых мониторинговых участков ГЭС

Этому предшествует сбор материалов по опросным листам, нацеленный на облегчение и стимулирование деятельности по организации ЛТБМ с его использованием во внутреннем аудите ГЭС, на основании анализа надёжности и достаточности результатов общего и экологического ЛТБМ ГЭС. Вся работа в итоге должна быть сведена к следующему:

А. Оценка и анализ интенсивности, продолжительности, сезонности и периодичности всех видов воздействия эксплуатации объекта на окружающую природную среду (с учётом периодов ремонта, реконструкции, модернизации и улучшения/обновления).

Б. Информационно-аналитический обзор за последние 10 лет условий эксплуатации и затрат на поддержание имущественных фондов для сохранения их экологически безопасной и надёжной работы.

В. Подготовка структуры АСУ и взаимосвязи функциональных модулей АСУ ТП ГЭС для формирования единой локальной вычислительной сети и сети локального территориально-бассейнового мониторинга.

Г. Составление реестра необходимых инструментальных средств, приборной базы, сети Ethernet и т.д. по избыточной и дефицитной схемам.

Д. Подготовка графика проведения мониторинга объекта (суточного, недельного, сезонного и т.д.). При этом учитывают местоположение объекта, режимы его работы, близость водных и других природных объектов и комплексов, селитебные, водоохранные и другие зоны, определяющие наличие природоохраняемых или опасных объектов.

На сегодня практически у каждой станции существует своя структурная локальная компьютерная сеть с различными видами доступа и взаимодействия с другими ГЭС, пример локальной компьютерной сети на рис. 17.

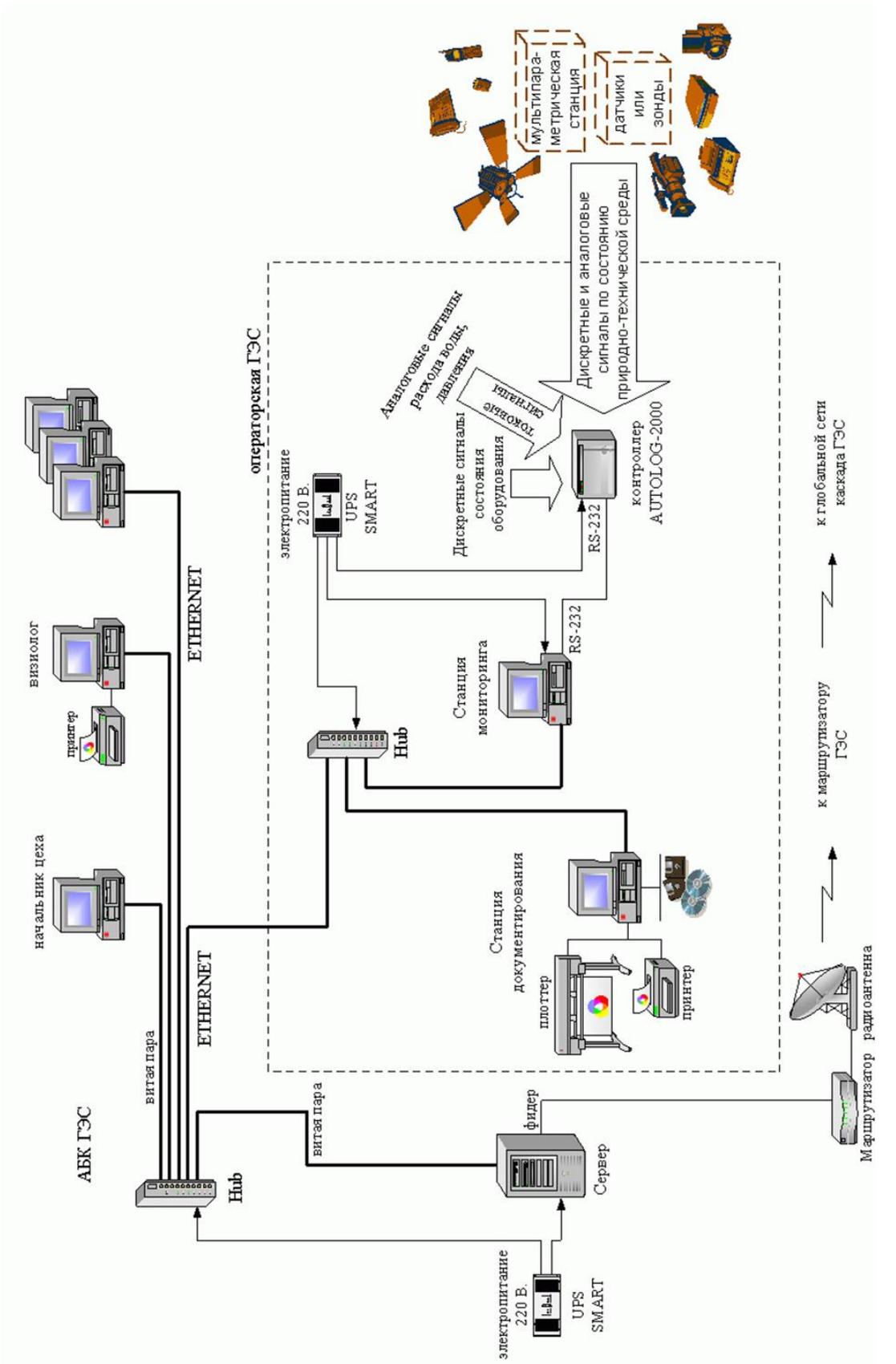


Рис. 17. Структурная схема локальной компьютерной сети ГЭС

Следует обращать внимание на изменение гидрофизических и морфометрических параметров, влияющих на гидрохимические и гидробиологические характеристики. Изменение гидробиологических параметров влечёт за собой перераспределение гидрохимических, а возникновение биопомех отражается на гидрофизических параметрах. Для оценки и прогноза формирования качества воды и биопродуктивности требуется рассмотрение по возможности взаимодействия всех абиотических и биотических параметров, что даст в последствии основу для составления информативных полей прогноза локального территориально–бассейнового мониторинга для водных систем.

Вопросы, связанные с влиянием гидроэнергетики на окружающую природную среду и, в частности, на качество воды в верхнем и нижнем бьефе ГЭС и ГАЭС, нашли своё отражение в работах кафедры ВИЭГ СПбГПУ (ЛПИ, ЛГТУ, СПбГТУ) вплоть до 2002 года.

Опросы и анкетирование крупных эксплуатируемых действующих ГЭС России, проведённые в конце XX и начале XXI века, показали, что наиболее остро с 80–х по настоящее время при эксплуатации объектов гидроэнергетики для Российской Федерации стоят задачи:

- 1 – засорения верхнего бьефа ГЭС и утилизация всех видов мусора с учётом водного транспорта, шлюзования и отдыха на воде;
- 2 – качества воды водохранилищ и нижнего бьефа станций соответственно в результате комплексного использования;
- 3 – гидробиологической продуктивности в результате существенной антропогенной нагрузки с водосбора и рекреаций.

Названные проблемы являются наиболее острыми наряду с другими существующими.

Одним из видов нагрузки на акватории является отдых на воде, у воды и рекреация. Наиболее управляемой является территория лечебных пляжей, нагрузку на которые можно не только рассчитывать, но и постоянно контролировать и дозировать.

В соответствии с Водным кодексом РФ, Федеральным законом от 6 октября 2003 г. N 131–ФЗ "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации", местными Гла-

вами Администраций, исходя из Постановления «Об утверждении Правил охраны жизни людей на водных объектах», в целях реализации полномочий органов местного самоуправления городов и населённых пунктов по обеспечению безопасности людей на водных объектах общего пользования, охране их жизни и здоровья в период купального сезона каждого года превентивно принимается Постановление «Об определении мест массового отдыха населения у воды и мест купания населения на водных объектах общего пользования».

В соответствии с документом, сохранившим свою актуальность и востребованность (вновь принятые Правила устройства и оборудования пляжей на водных объектах Автономной Республики Крым, утверждённые Постановлением Совета министров Автономной Республики Крым 21.05.2013 № 93 берут за основу СанПиН 4060–85 Лечебные пляжи. Санитарные правила устройства, оборудования и эксплуатации.) в границах СНГ, на водных объектах государств обеспечиваются единые правила и нормы безопасного отдыха граждан.

В СанПиН 4060–85 даны сохранившие до настоящего времени свою актуальность следующие положения и нормы: общие положения; требования к участку лечебного пляжа и акватории; санитарная оценка лечебного пляжа и мероприятия по его защите; функциональное зонирование лечебного пляжа; требования к зданиям, сооружениям и оснащению лечебных пляжей; санитарная охрана лечебного пляжа; организация контроля за санитарным состоянием лечебных пляжей. Рассмотрим их более подробно для последующего учёта в сценариях территорий развития водопользования в бьефах гидростанций.

*Лечебный пляж* – участок побережья естественного или искусственного водоёма (моря, озера, водохранилища, реки) с прибрежными водами, оборудованный и пригодный по санитарно-гигиеническим, геологическим и физико-географическим показателям для проведения лечебно-профилактических процедур и купаний под контролем медицинского персонала.

Лечебные пляжи подразделяются:

– по характеру грунта – на песчаные (размер песчинок от 0,1 до 1 мм), гравийные или ракушечниковые (от 1 до 10 мм), галечные (от 10 до 100 мм), валунные (более 100 мм), смешанные (содержащие песок, галечник, валуны);

– по степени благоустройства и оборудованию – на лечебные пляжи высшей, первой и второй категорий.

Вместимость лечебных пляжей принимается: при санаториях для взрослых: малая – до 1000 мест, средняя – от 1000 до 3000 и большая – более 3000 мест; при санаториях для родителей с детьми – до 500 мест; при детских санаториях, санаториях для подростков и санаторных пионерских лагерях – до 600 мест.

При расчёте необходимой площади пляжа для санаторно-курортных учреждений различного профиля необходимо учитывать коэффициенты одновременного пребывания больных на пляже (от коечной вместимости санаториев): санатории для взрослых на бальнеоклиматических и грязеклиматических курортах – 0,6; санатории для взрослых на климатических курортах – 0,8; санатории для родителей с детьми – 1,0; санатории для детей и подростков, санаторные лагеря – 1,0.

При устройстве лечебных пляжей следует исходить из минимально допустимых норм на 1 место: специализированных (для больных с нарушениями опорно-двигательного аппарата) – 8–12 м<sup>2</sup>; морских – 5 м<sup>2</sup>; озёрных и речных – 8 м<sup>2</sup>; детских – 5 м<sup>2</sup>. При этом протяжённость береговой полосы на 1 человека на пляже, при ширине пляжной полосы 25 м и более, должна составлять не менее 0,2 м, площадь водной поверхности на море и реке – не менее 5 м<sup>2</sup>, в пресноводных непроточных и малопроточных водоёмах (озера, водохранилища) – не менее 10 м<sup>2</sup>.

Необходимые мероприятия по безопасности и охране жизни людей на лечебных пляжах осуществляются организациями, в ведении которых находятся пляжи.

### *Требования к участку лечебного пляжа и акватории*

Лечебный пляж размещается на обособленном участке территории и предназначается для использования отдельным санаторием, группой санаториев или курортным районом.

Участок под строительство лечебного пляжа выбирается в соответствии с действующими строительными нормами и настоящими правилами. При выборе учитывается отрицательное влияние шума от автомобильных, железных дорог и промышленных предприятий, холодных ветров, оползневых явлений и волновых воздействий, химического и бактериального загрязнения воды, почвы и воздуха, определяются меры по их устранению.

При выборе участка для организации лечебного пляжа необходимо учитывать следующий комплекс показателей: санитарные условия; механический и минеральный состав прибрежных и донных грунтов в зоне мелководья; солнечную экспозицию, розу ветров и возможную защиту пляжа от частых и сильных ветров; устойчивость пляжа к волновому воздействию во времени; безопасность местности в отношении обвалов, осыпей, оползней, селей, лавин, затоплений и т.д.; безопасность пляжа в отношении возможного нападения морских животных.

При выборе водного объекта для организации лечебных пляжей необходимо учитывать: гидрогеологический режим (отсутствие водоворотов, течений более 0,5 м/сек, резких колебаний уровня воды); соответствие качества воды водного объекта требованиям настоящих правил; рельеф дна и грунта (отсутствие ям, заиленных участков, острых предметов, конструкций и т.д.)

Пляжи, их сооружения, искусственные изменения рельефа не должны изменять основные природные факторы: воздухообмен, водообмен, состояние атмосферы. Отвод участка осуществляется в порядке, предусмотренном земельным законодательством союзной республики, на территории которой намечается строительство лечебного пляжа. Граница лечебного пляжа с учётом местных условий и действующих санитарно-защитных зон должна быть удалена от источ-

ников шума, загрязнения почвы, воздушного и водного бассейна (предприятия, порты и портовые сооружения, шлюзы, гидроэлектростанции, места сброса сточных вод, устья рек, ручьев, ливнестоки и др.). Лечебные пляжи запрещается размещать в границах первого пояса зоны санитарной охраны источников хозяйственно–питьевого водоснабжения. Лечебные пляжи и примыкающая к ним полоса побережья (до 100 м от уреза воды) относятся к I зоне санитарной охраны курорта и на них запрещается строительство объектов, не связанных с эксплуатацией пляжей и обслуживанием больных (предприятия общественного питания, торговли, бытового обслуживания, развлекательного и коммерческого характера и другие).

При размещении на пляже лодочной станции и других сооружений для плавсредств границы коридоров для выхода последних следует определять вне зоны купания.

Лечебные пляжи должны размещаться в зоне пешеходной доступности (до 1,2 км) от спальных корпусов, иметь удобные подъездные пути, подходы и спуски к ним или подъёмно–транспортные средства (дорожки, лестницы, лифты, фуникулеры и т.д.). При доставке больных автотранспортом лечебные пляжи должны находиться в зоне не более чем получасовой доставки больных от спальных корпусов до пляжа. Для учёта функционального зонирования, оборудования, рационального использования и охраны природных курортных ресурсов лечебные пляжи подлежат паспортизации. В таблице 31 представлен стандартный паспорт лечебного пляжа.

#### *Санитарная оценка лечебного пляжа и мероприятия по его защите*

Для санитарной оценки качества лечебного пляжа (акватории и побережья) устанавливаются 4 категории: I категория – оптимальная, II и III – относительно благоприятные, IV – неблагоприятная.

Оценка зоны водных объектов:

I категория – отмели с пологим ровным песчаным дном. Работы по инженерному оборудованию дна проводить практически не требуется;

Таблица 31.

Дата и год составления (перечмета)

Учреждение

Число коек

адрес, телефон пляжа

Паспорт лечебного пляжа

Ориентация																
Длина, м																
Ширина, м																
Общая площадь, м <sup>2</sup>	Теневых навесов			Процедурных мест в солнечной зоне		Лежажки, (шт.)	Индивидуальных солнечных защитных устройств (шт.)		Зоны строгого контроля		Питьевых фонтанчиков (шт.)	Сходни в воду (шт.)	Кабины для переодевания	Лодки для грели	Гидровелосипеды (шт.)	Водопровод
	к-во	площадь (м <sup>2</sup> )		к-во	площадь (м <sup>2</sup> )				площадь (%)	к-во мест			к-во (шт.)	размеры		
Количество мест																
Площадь на 1 место																
Соотношение солнечной и теневой зоны																
Глубина акватории максимум, м																
Дно:																
песок																
галыка																
валуны																
Всего лежаков (шт.)																

Туалеты																
Канализация																

Площадки																
Спасательные																
ЛФК																
Метеопункт																
Медицинский пункт																
Детские игровые																
Спортивные																
Обучения плавать																
Озеленение (м <sup>2</sup> )																
Души (рожков) (шт.)																

Автомат для автоматизированного дозирования есть, нет

Проверил \_\_\_\_\_ (Должность, фамилия, подпись)

Паспорт составил  
Зам. главного врача по медчасти

\_\_\_\_\_ г.

II категория – отмели песчаные, галечные. Требуется проведение небольших работ по очистке дна от камней и других предметов;

III категория – до глубины 1,5 м сплошные валуны, водоросли. Необходимы значительные инженерно–технические работы по улучшению дна;

IV категория – отмель в естественных условиях не пригодна для устройства пляжа – требуются большие материальные затраты по расчистке и выравниванию дна (обрывы, уклоны, ил, глина, валуны).

Лечебные пляжи должны быть защищены от абразий, оползней, осыпей, обвалов, затоплений.

Берегозащитные мероприятия должны разрабатываться в комплексе с противооползневыми мероприятиями и предусматривать меры активной защиты прибрежных территорий, а также возможность сохранения и расширения существующих или создание искусственных пляжей.

#### *Функциональное зонирование лечебного пляжа*

Организация и зонирование лечебного пляжа должны обеспечить оптимальные условия для использования природных факторов в лечебных целях. В соответствии с действующими медицинскими методиками для организации лечебного процесса, проведения климато-процедур, создания определённого режима в обслуживании больных на пляже выделяются функциональные зоны: лечебная, обслуживания. В лечебной зоне пляжа должны быть предусмотрены: солярии; аэрации; площадки ЛФК и обучения плаванию; участок акватории в обозначенных границах, выделенный для купания; участок акватории, выделенный для ЛФК, гребли на лодках, катания на гидровелосипедах, занятий на водных тренажёрах.

Лечебная зона пляжей санаториев для взрослых и родителей с детьми должна иметь 3 сектора (рис. 18, 19).

В составе сектора 1 для размещения 20% больных с предписанием лечения по режиму 1 (слабого воздействия) должны быть предусмотрены: аэрарий сплошной тени (50% от вместимости сектора), солярий (50% от вместимости сектора), оборудованные лежаками.

В секторе необходимо выделить участок строгого медицинского контроля с постом дежурной медицинской сестры, 5% лежаков для больных, проходящих адаптацию к климату курорта.



Рис. 18. Структурная схема лечебных пляжей для взрослых

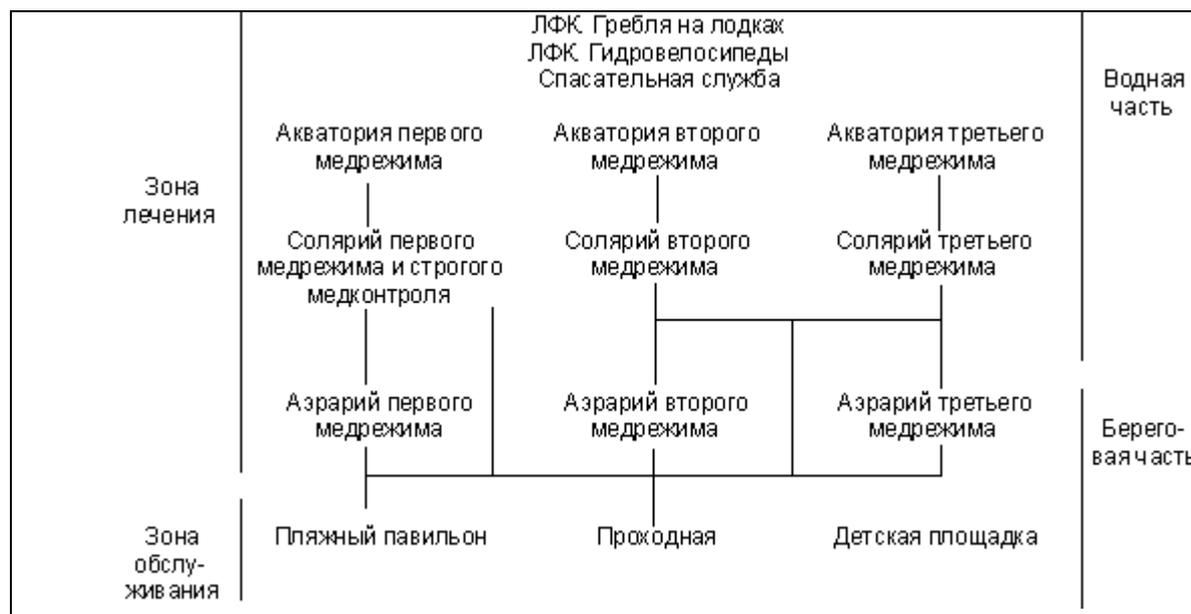


Рис. 19. Структурная схема лечебных пляжей для родителей с детьми

Сектор 2 – вместимостью 30% для больных, находящихся на лечении по режиму 2 (умеренное воздействие климатических факторов) и сектор 3 – вместимостью 50% для больных, находящихся на лечении по режиму 3 (выраженное воздействие климатических факторов),

должны иметь в своём составе аэрарий рассеянной радиации, солярий и быть оборудованы лежаками.

Разделение лечебной зоны на секторы осуществляется размещением строений, расстановкой оборудования и обозначается указателями. Возведение специальных ограждений для разделения секторов запрещается. На пляжах при санаториях для родителей с детьми, кроме перечисленных площадок, в состав лечебной зоны включается дополнительно детская площадка. Лечебная зона пляжа в детских санаториях, санаториях для подростков, санаторных пионерских лагерях (лечебный процесс организуется по режиму 1) разделяется на изолированные секторы по количеству спальных секции или отрядов в пионерских лагерях (рис. 20). В каждом секторе детских пляжей оборудуются аэросолярии, в которых создаются три климатотерапевтических участка: сплошной тени, рассеянной и активной солнечной радиации.

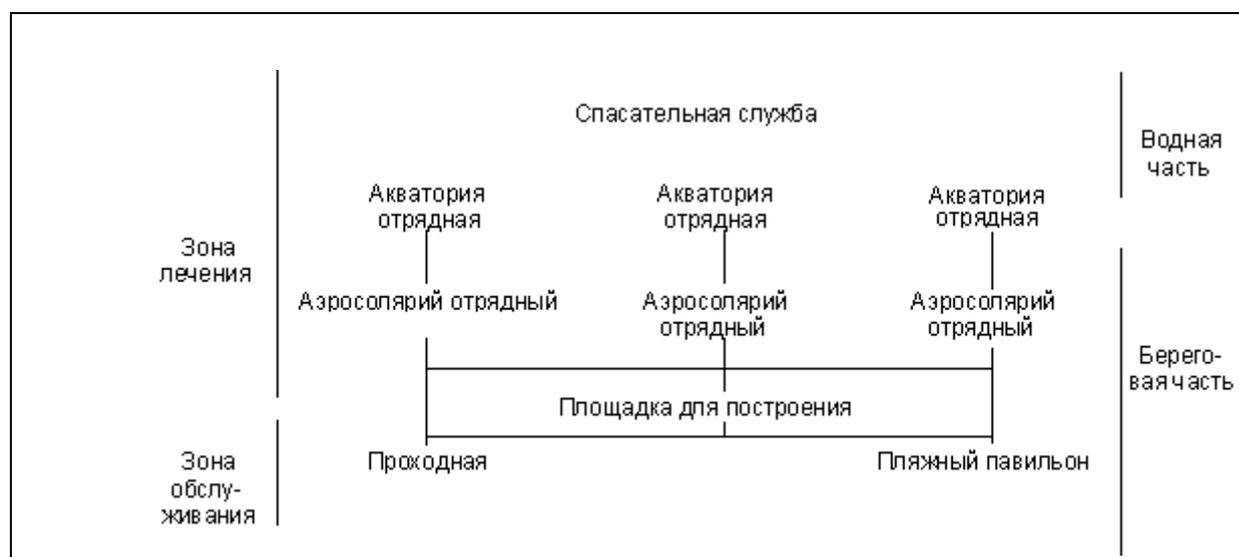


Рис. 20. Структурная схема лечебных пляжей для детей и подростков

В составе лечебной зоны детских пляжей необходимо предусматривать площадку для построений и проведения лечебной физкультуры.

Участок акватории для купания необходимо ограничивать максимальной глубиной: для взрослых – 3–4 метра, для родителей с

детьми – 2,0–2,5 м, для детей – 1,5 м<sup>18</sup>. В зоне купания максимальное расстояние<sup>19</sup> от уреза воды до буйков не должно превышать: для взрослых – 75 м, для родителей с детьми – 40 м, для детей – 30 м.

Участок акватории для прогулочных шлюпок ограничивается удалением от уреза воды (моря и крупные водоёмы) не более чем на 500 м и 200 м – для гидровелосипедов. Зона обслуживания является продолжением лечебной зоны. В составе зоны должны быть предусмотрены пляжный павильон со службами, обеспечивающими работу пляжа. Пляжный павильон санаториев для взрослых включает: медицинский пункт; дозиметрический пункт; спасательный пункт; комнату персонала; радиоузел; кладовую; детскую комнату (в санаториях родителей с детьми); кабинет врача–климатотерапевта; кабинет медсестры; вестибюль (при необходимости); душевые с пресной водой; санузлы; реанимационную (при вместимости пляжей более 3000 мест); технические помещения (электрощитовая, венткамеры).

Пляжные павильоны детских пляжей должны иметь следующий набор помещений: медицинский пункт с радиоузелом; дозиметрический пункт; комнату спасателей; комнату персонала; душевые с пресной водой; санузлы; технические помещения.

Кроме пляжного павильона в зоне обслуживания располагаются: кабины для переодевания; питьевые фонтанчики; мойки для ног; пункты сбора твердых бытовых отходов; перекачивающие насосные станции (при необходимости); проходная; информационный стенд.

#### *Требования к зданиям, сооружениям и оснащению лечебных пляжей*

Состав зданий, сооружений, площади и оборудование их должны отвечать профилю санатория, климатическим условиям. Строительные конструкции, отделочные материалы, используемые при строительстве зданий и сооружений пляжей, должны быть из числа

---

<sup>18</sup> Зона купания на детских пляжах должна иметь песчаное, гравийное или галечное дно с пологим уклоном  $tga =$  не более 0,02.

<sup>19</sup> Максимальное расстояние от уреза воды до буйков устанавливается в каждом конкретном случае постановлением местных органов по техническим условиям спасательной службы.

разрешённых Минздравом и устойчивыми к неблагоприятным воздействиям водной среды.

Основным зданием пляжа функционального назначения является пляжный павильон, высота которого должна быть не более 3-х этажей, высота этажа – 3,3 метра (в чистоте).

Таблица 32.

**Типы оборудования для проведения климатических процедур на лечебных пляжах**

<b>Площадки и сооружения</b>	<b>Процедуры</b>	<b>Тип оборудования</b>
Солярий прямой солнечной радиации	1. Ванны суммарной солнечной радиации для:  а) летнего периода  б) прохладного времени	Лежаки с теньевыми экранами над головой Лежаки с ветрозащитными экранами и др. приспособлениями; кабины индивидуальные с прозрачными ограждениями
Солярий рассеянной и импульсной радиации	1. Ванны рассеянной и ослабленной радиации	Лежаки с жалюзийными или ячеистыми экранами
Аэросолярий сплошной тени	2. Ванны ограниченной солнечной радиации, местные солнечные ванны (облучение воротниковой, пояснично-кресцовой зон, области верхних и нижних конечностей) 3. Импульсная гелиотерапия  Воздушные ванны	Раздвижные индивидуальные тенты  Лежаки со специальными вращающимися тентами Навесы сплошной тени, лежаки

Лечебные пляжи делятся на три категории:

Лечебный пляж высшей категории должен в своём составе содержать пляжный павильон круглогодичного функционирования и капитальные сооружения летнего пользования с постоянно действующими инженерными сетями.

Лечебный пляж первой категории в своём составе должен содержать капитальный пляжный павильон и сооружения летнего пользования с постоянно действующими инженерными сетями.

Лечебный пляж второй категории в своем составе должен содержать климатопавильон сезонного функционирования из лёгких строительных конструкций, разбираемые сооружения летнего пользования и временные инженерные сети.

Пляжные павильоны оснащаются системами водоснабжения, канализации, электроснабжения, телефонизации, радио, оценки погоды, дозиметрического контроля, медицинским оборудованием, мебелью и инвентарём согласно действующим нормативам. Медицинские аппараты, приборы и инвентарь для оснащения пляжа разрешается применять только по номенклатуре, утверждённой Минздравом СССР и другими компетентными учреждениями.

Навесы аэрариев, в зависимости от назначения, могут иметь покрытие: сплошное, ячеистое, жалюзийное или щелевое. Высота навеса в чистоте должна быть 2,5–3 м. Конструкции навесов должны обеспечивать естественную вентиляцию, необходимый воздухообмен каждого процедурного места и защиту больных от холодных ветров.

Строительство надводных аэросоляриев в условиях приморских пляжей целесообразно только в случае дефицита площади берега, пригодной для застройки. Здания, сооружения и оснащение пляжей при санаториях родителей с детьми и детских пляжей должны обеспечивать безопасность детей. Лежаки на ножках и другое оборудование, используемое на пляжах, должны изготавливаться из материалов, разрешённых МЗ СССР, а их размеры должны соответствовать “Единой номенклатуре мебели и оборудования общественных зданий массового строительства”, после 1991 вносятся соответствующие актуальные корректировки и дополнения.

Участок строгого медицинского контроля оснащается лежаками с солнцезащитными экранами, прикрывающими грудь и голову, по возможности, с двухсторонним переговорным устройством, световой или звуковой связью с постом медицинской сестры. Пляжи, используемые для работы с продлённым сезоном, должны быть обеспечены лежаками с индивидуальной ветрозащитой. Детские площадки на пляжах для родителей с детьми (3% от общей площади) оснащаются

спортивным и игровым инвентарём и оборудуются теньвыми навесами. На площадке лечебной физкультуры (при расположении её на пляже) устраивается помост для инструктора. Оснащение площадки спортивным инвентарём проводится с учётом профиля санатория. Сектор лечебной физкультуры акватории оснащается гидровелосипедами (1 на 150 человек) и лодками (1 на 200 человек).

Спасательные пункты оборудуются: вышками спасателей (устанавливаются с интервалом 150–200 метров вблизи уреза воды, вне зоны волнового воздействия); стендами со спасательными средствами (устанавливаются с интервалом 25 м в 4–5 м от уреза воды); сигнальной вышкой (устанавливается в центре).

Медпункт, кабинеты врача, медсестры и санитарно–бытовые помещения обеспечиваются водопроводом (с подводкой горячей и холодной воды) и канализацией.

Кабины для переодевания (1 на 50 человек) устанавливаются на открытых площадках на пути следования к процедурным местам. Основания площадок бетонируются или выполняются из других материалов, легко поддающихся санитарной обработке и дезинфекции. Души пресной воды (1 кабина на 75 человек) могут располагаться в пляжном павильоне или на открытых площадках. При расположении душей на открытых площадках они не ограждаются, основания бетонируются. Для мытья ног должны быть предусмотрены отдельные мойки из расчёта 1 на 50 человек. Нагрев воды для душевой предусматривается от солнечных водонагревателей. Норма смешанной воды для взрослых – 20 л на 1 человека, для детей – 10 л. Питьевые фонтанчики (1 на 10 человек) устанавливаются рассредоточено на удалении от процедурных мест (лежаков) не менее 5,0 м. Стоки от питьевых фонтанчиков, душевых и моек для ног допускается сбрасывать в ливневую канализацию. Туалеты (одно очко на 50 человек) располагаются в пляжном павильоне. На пляжах туалеты должны располагаться вне зоны максимального заплеска воды.

Электроосвещение предусматривается во всех помещениях пляжного павильона. Наружное электроосвещение предусматривается

в зоне обслуживания, на подъездных дорогах и подходах к пляжу. Электросиловые подводки выполняются к электрооборудованию насосных станций и радиоузла. Телефонной связью оборудуются: медицинский, дозиметрический и спасательный пункты, кабинеты врача и медсестры. Радиоточки местного (городского) вещания устанавливаются из расчёта слышимости на каждом процедурном месте. Установка электрочасов предусматривается с таким расчетом, чтобы они просматривались с каждого процедурного места.

Информационные стенды прогнозирования погоды и дозиметрических данных устанавливаются на подходе к пляжу и в зоне обслуживания. Информация метеослужбы о прогнозе осуществляется через местное радиовещание и курортные газеты.

На территории пляжа рассредоточено устанавливаются урны для мусора (из расчёта 1 урна на 50 человек). Для сбора мусора на территории вспомогательной зоны предусматриваются площадки сбора бытовых отходов с контейнерами, которые бетонируются и ограничиваются бортиком. К площадкам для контейнеров предусматривается автомобильный подъезд. Территория пляжей должна быть благоустроена, озеленена (не менее 10% территории), иметь систему пешеходных дорожек, удобно связывающих здания, сооружения, секторы, площадки. Ширина и покрытия дорожек проектируются с учётом их назначения, интенсивности движения, климатических и местных условий.

Граница акватории обозначается буйками или поплавками, расположенными через 25–30 м. В секторе для купания больных, находящихся на лечении по режиму N 1, устанавливаются для отдыха на воде плотики через каждые 10 м.

#### *Санитарная охрана лечебного пляжа*

Санитарная охрана лечебного пляжа, как и санитарная охрана всего курорта, должна быть направлена на сохранение основных свойств природных лечебных факторов, предохранение их от порчи, загрязнения и истощения. Лечебный пляж в соответствии с "Положением о курортах" находится в 1-й зоне санитарной охраны курорта.

На территории пляжа запрещается постоянное и временное проживание граждан, строительство объектов, производство земляных и других работ, не связанных с его эксплуатацией. Район морского водопользования для лечебного пляжа по береговой протяженности определяется зоной фактического и перспективного развития курортного района (санатория), а в сторону моря – расстоянием не менее двух морских миль ( $\approx 3,7$  км).

I пояс зоны санитарной охраны акватории устанавливается с целью предотвращения превышения установленных нормативных показателей микробного и химического загрязнения воды в пределах района фактического и перспективного водопользования от организованных выпусков сточных вод. Границы этого пояса по береговой протяженности и в сторону моря должны устанавливаться в соответствии с действующими "Правилами охраны от загрязнения прибрежных вод морей".

II-й пояс зоны санитарной охраны акватории предназначается для предотвращения загрязнения воды района водопользования и I-го пояса зоны санитарной охраны со стороны моря от морских судов и промышленных объектов по добыче полезных ископаемых. Границы этого пояса определяются в сторону моря в соответствии с "Правилами охраны от загрязнения прибрежных вод морей" на расстоянии от 7 до 12 морских миль ( $\approx 22$  км) от ближайшего берега. Лечебный пляж на реках должен быть расположен не менее 500 м выше по течению от мест выпуска сточных вод, участков, используемых для хозяйственно-бытовых целей, стойбищ, водопоя скота.

В непроточных водоёмах (озера, пруды, лиманы, водохранилища) площадью до  $10 \text{ км}^2$ , используемых для организации лечебных пляжей, не допускается сброс сточных вод и разведение водоплавающей птицы.

*Организация контроля за санитарным состоянием лечебных пляжей*

Контроль за санитарным состоянием пляжа (водного объекта, береговой зоны, сооружений) проводится администрацией санатория (курорта), а также органами и учреждениями санитарно-

эпидемиологической службы в установленном порядке (перед началом купального сезона и в период купального сезона).

Таблица 33.

**Показатели качества состава и свойств воды лечебных пляжей**

Показатели	Типы воды, требования и нормы	
	пресные	морские
Плавающие примеси	отсутствие на поверхности воды плавающих плёнок, пятен минеральных масел и других примесей	отсутствие необычных для морской воды плавающих веществ на поверхности и в верхнем слое воды (30 см)
Посторонние запахи	не более 2	интенсивность необычных для морской воды запахов не должна превышать 2 балла при отсутствии постороннего запаха и привкуса пищевых продуктов моря
Прозрачность	не менее 30 см по шрифту Снеллена	не менее 30 см по шрифту Снеллена. В случае, когда снижение прозрачности обусловлено местными природоклиматическими факторами, величина ее не регламентируется
Окраска	не должна обнаруживаться в столбике 10 см	не допускается окраска морской воды в столбике 10 см
рН	6,5–8,5	не регламентируется
Растворенный кислород, мг/дм <sup>3</sup>	не менее 4,0	не регламентируется
Биохимическая потребность воды в кислороде (БПК <sub>5</sub> ) мг/дм <sup>3</sup> O <sub>2</sub>	не более 4,0 <sup>20</sup>	не должна превышать 3,0 при 20 °С
Токсические химические вещества <sup>21</sup>	не должны превышать норм, установленных МЗ РФ (СССР)	
Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 дм <sup>3</sup>	не более 5000	не более 5000
Число бактериофагов в 1 дм <sup>3</sup>	не более 1000	не более 1000

При контроле за санитарным состоянием района лечебных пляжей необходимо оценивать следующие показатели: механический состав грунтов; соблюдение зонирования пляжа; благоустройство и

<sup>20</sup> Допускается увеличение БПК<sub>5</sub>, обусловленное “цветением водоёма”.

<sup>21</sup> Выбор исследуемых токсических веществ определяется органами СЭС с учётом местных условий.

оборудование пляжа; рекреационную нагрузку на пляж и водную поверхность; режим санитарной уборки и очистки пляжа; состав и качество воды и донных отложений по физическим, химическим и бактериологическим показателям; состав почвы по химическим, бактериологическим и гельминтологическим показателям. Показатели качества воды, донных отложений и почвы в районе лечебного пляжа должны отвечать требованиям, приведённым в таблице 33 и 34.

Эти требования распространяются на качество воды водотока в створе, расположенном в 1 км выше зоны купания лечебного пляжа, а для непроточных водоёмов (озера, водохранилища, моря) – в пределах от уреза воды до буйков и не менее 1 км в обе стороны от границ лечебного пляжа.

Таблица 34.

**Показатели санитарного состояния почвы лечебных пляжей<sup>22</sup>**

<b>Показатели</b>	<b>Требования и нормы</b>
Аммонийный азот мг/кг почвы	не регламентируется
Нитратный азот мг/кг почвы	не регламентируется
Пестициды (остаточные количества) и удобрения мг/кг почвы	выбор соответствующих показателей зависит от химического состава средств химизации с/х, применяемых к конкретной местности
Нефтепродукты мг/кг	выбор соответствующих показателей зависит от характера выбросов промышленных предприятий
Радиоактивные вещества мкКи/кг	
Канцерогенные вещества мг/кг	
Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 г почвы	не более 1
Число перфрингенс в 1 г почвы	не более 10
Патогенные микроорганизмы <sup>23</sup>	отсутствуют
Яйца и личинки гельминтов (жизнеспособные) шт./1 кг почвы	отсутствуют
Личинки и куколки (жизнеспособные) синатропных мух шт./1 кг почвы	отсутствуют
Число лактозоположительных кишечных палочек в 1 г донных отложений	не более 10

<sup>22</sup> Извлечение из “Оценочных показателей санитарного состояния почвы населённых мест”. N 173 9–77. М. 1977 г. и “ГОСТа 17.4.2.01.–81. “Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния”.

<sup>23</sup> Определение патогенных микроорганизмов проводится по эпидпоказаниям.

Санитарно–бактериологический контроль качества воды лечебных пляжей должен осуществляться по следующим показателям: определение лактозоположительных кишечных палочек, патогенных энтеробактерий (сальмонелл, шигелл, патогенных эшерихий), энтеровирусов, стафилококков, грибов рода Кандида, паразитических вибрионов<sup>24</sup>; донных отложений – по наличию ЛКП. Основными микробиологическими показателями являются индекс лактозоположительных кишечных палочек и индекс колифагов. Вода считается пригодной для купания при индексе ЛКП не более 5000, индексе колифага не более 1000. В случае превышения допустимого числа ЛКП и колифагов, а также по эпидпоказаниям проводится определение дополнительных микробиологических показателей в воде и донных отложениях для выяснения источника и характера микробного загрязнения, проведения оздоровительных мероприятий или решения вопроса о закрытии пляжа. Дополнительными показателями фекального загрязнения и фактора риска острых кишечных инфекций являются *E. Coli*, энтерококки, патогенные энтеробактерии, энтеровирусы, показатели загрязнения микрофлорой кожи и слизистых человека – стафилококки, грибы рода Кандида<sup>25</sup>. Отбор проб воды лечебных пляжей для контрольных исследований проводится ежегодно перед началом купального сезона на расстоянии 1 км выше по течению от зоны купания на водотоках и на расстоянии 0,1–1,0 км в обе стороны от неё на водоёмах и в море, а также в границах зоны купания; в период купального сезона не менее, чем в двух точках, выбранных в соответствии с характером, протяженностью и интенсивностью использования зон купания.

Частота отбора проб устанавливается в каждом конкретном случае органами санитарно–эпидемиологической службы, но не менее двух раз по всем санитарно–химическим и бактериологическим пока-

---

<sup>24</sup> Определение паразитических вибрионов проводится по эпидпоказаниям в воде морских пляжей, допустимое количество - 1000 в 1 дм<sup>3</sup>.

<sup>25</sup> Сигнальное значение для регламентации нагрузки на пляже имеет количество стафилококков 100, *E. Coli* и энтерококка 2000 в 1 дм<sup>3</sup>, грибов рода Кандида 50 в 1 дм<sup>3</sup>.

зателям до начала купального сезона, и не менее 2-х раз в месяц в период купального сезона. Для установления числа лактозоположительных кишечных палочек в период купального сезона пробы воды и донных отложений необходимо отбирать не менее 1 раза в неделю. Пробы воды и донных отложений отбирают до начала купания и в 12–14 часов, что позволит дифференцировать загрязнение за счет посторонних источников или самих купающихся, а также определить интенсивность процессов самоочищения.

Санитарно–бактериологическая оценка почвы лечебных пляжей проводится по следующим показателям: определение лактозоположительных кишечных палочек и клостридий перфрингенс. Количество лактозоположительных кишечных палочек не более 1 в 1,0 г почвы свидетельствует об отсутствии патогенных бактерий. В случае превышения допустимого числа ЛКП и по эпидпоказаниям проводится определение дополнительных микробиологических показателей: *E. Coli*, энтерококков, грибов рода Кандида, а также патогенных бактерий. Контрольные исследования проб почвы пляжей проводятся по всем санитарно–химическим и санитарно–бактериологическим показателям 3 раза в год: весной, летом и осенью, а также по эпидпоказаниям (таблица 31). Пробы почвы следует отбирать: вокруг возможных источников загрязнения, в местах наибольшего скопления людей и в теневых павильонах. Пробы отбираются в 4-х точках конвертообразно на участке 25 м<sup>2</sup> с последующим составлением среднего образца.

Контроль за состоянием поверхности дна проводят ежегодно перед началом купального сезона (промер и водолазный осмотр поверхности дна с одновременным удалением стекла, железа и других предметов). Территория пляжа должна убираться ежедневно после закрытия пляжа. Пляж необходимо периодически выравнивать, с рыхлением верхнего слоя.

Уровень шума на лечебных пляжах не должен превышать 45 дБА в дневное время суток и кратковременно (в течение 1 мин) не более 80 дБА.

Администрация курорта (санатория), в ведении которой находится лечебный пляж, перед сезоном должна получить заключение СЭС о санитарно–эпидемиологическом благополучии береговой территории и воды и разрешение на их использование в лечебно–оздоровительных целях.

#### *Гидроэнергетика как системообразующий водопользователь ПТС*

*Гидроэнергетика* – одна из ведущих отраслей – водопользователей. Энергоотдача любой ГЭС прямо пропорциональна расходам воды (объёмам стока), проходящим через её турбины и зависящим: от естественного стока в створе ГУ, безвозвратных отъёмов и потерь воды выше створа (водопотребление, шлюзование, фильтрация, рыболовы, грязепопуски) и трансформации стока в водохранилищах (сработка, наполнение); от требований энергосистемы (суточные, недельные, сезонные и годовые графики нагрузки). Все эти показатели и характеристики имеют многолетние ряды наблюдений, отчётности и характеризуются достоверностью и однородностью информации за период эксплуатации ГЭС и их каскадов. Это позволяет рассматривать данные отчётности ГЭС и их каскадов при комплексном использовании водных ресурсов при проведении экологического аудита и использовать их как достоверные и сопоставимые между собой, что является двумя основными требованиями к собираемым данным. Данные являются однородными и по видам статистического наблюдения: по времени (часы, сутки, недели, месяцы, сезоны, года) и по одновременному охвату единиц наблюдения (уровни бьефов, напор нетто, турбинные расходы, выработка электроэнергии, расходы выработки на собственные нужды (включая внутреннее деление СН), другие специальные индивидуальные показатели контролируемые на ГЭС и в границах зоны ответственности (мониторингового участка). Регистрация фактов, связанных с геоэкологическим анализом и/или экологической ситуацией, имеет непрерывные (ЛТБМ), периодические (планирование сезонных наблюдений экологического менеджмента) и единовременные (проведение ежегодного экологического аудита) статистические наблюдения по времени. Это обеспечит надёжность и

достоверность выводов и прогнозов геоэкологической устойчивости зоны ответственности ГЭС при ежегодных вариациях водно–энергетических режимов и природно–климатических характеристик.

Требования гидроэнергетики к режиму использования водных ресурсов водохранилищ: обеспеченность гарантированной мощности крупных ГЭС должна составлять не менее 85–95% по числу бесперебойных лет; снижение гарантированной мощности ГЭС за пределами расчётной обеспеченности не должно превышать 20–30%; гарантированная мощность ГЭС и каскада распределяется внутри года в соответствии с требованиями энергосистемы; установленная мощность ГЭС и каскада в период прохождения максимума нагрузки энергосистемы должна использоваться без ограничений; годовая выработка электроэнергии ГЭС и каскада должна быть максимально–возможной в любых по водности условиях; колебания энергоотдачи ГЭС внутри суток и недели должны соответствовать требованиям энергосистемы и не превышать значений, установленных в проекте.

К специальным условиям и/или требованиям для статистических наблюдений относятся: рыбоохрана и/или рыбозаведение на внутренних водоёмах и зарегулированных водотоках, сельскохозяйственное использование территорий водосбора, поверхностное и/или подземное водоснабжение населённых пунктов и городов, предотвращение истощения водных ресурсов и деградации водных экосистем водохранилища, сохранение биогеоценозов нижнего бьефа, рекреационное использование водосбора и т.д.

Рыбное хозяйство внутренних водоёмов имеет сложную структуру. В качестве самостоятельных компонентов могут рассматриваться: естественное воспроизводство рыбы в реках внутри зарегулированного водосбора; промышленное воспроизводство с нагулом биомассы в бьефах ГУ на различных ступенях каскада; прудовое хозяйство на водоёмах, имеющих соединительные каналы; рыбное хозяйство в водохранилищах гидроузлов (при наличии и отсутствии шлюзования, лесосплава, рыбоориентированных водосливов); устьевые зоны рек (при наличии и отсутствии рыбопропускных и рыбоходных

сооружений) и внутренние моря (озёра) (при наличии и отсутствии подпора ГТС и ГЭС).

Эффективность отдачи рыбохозяйственных компонентов зависит как от режима использования водных ресурсов, так и от различных климатических и биотехнических факторов, от рыбоводно-мелиоративных мероприятий.

Различные типы рыбохозяйственных компонентов производят не равнозначную рыбную продукцию. Это связано с естественным разнообразием и сохранением иерархичности пирамиды пищевой цепи, когда количество первичных продуцентов на уровне планктонных организмов значительно больше по числу представителей и более разнообразна среда обитания и нагула, чем в прудовых хозяйствах. Важнейшим среди рыбохозяйственных компонентов является естественное воспроизводство, система условий, обеспечивающая естественный нерест и миграции в реке ценных промысловых рыб (проходных: осетровые, рыбец, шемая, донская сельдь, и полупроходных: судак, лещ, тарань и другие). На рыбопродуктивность водохранилищ значительное влияние оказывает режим использования их водных ресурсов. Эффективность функционирования рыбохозяйственной отрасли в значительной мере зависит от суточных и недельных колебаний расходов и уровней воды в нижних бьефах гидроузлов, связанные с энергетическими нуждами. Уменьшение колебаний возможно за счёт снижения участия ГЭС в балансе мощностей энергосистемы. Для этого необходимо иметь сверхкраткосрочные прогнозы по балансам мощностей каскада ГЭС и сверхкраткосрочные прогнозы рыбохозяйственных требований. Это может быть обеспечено при интерпретации мониторинговой информации с использованием предложенной математической модели обработки статистических наблюдений. Допустимая амплитуда суточных и недельных колебаний уровней воды в нижних бьефах гидроузлов, максимальные и минимальные расходы и/или уровни воды, должны регламентироваться по результатам геоэкологического анализа мониторингового участка ГЭС.

Сельское хозяйство один из основных водопотребителей, на его долю приходится в среднем 2/3 суммарного безвозвратного водопотребления всех отраслей. Сельское хозяйство обеспечивается водой из водохранилища и/или из реки в нижнем бьефе. Требования к режиму использования водных ресурсов водохранилищ заключаются в бесперебойном обеспечении регламентированных объёмов, расходов и уровней воды в водохранилище и нижнем бьефе. Следует учитывать сезонность названных требований и условия их приоритетности при обеспечении. Существенное влияние на продуктивность сельского хозяйства в нижнем бьефе оказывает режим стока половодий, особенно высота подъёма уровня воды, площадь и продолжительность затопления. Впоследствии отметки подпёртых уровней грунтовых вод, продолжительность периода максимума и снижения, фильтрации и инфильтрации.

Требования водоснабжения к режиму использования водных ресурсов водохранилищ: обеспечение регламентированных расходов воды для бесперебойной работы водозаборных сооружений, поддержание высокого санитарного качества воды. Сокращение подачи воды для целей водоснабжения связано с уменьшением выпуска промышленной продукции, перебоями водоподачи населению, ухудшением качества питьевой воды и другими негативными последствиями.

Водосбор активно используются для отдыха населения (туризм, водные виды спорта, купание, рыболовство и др.). Рекреация предъявляет свои требования к режиму расходов и уровней воды в верхнем и нижнем бьефах гидроузлов и на не зарегулированных участках реки, к качеству воды. Интересы рекреационного использования зачастую противоречат интересам других компонентов.

В целом для предотвращения истощения водных ресурсов и деградации водных экосистем предельно допустимый объём ежегодного безвозвратного изъятия воды из водохранилища (в сумме с потерями воды на дополнительное испарение) не более 20% от среднеемноголетнего годового стока реки в створе ГУ.

При зимней сработке водохранилища возникают деформации ледяного покрова, особенно в хвостовой части водохранилища, происходит оседание льда на берега, мелководные участки, острова и т.п. При значительных скоростях течения возможно возникновение зажоров и заторов, стесняющих русло, что может привести к подъёму уровня воды и к зимним затоплениям прибрежной территории. При быстром опускании льда на участке дна водоёма возможны деформации грунта и гибель корневой системы высшей водной растительности. Указанные негативные явления избегают, ограничивая для верхних слоёв водохранилища (до 5 м) скорость сработки до 0,3 м/сутки. Более глубокие слои срабатываются со скоростью не более 1 м/сутки.

При пропуске половодья (или паводка) через створ сооружений с форсировкой уровня воды водохранилища над НПУ образуется зона временного затопления. При этом необходимо учитывать, что согласно СНиП 2.07.01–89, застроенные жилыми и общественными зданиями территории должны иметь отметки не менее чем на 0,5 м выше наивысшего уровня воды повторяемостью один раз в 100 лет (обеспеченностью 1%). Регулирование уровней воды в водохранилище и в НБ ГУ при пропуске половодий и паводков вероятностью превышения менее 1% и более должно проводиться из условий не затопления территорий жилых застроек. Пропуск через ГУ половодий и паводков вероятностью превышения менее 1% должен рассматриваться как чрезвычайная ситуация и осуществляться при эвакуации людей из зон временного затопления. Зоной временного затопления в верхнем бьефе для сельскохозяйственных и лесных угодий считается территория между НПУ и уровнем воды, на 0,5 м превышающем уровень воды в половодье (паводок) вероятностью превышения 5%.

На рис. 20 показан алгоритм обработки данных с использованием широко применяемого программного продукта Microsoft Excel, использование которого не требует особых навыков пользователя при наличии комфортной алгоритмизации, открытого программирования, простоты и наглядности результатов электронных таблиц и графиче-

ского материала с возможностью последующей конвертации и импорта.

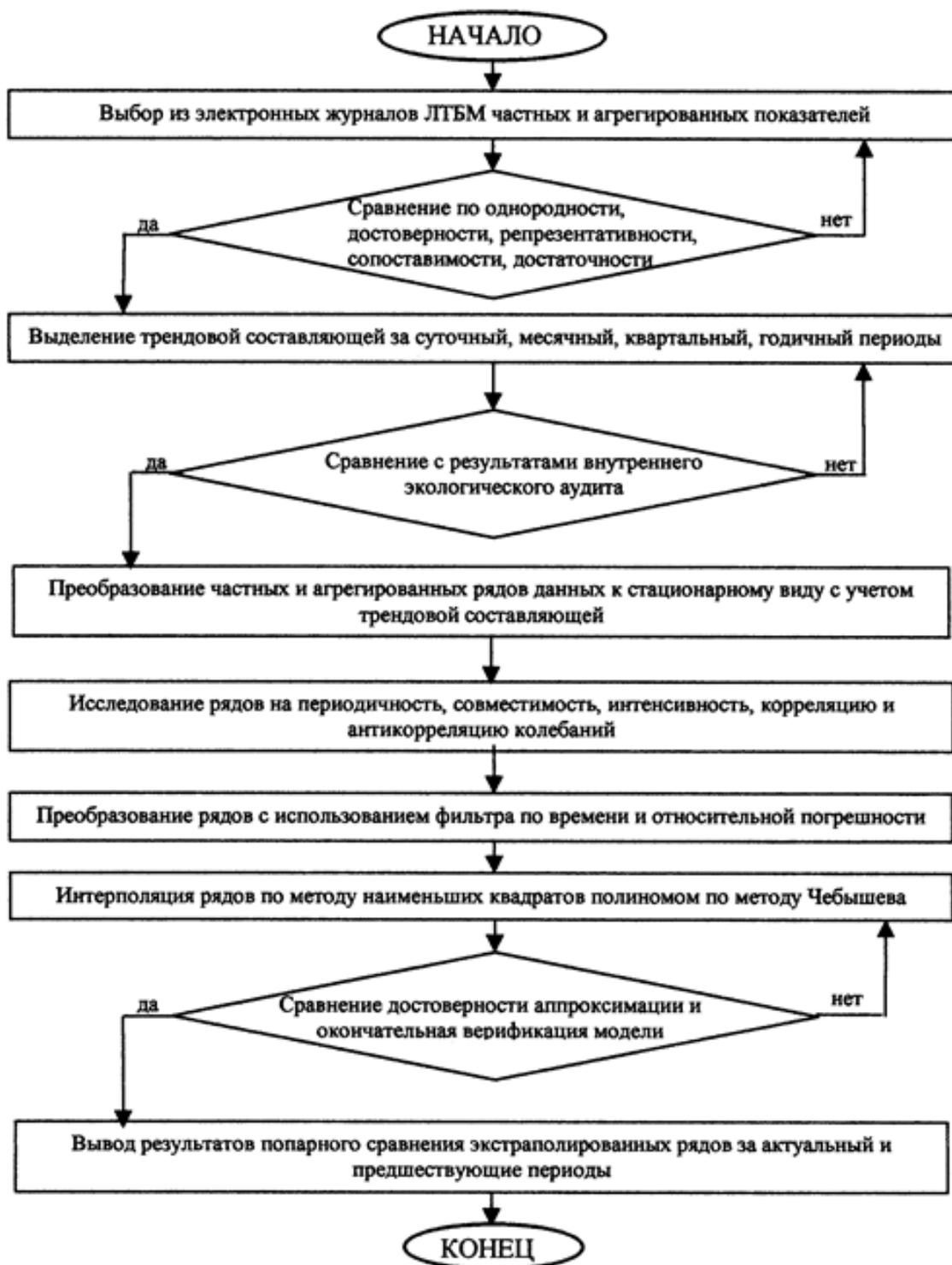


Рис. 21. Алгоритм обработки и представления статистической информации ЛТБМ при автоматизированном экологическом аудите ГЭС

Основные экологические требования по НБ ГУ сводятся к обеспечению расходов воды, гарантирующих бесперебойную работу питьевых водозаборов, благоприятные условия для культурно–бытового водопользования населения и сохранность биоценозов. Размеры санитарных попусков регламентируются рядом документов различных ведомств, требования не всегда совпадают. Ведомственный документ МПР России «Временные методические рекомендации по установлению минимально допустимых расходов воды в реках для оценки возможных изъятий водных ресурсов», № НМ–53/163, 1997 г. выдвигает аналогичные требования к минимально–допустимым расходам воды в реках, для обеспечения промывки и обводнения поймы в весенний период в НБ ГУ – не менее 20% объёма стока половодья года 75–95% обеспеченности.

*Экологический менеджмент водопользования фиксированного водосбора*

Развитие социальной среды российского общества претерпело свои естественные количественные (эволюционные) и искусственные качественные (революционные) периоды. Этот процесс был охарактеризован различными состояниями социальной стратификации.

Семьдесят лет (2002) условной социальной статике с точки зрения потребления, потребностей и природопользования послужили серьёзной базой для формирования основ современного водопользования. В этот период закладываются основы нормирования ресурсопользования, ресурсосбережения через повышение экономической эффективности и рассмотрение природоохранных мероприятий при планировании и проектировании объектов (производств), квотирование и лимитирование природопользования.

Социальная статика этого периода обеспечила развитие наукоёмких и передовых производств, дала образоваться и утвердиться научным школам в их современном объёме и т.д.

Социальная динамика современного периода, характеризующаяся стихийностью социальной стратификации и е неравновесностью, была отмечена двадцатилетним постиндустриальным периодом по-

требления накопленного и неустойчивым слабо мотивированным развитием водопользования в части государственного регулирования, учёта и аудирования.

При этом имеют место типичные и характерные особенности:

1. Долевое перераспределение водного ресурса между водопользователями (в непроизводственную сферу) в связи с изменением социально-экономического положения в стране.
2. Появление водоёмких пользователей – объектов нового поколения отдыха, спорта, здравоохранения, что объясняется становлением частного туристического бизнеса, частных спортивных клубов и медицинских учреждений.
3. Престиж и социальная оценка деятельности непосредственно связаны с качеством и разнообразием предоставляемых товаров и услуг, их безопасностью и надёжностью, в т.ч. и экологической.
4. Стихийное сопутствующее образование и отмирание объектов индивидуального и эксклюзивного общественного питания.
5. Изменение жилых застроек, появление большого числа индивидуального жилищного фонда вносит серьёзные коррективы в пространственно-площадную и объёмно-количественную схему водопользования.
6. Значительное количество единиц личного автотранспорта и сопутствующего ему автосервиса различных категорий вносит существенный вклад в изменение доли транспорта в водопользование.
7. Водный транспорт – классический транспортный водопользователь, претерпел качественные и количественные изменения, отмечена тенденция форсированного увеличения числа индивидуальных перевозчиков и собственников плавсредств.
8. Развитие водных видов спорта (как моторного, так и безмоторного), что дополняет структуру водопользователей в части «спорт–транспорт».
9. Изменение структур сельскохозяйственного производства, появление частных фермерских хозяйств, акционерных обществ производителей и переработчиков сельскохозяйственной продукции.

10. Использование рек и внутренних водоёмов не государственными структурами индивидуальных производителей и переработчиков рыбных ресурсов.

Все это характеризуется высокой ресурсоёмкостью, в первую очередь количеством используемой свежей воды, что не имеет в настоящее время водного ресурсопотенциального обоснования.

Техносферные водные объекты представляют собой надземную и подземную части участников водопользования, которые имеют комплектацию из стационарных инженерных сооружений и конструкций. Так, например, техносферное влияние сетей и коммуникаций хозяйственно–питьевого водоснабжения в связи с их физическим старением приводит к постоянным форс–мажорным ситуациям, увеличивая долю техносферных рисков стохастической природы.

Геоэкологическая устойчивость водных объектов в подземной их части, таким образом, испытывает на себе постоянное воздействие со стороны техносферных водных объектов. Данные техносферные водные объекты в свою очередь имеют свои жизненные циклы, которые различаются по времени, нагрузкам и их сочетанию, воздействию на естественные природные объекты.

Структура транстерриториального перераспределения водопользования отраслями промышленности (не включая электроэнергетику) чётко отображает экономическую ситуацию в стране.

Электроэнергетическую отрасль можно назвать условно стабильным и предсказуемым водопользователем, особенно в части атомных и гидроэлектростанций. Это обусловлено особенностями жизненных циклов (производства и эксплуатации) данных объектов.

В настоящее время теплоэлектростанции оказываются на 30 % недогруженными, что влечёт за собой серьёзную опасность с потерей названных мощностей для энергосистем. Таким образом, условное снижение водопользования в данном случае носит отрицательный характер, хотя формально имеется экономия водных ресурсов.

Стратегия водопользования должна учитывать: существующую многоукладность экономики; социальную стратификацию, сочетаю-

щую в себе противоречия прошлого и настоящего общества; наличие более 40 лет глобального экологического кризиса; угрозу исчерпания водного ресурса в ближайшие 40 лет (при существующей практике водопользования).

Основанием для выработки стратегии водопользования в современных условиях должны служить:

1. Многокомпонентное, метамотивационное сравнение существующих и перспективных технических, технологических, экологических, экономических, социальных, интеллектуальных возможностей водопользования;
2. Симплификация требований, норм и методов водно-экологического учёта водопользования для индивидуальных и коллективных водопользователей;
3. Рассмотрение перспектив водно-технического деvelopeмента для реализации программ управления недвижимостью водопользователей, с определением состава и состояния недвижимости;
4. Регулирование отношений водопользователей в пределах водно-хозяйственных районов, федеральных округов и страны в целом с применением процедур водно-экологического аудита;
5. Внедрение в качестве обязательных управленческих функций водного менеджмента, водного учёта, внутреннего водного аудита и по-объектного водного мониторинга с разделением технического и питьевого водопользования, водного маркетинга услуг и товаров (продукции).

Реализация стратегии водопользования будет возможна, при обеспечении прочих условий, благодаря появлению новых специалистов-водников: водных девелоперов, визиологов, аудиторов, менеджеров, дизайнеров водного ландшафта и т.д.

В связи с этим на современном этапе при реализации функций стратегического управления водопользованием с доминированием природоохранной деятельности (прогнозирования, планирования, организации, мотивации, контроля и регулирования) следует более ак-

тивно использовать возможности визуализации экологического учёта (менеджмента, мониторинга, аудита).

Симплификация требований, норм и методов экологического учёта водопользования становится необходима в связи с унификацией социально–эколого–экономических оценок для сопоставимости сведений различных водопользователей, что до сих пор является неразрешённой задачей. Это внесёт объективность в вопросы качественного и количественного ресурсосбережения, эффективности учёта воды и экологического мониторинга. Имеющееся деление на отраслевое водопользование: промышленность, жилищно–коммунальное хозяйство и сельское хозяйство, является генерализованной систематизацией использования водных ресурсов, которая должна опираться на многоуровневую идентификацию межотраслевого водопользования и многостадийную визуализацию внутриотраслевого водопользования.

Многоуровневая идентификация межотраслевого водопользования требует вертикальной агрегации индивидуального использования водных ресурсов и генерализации учёта водопользования по всем отраслям экономики с территориально–бассейновым стимулированием ведения экологического учёта.

Многостадийная визуализация внутриотраслевого водопользования требует горизонтальной интерпретации и инспирации, предметной генерализации по основным показателям использования водных ресурсов, рассмотрения статической и динамической составляющей внутрисезонного территориально–бассейнового водопользования, обеспеченного экологическим менеджментом и мониторингом участников использования водных ресурсов. Многостадийная визуализация водопользования для каждого уровня сопровождается кумулятивным процессом природоохранной деятельности однородных или разнородных водопользователей, обеспечивающим и поддерживающим надёжную мотивацию индивидуальных и общих целей стратегического управления наличными водными ресурсами.

Статическая стадия симплификации водопользования характеризуется однородным водопользователем на территориально-бассейновой единице площади (на стандартном или укрупнённом мониторинговом участке). Примером может служить сельскохозяйственные угодья, спальные районы мегаполисов с жилищно-коммунальной отраслью и т.д.

Динамическая стадия симплификации водопользования характеризуется разнородным водопользователем на территориально-бассейновой единице площади водосбора. Например, объекты тепло- и электроэнергетики в границах сельскохозяйственных угодий, водный транспорт и рекреационное водопользование и т.д.

Каждая стадия визуализации при определённой стадии симплификации водопользования на основании объективно существующей мониторинговой информации формализуется задачей промежуточного целеполагания:

1. Прямое формирование: инспирация геосферных ситуаций при различном техносферном развитии и соответствующем водопользовании (детерминированном, стохастическом, комбинированном).
2. Обратная связь: ретроспективная пролонгация техносферных условий деvelopeмента водопользования в сопровождении деградиционными явлениями и угнетением геосфер (окружающей природной среды). Фиксация, копирование, имитация, поиск адаптационных составляющих, выбор равновесных характеристик и т.д.

Следует учитывать вероятность и риск целенереализованности при выбранном целеполагании, обусловленные предсказуемостью и непредсказуемостью природных и общественных явлений; адекватностью цели поставленным задачам; выполнимостью задач при существующей материально-технической базе и трудовых ресурсах; профессиональным уровнем, квалификацией, культурой и обучаемостью сотрудников и персонала; потребностью общества и экономическими возможностями; достаточностью персонала и специалистов для решения задач обеспечения стратегических и тактических целей устойчивого водопользования.

Территориально–бассейновая единица площади при этом имеет свои внутренние особенности и факторы (количество водопользователей, различие индивидуальных задач и целей водопользователей, различия в условиях и возможностях ресурсо– и энергосбережения, разновременные и сезонные особенности водопользования, различия в загрязнении вод и их утилизации и т.д.) и внешние факторы (природно–климатические условия, особенности, ситуации, разная степень влияния экологических бедствий, катастроф и кризиса, различный экологический статус водных объектов и т.д.). Все это может быть дополнено экономическим аспектом государственных и частных потребителей, что при сохранении плановости водопользования выражается детерминированным подходом, а при элементах рынка в водопользовании – стохастическим или вероятностным подходом.

Все вышеизложенное подтверждает необходимость дальнейшей проработки и внедрения многостадийной визуализации водопользования с учётом всех современных средств и возможностей её формализации: компьютерная презентация, компьютерный диапозитарий, экспозиционно–полиграфический и научно–исследовательский виды визуализации.

При фиксировании водосбора зон ответственности ГЭС и их каскадов с использованием визуализации проведение экологического менеджмента обеспечивается более стабильными информационными базами электронных журналов и информационным фондом за весь период развития территории, полученными и/или трансформированными геоэкологическими рамками надёжных диапазонов показателей эксплуатационных режимов ГЭС, динамическими характеристиками взаимодействия техногенеза и антропогенеза.

#### *Оценка и прогноз режимов работы ГЭС по результатам ЛТБМ*

Для водосборных территорий характерны большие площади с разнородной приточностью, геологическая неоднородность, геоморфологическое разнообразие, геодинамическая неустойчивость. Местоположение ГЭС (каскадов ГЭС) на водосборной территории определяет не только водно–энергетические режимы эксплуатации, но и

геоэкологические особенности изменений вышележащей территорий и водосбора в целом.

В первую очередь следует назвать геофизические, геохимические и геобиологические последствия, обусловленные периодом строительства и начальной эксплуатации ГЭС. Эксплуатация ГЭС с точки зрения геоэкологической оценки носит явно выраженный стохастический характер. При этом имеет место обусловленная детерминированность во времени (смена времён года, тёплого и холодного периодов, периодов осеннего и весеннего паводков, летней и зимней межени). Проведение геоэкологического мониторинга водосборной территории с ГЭС обусловлено повышенной активностью антропогенного и техногенного характера. Данная активность носит планетарный характер перераспределения воздействий и нагрузок на геосферном уровне, что характеризует изменение энергетического баланса.

Принимая во внимание то, что при проведении геоэкологического мониторинга водосборной территории с ГЭС необходимо обращать особое внимание и на климатический режим рассматриваемого региона, следует подчеркнуть важность изучения вариаций климатических условий на этой территории и причин, их вызывающих.

При рассмотрении геоэкологического мониторинга водосборных территорий с ГЭС следует обратить внимание в первую очередь на:

- состав контролируемых и наблюдаемых объектов, элементы инженерно–технических конструкций и т.д.;

- проранжированные, пролонгированные и обозначенные характерные задачи для непрерывного осуществления геоэкологического мониторинга;

- обоснованно возможные и перспективные виды и способы контроллинга и мониторинга зон ответственности водопользователей;

- оценку управляемости и репрезентативности развития сети мониторинга природопользования и водопользования;

- формирование индивидуальных по вкладам, но однотипных по формализации, структуре и функциональной значимости индексов и

индикаторов компенсирующего природопользования на водосборных территориях по мониторинговым участкам.

Не вызывает сомнения тот факт, что при проведении геоэкологического мониторинга водосборной территории ГЭС необходимо учитывать, в частности, климатический режим данного региона, а также прогнозировать долговременные вариации климата.

Одной из возможных причин изменения климатических условий в том или ином регионе является изменение системы циркуляции воздушных масс. Изменение характера циркуляции атмосферы, смещение путей циклонов и т.п. приводит к снижению или увеличению водности рек, изменению сроков и длительности паводков, изменению системы подземных вод, повышению или снижению уровня озёр, расположенных на водосборной территории ГЭС, что, несомненно, должно сказаться на режиме работы ГЭС.

#### *Особенности экологического менеджмента ГЭС в экстремальных и штатных ситуациях*

Особенности экологического менеджмента ГЭС в экстремальных условиях заключаются в необходимости сверх краткосрочных управленческих решений по ликвидации последствий ущербов форс мажорных и чрезвычайных ситуаций. Развитие науки, техники и технологий приводит к развитию природно–технических систем (ПТС). Неравномерность развития социальной среды с разновременной основой и неоднородностью абиотической среды накладывают свой отпечаток на состояние биотической среды и как следствие увеличивают разнообразие ПТС.

Технической составляющей каждой ПТС свойственна определенная прогнозируемая аварийность. Чем насыщенней техническая составляющая ПТС, тем больше вероятность взаимодействия её различных элементов и сложнее система обеспечения безопасности. Особое место требует среди элементов технической составляющей ПТС объекты энергетики. Данные объекты имеют большое значение, так как они должны не только быть надёжными, но и обеспечивать надёжную и безопасную работу остальной части технической составляющей ПТС. С точки зрения обеспечения экологической безопасности ПТС следует отметить возможности объектов гидроэнергетики: гидроэнергетические объекты работают на возобновля-

ющемся источнике энергии; управление режимами данных объектов даёт возможность контролировать гидроэкологическое состояние выше и ниже расположенных водоёмов и водотоков; участие ГЭО в ЛТБМ позволяет вести планирование, прогноз и гибко реагировать на оперативную ситуацию; при организации геоэкомониторинга названные объекты участвуют в информационном обмене со всеми заинтересованными участниками природопользования.

Участие объектов гидроэнергетики в обеспечении экологической безопасности ПТС определяется количеством данных объектов в конкретной ПТС, их разрешающими возможностями, видом мониторинговых участков, состоянием природы и уровнем антропогенной нагрузки, включая территориальные особенности техногенной нагрузки.

При комплексном использовании водных ресурсов ГЭС и их каскады способствуют обеспечению экологической безопасности функционирования всех технических объектов, использующих данный ресурс и входящих в ПТС. Данные решения принимаются на основании сверх краткосрочных оценок и прогнозов режимов работы ГЭС в аварийных и/или экстремальных условиях. Штатные ситуации предусматривают экологический менеджмент нормальных природообусловленных режимов эксплуатации на основании результатов ЛТБМ ГЭС.

При наложении техногенных воздействий различных объектов хозяйственно-бытовой и промышленной деятельности серьёзной проблемой становится определение зон влияния, площадей охвата в чистом виде и радиусов опосредованного (косвенного) влияния с учетом совмещения (трансграничного переноса) сопредельной антропогенной и техногенной нагрузки различных объектов жизнедеятельности.

При создании и последующей эксплуатации гидроэнергетического объекта учитываются его индивидуальные особенности влияния на окружающую природную среду. Экологическая безопасность определяется на совокупной экологической безопасности однотипных установок. При этом влияние на природную среду имеет строго определённый фиксированный характер.

Следует отметить, что в случае создания и эксплуатации однородного энергетического объекта происходит изменение показателей среды обита-

ния не всего спектра параметров, что может приводить к нарушениям пропорций, стабильности и дисбалансу экосистем.

При изменении режимов работы ГЭС и их каскадов воздействия, оказываемые на природные процессы и явления, отличаются от воздействий однородных или однотипных энергетических объектов.

Использование каскадов ГЭС определяется как возможностями источников энергии, так и потребностями в локальном, децентрализованном энергообеспечении. Значит, по своей сути энергокомплексы могут создаваться в настоящее время в условиях пока ещё нетронутой природы или при невысокой степени антропогенной нагрузки территории. С другой стороны, они могут быть созданы в условиях имеющейся сети энергетических объектов на возобновляющихся источниках энергии с целью перераспределения нагрузки между ними, повышения стабильности, надёжности, манёвренности и безопасности данной энергетической системы. В первом случае большое значение имеет учёт естественных равновесных интегральных показателей состояния среды обитания. Во втором необходимо учитывать техногенную составляющую и наложение воздействий однотипных энергетических объектов с недопущением кризисных или диспропорциональных ситуаций в биогеоценозах.

При этом организация или использование уже существующего ЛТБМ в каждом конкретном случае позволяет выделить типичную совокупность характеристик среды обитания, выявить трансграничные условия для интегральной оценки экологической безопасности эксплуатации малых энергетических комплексов на возобновляющихся источниках энергии. Учёт предыдущего опыта работы энергетической системы и/или требования, выдвигаемые энергопотребителями и природопользователями, коррелирующие с мониторинговой информацией, позволят имитировать ретроспективу экологически опасных ситуаций и возможности их предотвращения.

По совокупности всех сценариев и предполагаемых состояний, нарушающих экологическую безопасность, при условии вхождения малых энергетических комплексов в устойчивую природно-техническую систему можно обеспечить её дальнейшее стабильное развитие и/или эксплуатацию. Это возможно только при неизменном показателе совокупной интегральной оценки экологической безопасности ГЭС и их каскадов и/или

при его улучшении в сторону выравнивания пропорций и балансов параметров среды обитания в сторону сближения с природными, то есть когда изменение характера техногенной нагрузки приводит к уменьшению антропогенной нагрузки. Объекты гидроэнергетики представляют собой сложные природно–технические комплексы, в основе которых лежат индивидуальные инженерно–технические решения (схема и компоновка сооружений, состав электроэнергетического оборудования и т. д.) в привязке к специфике природно–климатических, геоморфологических и ландшафтных условий. При выборе будущих или обновляемых схем ГЭС закладывается компоновка и состав сооружений, что определяет пространственную и площадную ориентацию объекта, возможное воздействие на окружающую природную среду, совокупные и индивидуальные геоэкологические риски и безопасность (общая и экологическая), привносимое нарушение и/или стеснение в естественные геосферные процессы.

Если объектом выполняется (в случае комплексного гидроузла или энерговодохозяйственного комплекса) несколько функций в параллельном или последовательном режимах, это приводит к изменению вероятности сохранения устойчивости, равновесия и живучести природно–технической системы в выбранных или присвоенных рамках толерантности. Отсюда требование использовать современные возможности и дополнительные меры, пересмотр, обновление и перераспределение существующих мероприятий и условий по обеспечению и поддержанию безопасности ГЭС и природно–технической геосистемы в целом, в том числе и через обновление информационной поддержки экологического менеджмента.

*При проведении экологического менеджмента водопользования фиксированного водосбора следует оценить наличие основных аналогичных программ и процедур у всех водопользователей, подготовить скоординированный план управления и выбрать основные экономические механизмы индивидуальной деятельности.*

*Основными методами при экологическом менеджменте ГЭС и их каскадов являются эколого–экономические методы оценки водопользования, но появляется особый экономический эквивалент, связанный с энергоотдачей и энергосбережением, расходом на собственные нужды и ресурсосбережением способный стимулировать развитие превентивных природоохранных мероприятий.*

*Выработка стратегии экологического менеджмента водопользования должна учитывать результаты оценки и прогноза режимов работы ГЭС по результатам ЛТБМ на локальном уровне, а также перераспределение водопользователей и водопотребителей на региональном уровне с учётом макро–циркулярных процессов и естественных водных балансов.*

*В экстремальных и штатных ситуациях экологический менеджмент ГЭС отличается своей заблаговременностью и срочностью, что должно быть обеспечено соответствующими материалами визуализации и перманентным мониторингом водности рек водосбора в сезонном цикле.*

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Базанова Л.Ю., Белова Л.Н., Логинова Н.Н., Черняев А.М.** Воды России (состояние, использование, охрана)//Уральский НИИ комплексного использ. и охр. водн. ресурсов АН СССР; Уральское отд., – 1991. – 147 с.
- Баранов И.В.** Основы биопродукционной гидрохимии. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1982. – 110 с.
- Бульон В.В.** Первичная продукция планктона внутренних вод разного типа. – Л., 1978. – 25 с.
- Васильев Ю.С., Арефьев Н.В., Кононова М.Ю.** Природно–технический мониторинг энерго–водохозяйственных комплексов. Система обработки информации. Методические указания. Санкт–Петербург, СПбГТУ, 1997. – 42 с.
- Васильев Ю.С., Кононова М.Ю.** Расширение функциональной значимости АСУ ТП ГЭС // Гидротехническое строительство: ежемесячный научно–технический журнал / Министерство энергетики РФ; РАО "ЕЭС России" .— М., 1992 .— №12 .— С.1–4 .— ISSN 0016–9714
- Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И.** Экологические аспекты гидроэнергетики. – Л.: Изд–во Ленингр.ун–та, 1984. – 248 с.
- Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И.** Экология использования возобновляющихся энергоисточников. – Л.: Изд–во Ленингр. ун–та. 1991. – 343 с.
- Всероссийский съезд по охране природы. Концепция перехода Российской Федерации на путь устойчивого развития. – М., 1995.– 24 с.
- Гавришова Н.А.** Методика расчёта комплексного рангового показателя качества воды// Гидробиол. журн. – 1981. – 17, № 1. – С.95 – 98.
- Галушко Ю.М., Кононова М.Ю.** Развитие автоматизации энергетического и экологического аудита объектов туризма и спорта // Научно–технические ведомости СПбГТУ.— Санкт–Петербург., 2003.— №2(32) .— С.171–175 .
- Гидрохимический словарь / А.А. Зенин, Н.В. Белоусова. Отв. ред. А.М. Никаноров. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 240 с.
- ГОСТ 17.1.1.01–77. СТ СЭВ 3544–82. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. – Введ. 01.07.78. – 13 с. Группа Т00.
- ГОСТ 27065–86 (СТ СЭВ 5184–85). Качество вод. Термины и определения. – Введ. 01.01.87. – 9 с. Группа Т00.
- Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2007 году». – М.: НИА–Природа, 2008. – 408 с.
- Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2008 году» – М.: НИА–Природа, 2009. – 457 с.
- Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2009 году». – М.: НИА–Природа, 2010. – 288 с.
- Государственный доклад «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации в 2012 году». – М.: НИА–Природа, 2013. – 370 с.

**Дружинин Н.И., Шишкин А.И.** Математическое моделирование и прогнозирование загрязнения поверхностных вод суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 392 с.

**Жукинский В.Н., Оксюк О.П., Олейник Г.Н., Кошелева С.И.** Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши// Гидро-биол. журн. – 1981. – 17, № 2. – С. 38–49.

**Захарченко М.П., Кошелев Н.Ф., Ромашов П.Г.** Гигиеническая диагностика водной среды. – СПб.: Наука, 1996. – 247 с.

**Зенин А.А., Белоусова Н.В.** Гидрохимический словарь – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.

Качество вод и научные основы их охраны: Тр. V Всес.гидрологич.съезда, Ленинград, 20–24 окт. 1986/ Ред. Никаноров Н.М., Скакальский Б.Т. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 504 с.

**Кирсанов А.А., Кононова М.Ю.** Использование данных дистанционного зондирования земли в информационных технологиях изучения экологического состояния территории России // Труды 2–й Междунар. научно.–практич. конф. «Информационные технологии в моделировании и управлении» СПб: Изд-во СПбГТУ, 2000. С. 173–175.

**Кононова М.Ю.** Развитие локального территориально–бассейнового мониторинга // Научно–технические ведомости СПбГТУ.— Санкт–Петербург., 1998.— №4— С. 45–51.

**Кононова М.Ю.** Геоэкологическое обоснование туристско–рекреационных зон водных систем. Туризм и рекреации: фундаментальные и прикладные исследования: Труды VI Международная научно–практическая конференция. БАТиП. СПб, 27–28 апреля 2011. – СПб.: Д.А.Р.К, 2011 – С.398–400.

**Кононова М.Ю.** Инфраструктура туризма и рекреации водных систем Волго–Балтийского водного пути. Сборник материалов XIII международного экологического форума «День Балтийского моря». – СПб. 2012. – с.183–185.

**Kononova M.J.** Infrastructure of tourism and recreations of water system of Volga–Baltic waterway. Сборник материалов XIII международного экологического форума «День Балтийского моря». – СПб. 2012. – с.468–470.

**Кононова М.Ю.** К вопросу о геоэкологическом маркетинге недвижимости туристско–рекреационных зон //Национальный туристский журнал «Туристские Фирмы». СПб: «Невский фонд». 2006. № 39(7).

**Кононова М.Ю.** Методология геоэкологического анализа ГЭС и их каскадов : Автореф. дис. ... д–ра техн. наук: 05.14.08 / М. Ю. Кононова ; Санкт–Петербургский государственный политехнический университет .— Защищена 10.09.02 .— СПб., 2002 .— 37 с. : ил.

**Кононова М.Ю.** Методология геоэкологического анализа ГЭС и их каскадов : дис. ... д–ра техн. наук: 05.14.08 / М. Ю. Кононова ; СПбГПУ; науч. консультант Ю. С. Васильев .— СПб, 2002 .— 290 с. : ил.

**Кононова М.Ю.** Методология геоэкологического анализа ГЭС и их каскадов [Электронный ресурс]: Автореф. дис. д–ра техн. наук: 05.14.08 / М.Ю. Кононова; Санкт–Петербургский государственный технический университет .— Защищена 10.09.02 .—

Электрон. текстовые дан. (1 файл : 547 Кб) .— Санкт–Петербург, 2002 .— Загл. с титул. экрана .— Электрон. версия печ. публикации .— Свободный доступ из сети Интернет (чтение, печать, копирование) .— Adobe Acrobat Reader 4.0. — <URL:http://dl.unilib.neva.ru/dl/186.pdf>.

**Кононова М.Ю.** Развитие недвижимости туристско–рекреационных зон // Мир строительства и недвижимости. 2005. № 11.

**Кононова М.Ю.** О геоэкологическом маркетинге устойчивого развития туристско–рекреационных зон территорий городов.

**Кононова М.Ю.** About Geoecological marketing of sustainable development of tourist–recreational zones of cities territories.

Сборник тезисов VIII междунар. Экол. форум «День Балтийского моря» 22–23 марта 2007 г. СПб, ООО Изд–во «Диалог», 2007. – С.548–550 с.

**Кононова М.Ю.** О геоэкологическом маркетинге устойчивого развития туристско–рекреационных зон территорий городов. Научное издание. Тезисы докладов и сообщений междунар.межрегион. научно–практ.конф. «Туризм–ответ на вызовы современности» 18–19.09.2008. Часть 1. СПб: Невский Фонд. 2008. – с.117–126.

**Кононова М.Ю.** О визуализации результатов ЛТБМ// Научно–технические ведомости СПбГТУ / Санкт–Петербургский технический университет .— Санкт–Петербург., 2000 .— №3 .— С.116–127.

**Кононова М. Ю.** О геоэкологическом маркетинге устойчивого развития туристско–рекреационных зон территорий городов / М. Ю. Кононова // Научно–технические ведомости СПбГТУ .— СПб., 2008 .— №6(70) : Основной выпуск .— С. 142–148 .— ISSN 1994–2354

**Кононова М. Ю.** Оценка и прогноз качества воды в бьефах ГЭС (ГАЭС): Лаб. практикум .— СПб. : Изд–во СПбГТУ, 1998 .— 38 с.

**Кононова М. Ю.** Оценка и прогноз качества воды в бьефах ГЭС (ГАЭС): Метод. указания .— СПб. : Изд–во СПбГТУ, 1998 .— 49 с.

**Кононова М.Ю.** Экологический мониторинг в составе АСУ ТП ГЭС: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.10; 05.14.16 / М. Ю. Кононова; Санкт–Петербургский государственный технический университет.— СПб., 1994 .— 18 с. : ил .

**Кононова М.Ю.** Экологический мониторинг в составе АСУ ТП ГЭС: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.10; 05.14.16 / М. Ю. Кононова; СПбГТУ; науч. рук.: Ю. С. Васильев .— СПб., 1994 .— 160 с. : ил .

**Кононова М.Ю.** Экология. Экологические основы объектов туризма и спорта: Учеб. пособие. СПб.: Изд–во Политехн. ун–та, 2006.— 94 с. : ил .

**Кононова М.Ю.** Экология. Экологические основы объектов туризма и спорта: учеб. пособие / М. Ю. Кононова. — СПб.: Изд–во Политехн. ун–та, 2006.— 186 с.

**Кононова М.Ю., Молькеитин Ф.** Глобализация технической культуры инженеров–водников // Сб. мат–лов VI Междунар. конф. и выставки «Акватерра». СПб: Изд. РЕСТЭК, 2003. С. 264–268.

**Кононова М.Ю., Никонова О.Г.** Геоэкологическая формализация 3Д визуализации

для развития недвижимости туристско–рекреационных зон //Труды СПбГТУ/ Минобр. Российской Федерации.— СПб., 2007.— №502: Строительство .— С.373–379 : ил.

Методика прогнозирования качества вод. – М.:ВНИИВОДГЕО.1988.– 20 с.

Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоёмов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК.–Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 40 с.

**Никаноров А.М., Львов В.А., Каминский М.С.** Контроль качества вод и их охрана // Тр.5 Всес. гидролог. съезда 20–24 окт. – Ленинград, 1986. – Т.1. – Л., 1990. – С.145–163.

**Никонова О.Г., Кононова М.Ю.** 3D модель визуализации мониторингового участка ГЭС средствами Arc View GIS // Научно–технические ведомости СПбГТУ.— Санкт–Петербург., 2003 .— №2(32) .— С. 198–204 : рис .

**Одум Ю.** Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 470 с.

Охрана окружающей среды/ Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 424 с.

**Пахомова Н.В., Рихтер К.К.** Экономика природопользования и экологический менеджмент: Учебник для вузов. СПб.: Изд–во СПбТУ, 1999. 488 с.

**Петров В.В.** Экологическое право России (Учебник). – М.: Изд–во БЕК, 1996.– 557 с.

Постановление Совета Министров СССР “О коренной перестройке дела охраны природы в стране”. М., 1988.

Постановление Совета Министров СССР “О первоочередных мерах по улучшению использования водных ресурсов в стране”. М., 1988.

Правила охраны поверхностных вод. Типовые положения. – М., 1991.

Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей/ М–во энергетики и электрификации СССР.– 14–е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 288 с.

**Реймерс Н.Ф.** Природопользование: Словарь–справочник. М.: Мысль, 1990. 637 с.

**Реймерс Н.Ф.** Популярный биологический словарь. М.: Наука, 1991.539 с.

Рекомендации по прогнозированию качества поверхностных вод. – М.: ВНИИ транспортного строительства, 1984. – 112 с.

СанПиН 3907–85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ/ Минздрав СССР.– М., 1987. – 22 с.

СанПиН 4630–88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения/ Минздрав СССР. – М., 1988. – 69 с.

СанПиН 2.1.4.027–95. Питьевая вода и водоснабжение населённых мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно–питьевого назначения. М., 1995. – 27 с.

Справочник по гидрохимии /Ред.Никаноров А.М. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 391 с.

**Стадницкий Г.В., Родионов А.И.** Экология: Учеб. пособие для вузов – 2–е изд., испр. – СПб: Химия, 1996. – 240 с.

СНиП 1.02.81–85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно–сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений / Госстрой СССР. – М., 1986. – 40 с.

**Фелленберг Г.** Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – 232 с.

Фоновый экологический мониторинг окружающей природной среды. Влияние загрязнения на биологические системы. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 8 с.

**Холинг К.С., Базыкин А.Д., Бруннелл П. и др.** Экологические системы. Адаптивная оценка и управление. – М.: Мир, 1981. – 397 с.

**Хрисанов Н.И., Арефьев Н.В.** Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. – Л.: Изд-во СПбУ. 1992. – 168 с.

**Хрисанов Н.И., Осипов Г.К.** Управление эвтрофированием водоёмов. – СПб.: Гидрометеоздат. 1993. – 278 с.

**Черняев А.М., Белова Л.П., Логинова Н.Н.** Воды России (состояние, использование, охрана)//РосНИИ комплексного использов. и охр. водн. ресурсов; РАН, Уральское отд. . – 1992. – 92 с.

Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты/Романенко В.Д.,Оксиюк О.П.,Жукинский В.Н., Стольберг Ф.В., Лаврик В.И.;Отв.ред.Зайцев Ю.П.; Киев: Наук.думка,1990.–256 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ I

### Основные гостируемые и специальные термины

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
<b>Акватория</b>	Водное пространство в пределах естественных, искусственных или условных границ (ВК) <sup>26</sup> .
<b>Анаэроб(ы)</b>	Организм, способный жить в бескислородной среде. Способность жить без доступа свободного кислорода называется анаэробизмом (БС) <sup>27</sup> .
<b>Антропогенная составляющая баланса химических веществ водного объекта</b>	Статья баланса химических веществ водного объекта, учитывающая поступление в него химических веществ с промышленными, сельскохозяйственными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, с атмосферными осадками и выпадениями пыли, загрязнёнными промышленными выбросами, т.е. поступление обусловленное хозяйственной деятельностью человека (ГХС) <sup>28</sup> .
<b>Аэроб (ы)</b>	Организм, способный жить лишь в среде, содержащей свободный молекулярный кислород. К аэробам относятся почти все животные и растения, а также многие грибы и микроорганизмы. Биологические процессы, протекающие с доступом воздуха, называют аэробизмом (БС).
<b>Биогенные вещества в природных водах</b>	Минеральные вещества, наиболее активно участвующие в жизнедеятельности водных организмов (соединения азота – $\text{NH}_4^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{NO}_3^-$ , фосфора – $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , $\text{HPO}_4^-$ , $\text{PO}_4^-$ ; кремния – $\text{HSiO}_3^-$ , $\text{SiO}_3^{2-}$ ; железа – $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ и некоторые микроэлементы) (ГХС).
<b>Биологическая индикация воды</b>	Оценка качества воды по наличию водных организмов, являющихся индикаторами её загрязнённости (КВ) <sup>29</sup> .
<b>Биологическое тестирование воды</b>	Оценка качества воды по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами (КВ).
<b>Биохимическое потребление кислорода (БПК)</b>	Количество растворенного кислорода, потребляемого за установленное время и в определённых условиях при биохимическом окислении содержащихся в воде органических веществ (КВ).
<b>Визуализация ЛТБМ</b>	Совокупность реальных и модельных изображений с привязкой во времени и пространстве к единице природно-технической среды (1996).

<sup>26</sup> Здесь и далее - ссылка на Водный Кодекс РФ-

<sup>27</sup> Здесь и далее - ссылка на популярный биологический словарь.

<sup>28</sup> Здесь и далее - ссылка на гидрохимический словарь.

<sup>29</sup> Здесь и далее - ссылка на ГОСТ 27065-86 (СТ СЭВ 5184-85).

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
<b>Водное хозяйство</b>	Деятельность в сфере изучения, использования, охраны водных объектов, а также предотвращения и ликвидации негативного воздействия вод (ВК).
<b>Водные ресурсы</b>	Поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы (ВК).
<b>Водный объект</b>	Природный или искусственный водоём, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима (ВК).
<b>Водный режим</b>	Изменение во времени уровней, расхода и объёма воды в водном объекте (ВК).
<b>Водный фонд</b>	Совокупность водных объектов в пределах территории Российской Федерации (ВК).
<b>Водоотведение</b>	Любой сброс вод, в том числе сточных вод и (или) дренажных вод, в водные объекты (ВК).
<b>Водопользователь</b>	Физическое лицо или юридическое лицо, которым предоставлено право пользования водным объектом (ВК).
<b>Водопотребление</b>	Потребление воды из систем водоснабжения (ВК).
<b>Водоснабжение</b>	Подача поверхностных или подземных вод водопотребителям в требуемом количестве и в соответствии с целевыми показателями качества воды в водных объектах (ВК).
<b>Водохозяйственная система</b>	Комплекс водных объектов и предназначенных для обеспечения рационального использования и охраны водных ресурсов гидротехнических сооружений (ВК).
<b>Водохозяйственный участок</b>	Часть речного бассейна, имеющая характеристики, позволяющие установить лимиты забора (изъятия) водных ресурсов из водного объекта и другие параметры использования водного объекта (водопользования) (ВК).
<b>Гигиенический критерий качества воды</b>	Критерий качества воды, учитывающий токсикологическую, эпидемиологическую и радиоактивную безопасность воды и наличие благоприятных свойств для здоровья живущего и последующих поколений людей (КВ).
<b>Гидротехнические сооружения</b>	Плотины, здания ГЭС, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъемники; сооружения предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов водохранилищ, берегов и дна русел рек; сооружения (дамбы), ограждающие хранилища

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
	жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций; устройства от размыва на каналах, а также другие сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов и предотвращения вредного воздействия вод и жидких отходов (БГС) <sup>30</sup> .
<b>Гидротехнических сооружений безопасность</b>	Свойство гидротехнических сооружений, позволяющее обеспечить защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов (БГС).
<b>Гидрохимический режим</b>	Изменение химического состава воды водного объекта во времени (КВ).
<b>Дренажные воды</b>	Воды, отвод которых осуществляется дренажными сооружениями для сброса в водные объекты (ВК).
<b>Евтрофирование водных объектов</b>	Повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием антропогенных или естественных факторов (ГХС).
<b>Загрязнение вод</b>	Поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов или тепла (КВ).
<b>Загрязнённость вод</b>	Содержание загрязняющих воду веществ, микроорганизмов и тепла, вызывающее нарушение требований к качеству воды (КВ).
<b>Индекс качества воды</b>	Обобщённая числовая оценка качества воды по совокупности основных показателей для конкретных видов водопользования (КВ).
<b>Использование водных объектов (водопользование)</b>	Использование различными способами водных объектов для удовлетворения потребностей Российской Федерации, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований, физических лиц, юридических лиц (ВК).
<b>Истощение вод</b>	Постоянное сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод (ВК).
<b>Качество воды</b>	Сочетание химического и биологического состава и физических свойств воды, определяющее её пригодность для конкретных видов водопользования (ОП) <sup>31</sup> .
<b>Качество окружающей природной среды</b>	Состояние экологических систем природы, при котором постоянно и неизменно совершается обмен веществ и энергии внутри природы, между природой и человеком и воспроизводится жизнь (ст.25 ЗООС) <sup>32</sup> .
<b>Класс качества воды</b>	Уровень качества воды, установленный в интер-

<sup>30</sup> Ссылка на ст. Закона РФ о безопасности гидротехнических сооружений.

<sup>31</sup> Здесь и далее - ссылки на ГОСТ 17.1.1.01-77.

<sup>32</sup> Ссылка на ст. Закона РФ об охране окружающей среды.

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
	вале числовых значений свойств и состава воды, характеризующих её пригодность для конкретного вида водопользования (КВ).
<b>Контроль качества воды</b>	Проверка соответствия показателей качества воды установленным нормам и требованиям (КВ).
<b>Критерии безопасности гидротехнических сооружений</b>	Предельные значения количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения и утверждённые в установленном порядке Федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений (БГС).
<b>Критерий качества воды</b>	Признак или комплекс признаков, по которым производится оценка качества воды (КВ).
<b>ЛТБМ</b>	Локальный территориально–бассейновый мониторинг – это мониторинг, проводимый в границах мониторингового участка (укрупнённого мониторингового участка), общий, экологический, антропогенного развития с включением актуальных и потенциально опасных объектов, сопредельных инженерно-технических объектов (в том числе линейных, средств коммуникаций и связи, средств автоматизации и диагностики) для сохранения жизнеобеспечения и жизнеспособности природно-технической среды ГЭС.(1992)
<b>Мезосапроб</b>	Организм, обитающий в водах, умеренно загрязнённых органическим веществом. Отличают полуанаэробных альфа– мезосапробов и аэробных бета– мезосапробов. Первые живут в более, вторые – в менее загрязнённых водах. Мезосапробы служат биоиндикаторами средней загрязнённости воды биогенными органическими веществами (БС).
<b>Мониторинговый участок (МУ)</b>	Территория с актуальными и потенциально опасными объектами техносферы, подвергающаяся особому виду наблюдения и контроля и дальнейшего экологического учёта (1992).
<b>Мутность воды</b>	Показатель, характеризующий уменьшение прозрачности воды в связи с наличием тонкодисперсных взвешенных частиц (КВ).
<b>Насыщенность воды кислородом</b>	Отношение фактически установленной концентрации кислорода в воде к его равновесной концентрации в данных условиях (КВ).
<b>Негативное воздействие вод</b>	Затопление, подтопление, разрушение берегов водных объектов, заболачивание и другое нега-

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
	тивное воздействие на определённые территории и объекты (ВК).
<b>Нормы качества воды</b>	Установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования (КВ).
<b>Окраска воды</b>	Показатель, характеризующий наличие веществ, вызывающих окрашивание воды (КВ).
<b>Олигосапроб</b>	Организм, населяющий чистые, незагрязнённые воды (биоиндикатор высокой частоты вод) (БС).
<b>Органолептические свойства</b>	Свойства объектов внешней среды, которые выявляются и оцениваются с помощью органов чувств (вкус, запах, цвет и др.) (ГХС).
<b>Отдых</b>	1) свободное от работы время, предназначенное для восстановления сил и трудоспособности, в течение которого человек находится в состоянии покоя или меняет вид деятельности (не направленной на извлечение выгоды); 2) относительно длительное состояние покоя или ненапряжённой деятельности. В течение которого у утомлённого организма восстанавливаются нормальные функции (ПП).
<b>Отдых активный</b>	Перемена вида деятельности (спорт, туризм и т.д.) в свободное от работы время с целью восстановления работоспособности (ПП).
<b>Отдых неорганизованный</b>	Сознательно ненаправляемый и общественно слабо управляемый стихийный процесс использования рекреационных ресурсов. Характеризуется отсутствием специально организованных рекреационных объектов, маршрутов, обслуживания (ПП).
<b>Отдых организованный</b>	Строго дозированный. Сознательно управляемый, хорошо канализированный (от слова – канал) процесс использования рекреационных ресурсов, основанный на приспособлении для этого природных и культурных объектов, высокой степени обслуживания отдыхающих, в том числе экскурсионно-просветительского (ПП).
<b>Отдых пассивный</b>	Резкое снижение всякой деятельности вплоть до состояния расслабленного покоя в нерабочее время или в паузах труда в целях восстановления работоспособности (ПП).
<b>Охрана водных ресурсов</b>	Система мер, направленных на предотвращение и устранение последствий загрязнения и истощения водных ресурсов (ГХС). Система мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов (ВК).
<b>Оценка безопасности гидротехни-</b>	Определение соответствия состояния гидротех-

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
<b>Технического сооружения</b>	технического сооружения и квалификации работников эксплуатирующей организации нормам и правилам, утверждённым в порядке, определённом Федеральным законом о безопасности гидротехнических сооружений (БГС).
<b>Оценка водных ресурсов</b>	Система мер, направленных на предотвращение и устранение последствий загрязнения и истощения водных ресурсов (ГХС)
<b>Оценка качества анализа природных вод</b>	Оценка возможных погрешностей и качества определения каждого компонента химического состава воды (ГХС).
<b>Полисапроб</b>	Анаэробный организм, живущий в сильно загрязнённых органическими веществами водоёмах (с недостатком кислорода и нередко с высоким содержанием органических веществ, угольной кислоты, сероводорода, метана, в илах – сульфида железа). Может служить биоиндикатором высокой степени загрязнения воды биогенами (БС).
<b>Предельно допустимая концентрация веществ в воде</b>	Концентрация веществ в воде выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования (КВ).
<b>ПДК</b>	Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, водоёмах, почвах устанавливаются органами санитарно–эпидемиологического надзора применительно к охране здоровья человека, другими органами с целью охраны растительности и животного мира (ст.26 З).
<b>Предельно допустимый сброс вещества в водный объект</b>	Масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения нормального качества воды в контрольном пункте (ОП).
<b>Прогнозирование качества воды</b>	Определение качества воды на перспективу с учётом действующих и планируемых факторов воздействия на водный объект (КВ).
<b>Прозрачность воды</b>	Показатель, характеризующий способность воды пропускать световые лучи (КВ).
<b>Регулирование качества воды</b>	Воздействие на факторы, влияющие на формирование химического состава воды водного объекта с целью соблюдения норм и улучшения качества воды (ОП).
<b>Ресурсы энергетические</b>	Совокупность энергии Солнца и космоса, атомно-энергетических, топливно-энергетических, термальных и других источников энергии (ПП).

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
<b>Речной бассейн</b>	Территория, поверхностный сток вод с которой через связанные водоёмы и водотоки осуществляется в море или озеро (ВК).
<b>Самоочищение вод</b>	Совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водного объекта (КВ).
<b>Сапробность</b>	Физиолого–биохимические свойства организма (сапробионта), позволяющие ему жить в воде с тем или иным, обычно значительно повышенным, содержанием органических веществ, поступающих с хозяйственно–бытовыми и/или промышленными сточными водами. Увеличение сапробности способствует эвтрофикации водоёма (БС). Способность водных организмов обитать в воде, содержащей различное количество органических веществ (КВ)
<b>Ситуация аварийная в природопользовании</b>	Кратковременное резкое нарушение технологических циклов использования природных ресурсов, обычно ведущее к неблагоприятным последствиям вплоть до экологической катастрофы и возникновения стихийного бедствия (ПП).
<b>Сточные воды</b>	Воды, сброс которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с загрязнённой территории (ВК).
<b>Стратификация</b>	Слоистое строение морской, озёрной, речной и другой водной массы, обусловленное различными физико–химическими свойствами слоёв (температура, плотность, концентрация кислорода и т.д.) на различных глубинах (ГХС).
<b>Стратификация концентрации растворенного кислорода</b>	Распределение концентрации растворенного кислорода в воде морей, океанов, озёр, водохранилищ по глубине (ГХС).
<b>Стратификация температурная</b>	Слоистое распределение температуры воды по глубине водоёма, различают прямую, характеризующуюся понижением температуры воды с глубиной (тёплое время года), и обратную – температура воды повышается с увеличением глубины (холодное время года) (ГХС).
<b>Территория гидротехнического сооружения</b>	Территория в пределах границ землеотвода, установленных в соответствии с земельным законодательством Российской Федерации (БГС).
<b>Территория развития</b>	любая территория, имеющая целевую привлекательность, обеспеченная (обладающая) достаточной ресурсоёмкостью (биосферного характера), отвечающая нормам и правилам жизнедеятельности

<b>Термин или понятие</b>	<b>Формулировка определения</b>
	тельности человека и не имеющая скрытых форм угрозы здоровью человека и его жизни (2001)
<b>Требования к качеству природных вод</b>	Сумма физических, химических, микробиологических, общепатологических и органолептических показателей, определяющих качество природных вод (ПП) <sup>33</sup> .
<b>Трофический уровень</b>	Совокупность организмов, получающих преобразованную в пищу энергию солнца и химических реакций (ПП)
<b>Токсикологичность</b>	Способность организмов обитать в воде, содержащей различное количество токсичных веществ (КВ).
<b>Угнетенный мониторинговый участок (УМУ)</b>	Мониторинговый участок, занимающий большую территорию и имеющий в своем составе несколько взаимодействующих объектов, влияние которых на природную среду носит кумулятивный характер (1992).
<b>Химический состав воды</b>	Совокупность находящихся в воде веществ в различных химических и физических состояниях (КВ).
<b>Химическое потребление кислорода (ХПК)</b>	Количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей (КВ).
<b>Цветение воды</b>	Массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение окраски воды (ОП).
<b>Цветность воды</b>	Показатель, характеризующий интенсивность окраски воды (КВ).
<b>Эвтрофирование воды</b>	Повышение уровня биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов, главным образом азота и фосфора (ОП).
<b>Экологический контроль</b>	Проверка соблюдения предприятиями, учреждениями, организациями, гражданами экологических требований по охране окружающей природной среды и обеспечению экологической безопасности. Различают экологический контроль – государственный, производственный, общественный (ст. 68, 70, 71, 72 З).
<b>Экологический критерий качества воды</b>	Критерий качества воды, учитывающий условия нормального во времени функционирования водной экологической системы (КВ).
<b>Экономический критерий качества воды</b>	Критерий качества воды, учитывающий рентабельность использования воды водного объекта (КВ).

<sup>33</sup> Здесь и далее - ссылка на словарь-справочник Природопользование.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ II**

Приложение предназначено для подготовки и проведения индивидуальных и групповых лабораторных работ с уточнением сценариев развития комплексного использования водных ресурсов мониторинговых участков в бьефах ГЭС (ГАЭС) и охраны окружающей среды.

Результаты могут быть получены как «в ручную», так и с использованием стационарных и/или мобильных средств математического моделирования и программирования.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Предлагаемый лабораторный практикум прежде всего предназначен для студентов, обучающихся на энергетических специальностях Технического университета. На всех стадиях проектирования и эксплуатации энергетических и, в частности, гидроэнергетических объектов стоит вопрос гидроэкологической оценки влияния режимов работы ГЭС (ГАЭС) и прогнозирования последствий по принимаемым решениям с различной оперативностью и срочностью.

Умение оценить исходную информацию на основании предлагаемых гидроэкологических ситуаций, осуществить многовариантное прогнозирование с использованием информационных данных и перспективных прогнозов по результатам локального территориально–бассейнового мониторинга, проанализировать и оценить получаемые результаты с их визуализацией, сделать свой правильный выбор на основании познания, объективной мотивации и многопрофильной подготовки должно способствовать принятию управленческих решений и выдачи рекомендаций о дальнейшей эксплуатации объекта или режиме его наибольшей гидроэкологической безопасности. В качестве базовых вариантов предложены три лабораторные работы при различных комбинациях рассматриваемых и имитационных исходных данных и схемах, позволяющие рассмотреть основные подходы для проведения оценки и прогноза качества воды в бьефах ГЭС (ГАЭС). Предложена оценка и прогноз качества воды по растворенным азотосодержащим веществам, что является фрагментарным подходом к оценке качества воды, но позволяет оценить всю сложность, многофакторность, многовариантность и комплексность гидроэкологических процессов.

Вопросы очистки сточных вод и качества сточных вод, а также уровень оснащения предприятий очистными сооружениями при всей их важности не будут затронуты в данной работе. Этим вопросам посвящено много времени в дисциплинах кафедры ГСиПЭ ИСИ СПбГПУ.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Начиная лабораторные работы обратите внимание на параметры качества воды водотоков и водоёмов, предложенные в Вашем задании. Проведите классификацию водотока и/или водоёма в соответствии с методическими указаниями “Оценка и прогноз качества воды в бьефах ГЭС(ГАЭС)”. Оценка качества воды является первым результатом Вашего исследования. Используя имитационные модели, описанные в каждой из лабораторных работ произведите расчёт на указанный период интересующего (заданного) отрезка времени. Проверьте результаты расчёта на мониторе, выведя на него файл с результатами. Убедившись в их правильности и нужном объёме, распечатайте таблицы результатов в цифровом виде. Теперь представьте цифровые данные в графическом виде (можно использовать стандартные программы создания наглядных графиков и диаграмм начиная с версий Excel 5.0 или Excel 7.0, имеющихся в компьютерных классах ИСИ или на личных гаджетах). Будьте внимательны при выборе масштаба графиков, который должен обеспечить необходимую наглядность результатов и подтвердить правильность представляемой Вами оценки и перспективного прогноза. Проанализируйте результаты, сравнив их с исходными и нормативными показателями качества природных вод по растворенным азотосодержащим веществам. Оцените все параметры и составляющие водной среды в соответствии с заданием, вклад каждого из них в полученный результат. Сформулируйте выводы по итогам, проведённых лабораторных работ, и рекомендации о путях и методах контроля за качеством воды в бьефах ГЭС и ГАЭС, необходимых мероприятиях для поддержания требуемых нормативных величин показателей качества водной среды и/или изменения имеющихся тенденций ухудшения состояния водного объекта в связи с увеличением антропогенной нагрузки на водосборе, недоучёта самоочищающей и/или самовосстанавливающей способности, о недоиспользованной природной ёмкости водного объекта и его рамках толерантности по отношению к техногенной нагрузке на водосбо-

ре и возможностях дальнейшего рационального использования водного ресурса.

Требования к оформлению графического материала регламентированы ГОСТом и являются обязательными для всех отчётных документов по лабораторным работам. Пояснительная записка оформляется по каждой лабораторной работе.

## 2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОСРЕДНЕННЫХ ПО ОБЪЕМУ ВОДОЁМА КОНЦЕНТРАЦИЙ АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА

### ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ РЕАЛИЗУЕМЫЕ В РАБОТЕ

- Произвести расчёт концентраций  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  в водоёме и их изменение со временем;
- Данный расчёт произвести с учётом изменения со временем ряда экологических параметров водной среды (физико–химических, гидрологических и биотических):
  - а) трансформации  $\text{NH}_4^+$  в  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_2^-$  в  $\text{NO}_3^-$ ;
  - б) интенсивности роста и гибели биомассы фитопланктона;
  - в) интенсивности светового потока на поверхности водоёма;
  - г) расхода притока в водоём и оттока из него;
  - д) температуры воды;
- Расчёт осуществить по трём глубинам в рассматриваемом створе мониторингового участка;
- Характеристики, необходимые для расчёта, подготовить в соответствии с заданием и файлом исходных данных – A1V.IN;
- Проанализировать полученные данные из файла результатов – A1W.OUT;
- Использовать полученные результаты в дальнейших расчётах для совместимых программных продуктов.

### УКРУПНЁННАЯ БЛОК–СХЕМА ВЗАИМОСВЯЗИ ФАЙЛОВ

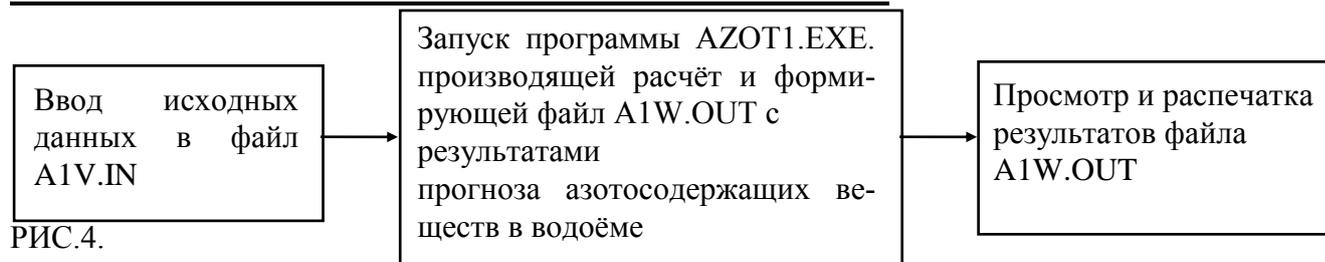


РИС.4.

## **РАСШИФРОВКА ВНУТРИПРОГРАММНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ**

---

---

**C1 (CP1) (GDNH4)** – КОНЦЕТРАЦИЯ  $\text{NH}_3$  (В ПРИТОКЕ) (В ГРУНТЕ), МГ/Л

**C2 (CP2) (GDNO2)** – КОНЦЕТРАЦИЯ  $\text{NO}_2$  (В ПРИТОКЕ) (В ГРУНТЕ), МГ/Л

**C3 (CP3) (GDNO3)** – КОНЦЕТРАЦИЯ  $\text{NO}_3$  (В ПРИТОКЕ) (В ГРУНТЕ), МГ/Л

**K1** – КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ  $\text{NH}_3$  В  $\text{NO}_2$  , 1/ЧАС

**K2** – КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ  $\text{NO}_2$  В  $\text{NO}_3$  , 1/ЧАС

**NU** – КОЭФФИЦИЕНТ ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ N В ПЛАНКТОНЕ , 1/ЧАС

**MU (MU0)** – ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА БИОМАССЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ , 1/ЧАС

**B** – БИОМАССА ФИТОПЛАНКТОНА, МГ/Л

**RO** – ИНТЕНСИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА НА ДЫХАНИЕ , 1/ЧАС

**M** – ИНТЕНСИВНОСТЬ ГИБЕЛИ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА , 1/ЧАС

**S** – ИНТЕНСИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ БИОМАССЫ НА ОСАЖДЕНИЕ, 1/ЧАС

**I0** – ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕТОВОГО ПОТОКА НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДОТОКА , ЛК.

**EPS (EPS0)** – КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ВОДОЙ (ПРИ  $B=0$ )

**W** – ОБЪЕМ ВОДОХРАНИЛИЩА ,М.КУБ.

**Q (QP) (QOT)** – РАСХОД (ПРИТОКА) (ОТТОКА) , М.КУБ./СЕК

**H** – СРЕДНЯЯ ГЛУБИНА ВОДОХРАНИЛИЩА , М

**T** – ТЕМПЕРАТУРА , ГРАД.С

**SUMTM** – ВСЕ ВРЕМЯ РАСЧЕТА , ЧАС

**DTM** – ПРИРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ , ЧАС

**BETA** – ФАКТОР ПЕРЕХОДА ОТ ОБЩЕЙ РАДИАЦИИ К ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩЕАКТИВНОЙ

---

---

### БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ AZOT1

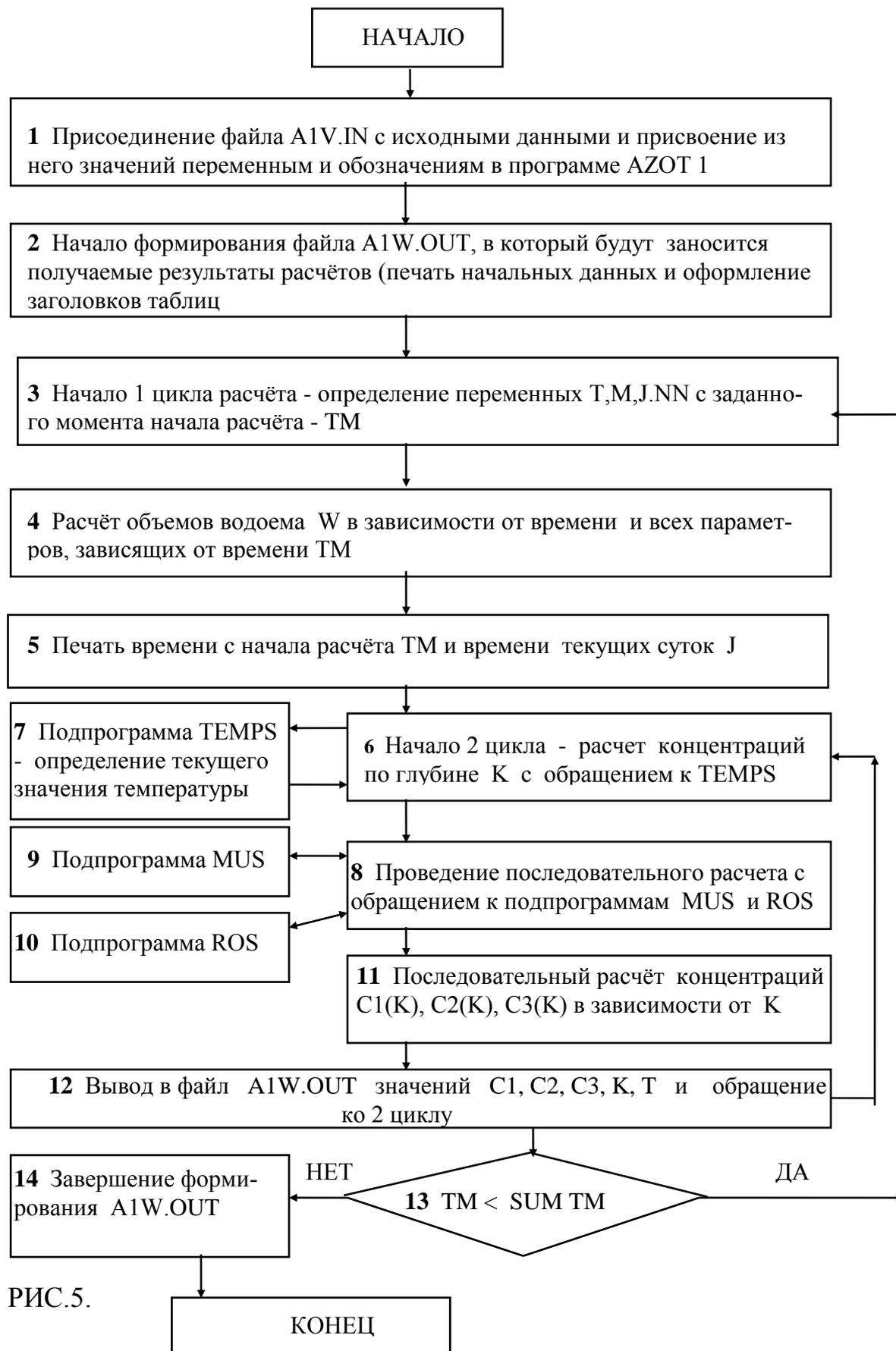


РИС.5.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА

В основу математической модели прогноза процесса изменения азотосодержащих веществ в водоёме положены соотношения для прогнозирования осреднённых по объёму водоёма концентраций азотосодержащих веществ с учётом влияния фитопланктона [7,12]:

– для  $\text{NH}_4^+$

$$C_1 = A_1 e^{-a_1 dt} + E_1 + F_1 e^{-\gamma dt} ; \quad (1)$$

– для  $\text{NO}_2^-$

$$C_2 = A_2 e^{-a_2 dt} + E_2 + D_2 e^{-a_1 dt} + F_2 e^{-\gamma dt} ; \quad (2)$$

– для  $\text{NO}_3^-$

$$C_3 = A_3 e^{-a_3 dt} + E_3 + D_3 e^{-a_1 dt} - A_2 e^{-a_2 dt} + F_3 e^{-\gamma dt} ; \quad (3)$$

где

– для расчёта аммонийного азота ( $I$ ) используются следующие обозначения:

$$A_1 = C_1^0 - E_1 - F_1 ; \quad (1.1)$$

$$E_1 = (Q_{\text{пр}} C_1^{\text{пр}} + v_{\text{ф}} \cdot \alpha \cdot \rho_{\text{д}} W + G_{\text{д}}) / a_1 W ; \quad (1.2)$$

$C_1^0$  – начальная концентрация искомого ингредиента в воде водоёма; (мг/л);

$Q_{\text{пр}}$  – приток воды, средний за расчётный период времени  $dt$ , (м<sup>3</sup>/сут);

$C_1^{\text{пр}}$  – концентрация ингредиента в воде притока, средняя для расчётного периода (мг/л);

$G_{\text{д}}$  – концентрация искомого ингредиента в грунте водоёма, (мг/л);

$v_{\text{ф}}$  – коэффициент относительного содержания азота в фитопланктоне, 0.08 [ 7 ];

$\alpha$  – расчётный коэффициент, см.дальше;

$\rho_{\text{д}}$  – интенсивность снижения биомассы фитопланктона на дыхание, (1/сут);

$W$  – объем водоёма – водохранилища средний для расчётного периода времени, ( м<sup>3</sup> ).

$$F_1 = v_{\Phi} \cdot \beta \cdot \rho_D / (a_1 - \gamma); \quad (1.3)$$

$\beta, \gamma$  – расчётные коэффициенты;

$$\beta = B_0 - \alpha; \quad (1.4)$$

$B_0$  – концентрация фитопланктона в момент времени  $t_0$ , предшествующий расчётному, (мг/л);

$B_{ПРФ}$  – биомасса фитопланктона в воде, поступающей в водоём, (мг/л);

$$a_1 = K_1 + Q_{OT}/W; \quad (1.5)$$

$K_1$  – коэффициент трансформации  $NH_3 \rightarrow NO_2$ ;

$$\alpha = [MU_0/H(\rho_D + S + M + Q_{OT}/W_{CP})] + \\ + [Q_{ПРФ}B_{ПРФ}/W(\rho_D + S + M + Q_{OT}/W_{CP})] - \xi_0/\xi; \quad (1.6)$$

$\xi_0$  – коэффициент поглощения света водой при  $B_{\Phi}=0$ ;

$$\xi_0 = 1.9/dh_c; \quad (1.7)$$

$\xi$  – коэффициент поглощения света в результате развития биомассы;

$$\gamma = \rho_D + S + M + Q_{OT}/W_{CP}; \quad (1.8)$$

$$\rho_D = 0.06 (1.045^{T-20}); \quad (1.9)$$

$\rho_D$  – интенсивность снижения биомассы фитопланктона на дыхание, (1/сут); при  $20^\circ C$   $\rho_D = 0.06$  (1/сут) [ 7 ] ;

$S$  – интенсивность снижения биомассы на осаждение, (1/сут);

$M$  – интенсивность гибели фитопланктона, (1/сут);

$$M = 0.09 [ 1.045^{(T-20)} ] [ 7 ]; \quad (1.10)$$

$$MU_0 = MU_{MAX}(1.08)^{T-20} [CNO_3/(CNO_3+KNO_3)] \cdot$$

$$\cdot [CP/(CP+KP)] \cdot [CC/(CC+KC)] [f(I_0/I_K)]; \quad (1.11)$$

$MU_0$ ,  $MUMAX$  – интенсивность роста биомассы соответственно при естественных и оптимальных условиях, (1/сут);

$$MUMAX=1.5 \text{ 1/сут [ 7 ]};$$

$CNO_3$ ,  $CP$ ,  $CC$  – концентрации растворенных в воде водоёма соответствующих ингредиентов – нитратов, фосфора и углерода, (мг/л);

$KNO_3$ ,  $KP$ ,  $KC$  – константы, равные значениям соответствующих параметров, при которых интенсивность роста биомассы равна половине максимальной [7, 12];

$$KNO_3=0.2 \text{ мг/л}; \quad KP=0.03 \text{ мг/л}; \quad KC=0.5 \text{ мг/л};$$

$f(I_0/I_K)$  – параметр учитывающий влияние освещённости на рост биомассы:

$$f(I_0/I_K) = \begin{cases} 1 + \ln(I_0/I_K), & \text{если } I_0 > I_K \\ I_0/I_K, & \text{если } I_0 < \text{ или } = I_K \end{cases}; \quad (1.12)$$

$I_0$  – значение интенсивности фотосинтезирующеактивной части светового потока на поверхности водоёма (ккал/м<sup>2</sup> день), среднее за дневное время суток;

$I_K$  – константа насыщения интенсивности светового потока (ккал/м<sup>2</sup> день);

$$I_K=400 \text{ ккал/м}^2\text{день};$$

$I$  – интенсивность светового потока (ккал/м<sup>2</sup> день) принимается по справочным таблицам [ ] в зависимости от географического месторасположения исследуемого объекта;

$$I_0 = I \cdot V_p \cdot F; \quad (1.13)$$

$V_p$  – фактор перехода от общей радиации к фотосинтезирующеактивной,  $V_p=0.41$ [7];

$F$  – фотопериод, определяемый по уравнению Алгрена для 60° с.ш.:

$$F = 0.5 + 0.26 \sin(t - 82); \quad (1.14)$$

$t$  – время в сутках с начала года,  $t_0=1$  января;

– где для расчёта нитритного азота в соответствии с (2) используются следующие обозначения:

$$A_2 = C_2^0 - E_2 - D_2 - F_2; \quad (2.1)$$

$$E_2 = (Q_{\text{ПР}}C_2^{\text{ПР}} + E_1W + G_{\text{ДНО}_2})/a_2W; \quad (2.2)$$

$$a_2 = K_2 - Q_{\text{ОТ}}/W; \quad (2.3)$$

$$D_2 = K_1 \cdot A_1/(K_2 - a_1); \quad (2.4)$$

$$F_2 = K_1 \cdot F_1/(a_2 - \gamma); \quad (2.5)$$

– при расчёте содержания в воде нитратного азота в соответствии с (3) использованы следующие обозначения:

$$A_3 = C_3^0 + A_2 - E_3 - D_3 - F_3; \quad (3.1)$$

$$E_3 = (Q_{\text{ПР}}C_3^{\text{ПР}} + K_2 \cdot WE_2 - v_{\text{Ф}}MU_0\alpha W + G_{\text{ДНО}_3})/Q_{\text{ОТ}}; \quad (3.2)$$

$$D_3 = K_2 \cdot D_2; \quad (3.3)$$

$$F_3 = (K_2 \cdot F_2 - v_{\text{Ф}}MU_0\beta)/(Q_{\text{ОТ}}/W - \gamma); \quad (3.4)$$

$K_2$  – коэффициент трансформации (деструкции) нитритного азота, выбирается по справочным таблицам [7, 12].

По результатам расчётов сделать следующие выводы:

1. Оценить качество воды в водоёме.
2. Выявить тенденции изменения содержания растворенных азотсодержащих веществ на заданную перспективу.
3. Дать оценку влияния притока на ход гидрохимических процессов в водоёме.
4. Указать наиболее значимые параметры среды, наиболее существенно влияющие на внутри водоёмные процессы.

### 3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

#### РАСЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА ПО ДЛИНЕ РЕКИ

##### Цели и задачи исследования

– Проанализировать прогноз изменения концентрации растворенных азотосодержащих веществ в потоке водотока на фиксированном мониторинговом участке.

– Произвести расчёт изменения концентраций аммонийного азота, нитратного и нитритного азота в потоке.

– Расчёт производить по мониторинговым постам сети локального территориально–бассейнового мониторинга. Расчёт осуществлять последовательно от одного поста к другому. Количество постов определено в исходных данных.

– Расчёт производить в зависимости от выбранного закона изменения температуры. Провести несколько расчётов для предлагаемых вариантов температурных условий в соответствии с заданием.

– Расчёт производить с учётом скоростного режима потока, варианты которого даны в задании.

– Постоянные величины исходных данных занести в файл A4V1.IN. Все варьируемые исходные данные вводить после запуска программы, работая в интерактивном режиме.

– С результатами расчёта ознакомиться, обратившись к файлу выходных данных A4W.OUT.

##### УКРУПНЕННАЯ БЛОК–СХЕМА ВЗАИМОСВЯЗИ ФАЙЛОВ

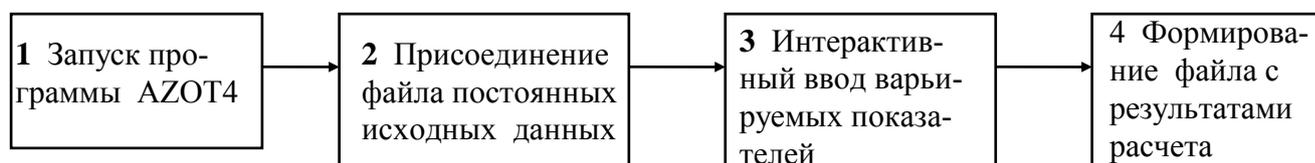


РИС. 6.

## БЛОК–СХЕМА ПРОГРАММЫ AZOT4

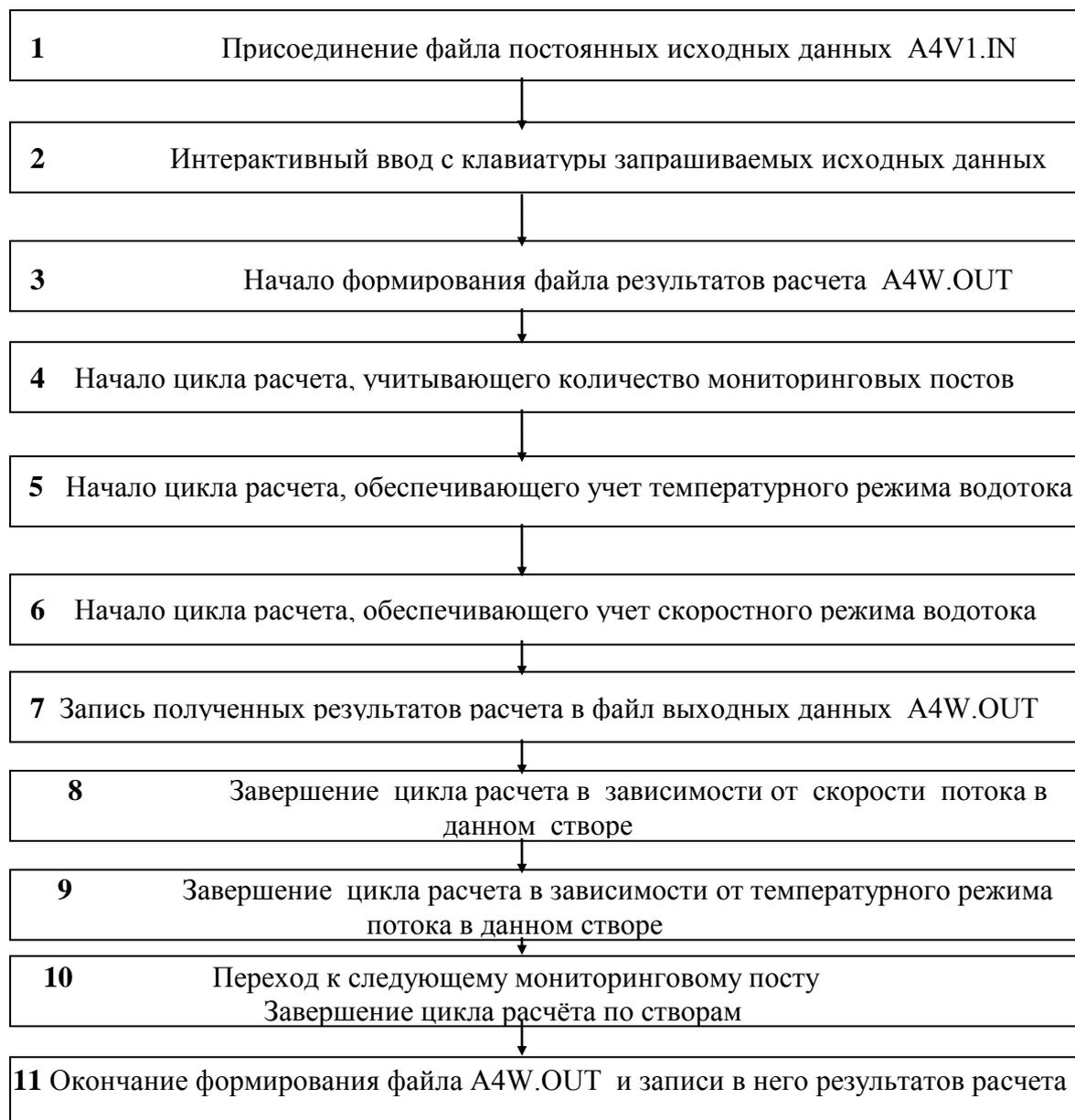


РИС. 7.

### МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА

В основу математической модели расчёта вошли соотношения [12], описывающие изменение концентрации растворенных веществ по длине реки, которые были преобразованы с целью расчёта растворенных азото-содержащих веществ по длине водотока.

– для  $\text{NH}_4^+$

$$C_{\text{NH}_4} = C_{\text{NH}_4}^0 \cdot e^{-K_{\text{NH}_4} \cdot (X/U)};$$

– для  $\text{NO}_2^-$

$$C_{\text{NO}_2} = C_{\text{NO}_2}^0 \cdot e^{-K_{\text{NO}_2} \cdot (X/U)} + [K_{\text{NH}_4} / (K_{\text{NO}_2} - K_{\text{NH}_4})] \cdot C_{\text{NH}_4}^0 \cdot (e^{-K_{\text{NH}_4} \cdot (X/U)} - e^{-K_{\text{NO}_2} \cdot (X/U)});$$

– для  $\text{NO}_3^-$

$$C_{\text{NO}_3} = C_{\text{NO}_3}^0 + C_{\text{NO}_2}^0 \cdot (1 - e^{-K_{\text{NO}_2} \cdot (X/U)}) - [K_{\text{NH}_4} / (K_{\text{NO}_2} - K_{\text{NH}_4})] \cdot C_{\text{NH}_4}^0 \cdot (1 - e^{-K_{\text{NO}_2} \cdot (X/U)}) + [K_{\text{NO}_2} / (K_{\text{NO}_2} - K_{\text{NH}_4})] \cdot C_{\text{NH}_4}^0 (1 - e^{-K_{\text{NH}_4} \cdot (X/U)});$$

где  $C_{\text{NH}_4}$ ,  $C_{\text{NO}_2}$ ,  $C_{\text{NO}_3}$  – соответственно концентрация азота аммонийного, нитритного и нитратного;

$C_{\text{NH}_4}^0$ ,  $C_{\text{NO}_2}^0$ ,  $C_{\text{NO}_3}^0$  – начальные значения концентраций азота в соответствующих соединениях;

$K_{\text{NH}_4}$ ,  $K_{\text{NO}_2}$  – соответственно константа скорости деструкции аммонийного азота и нитритов.

$$K_{\text{NH}_4} = \alpha_T \cdot K_{\text{NH}_4}^{20};$$

$$K_{\text{NO}_2} = \alpha_T \cdot K_{\text{NO}_2}^{20};$$

$K_{\text{NH}_4}^{20}$ ,  $K_{\text{NO}_2}^{20}$  – скорости трансформации в стандартных условиях, то есть при температуре воды равной  $20^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_T$  – поправочный коэффициент влияния температуры воды на скорость процессов трансформации,  $\alpha_T = 1.04^{(T-20)}$ .

По результатам расчётов сделать следующие выводы:

1. Дать характеристику мониторингового участка на основании исходных данных.
2. Полученные результаты по всем вариантам расчёта представить в табличной и графической форме.
3. Сделать выводы о динамике изменения содержания растворенных азотсодержащих веществ для каждого мониторингового поста.

4. По результатам сделать выводы о влиянии изменения температуры в потоке на содержание растворенного вещества в воде.

5. Проанализировать влияние скорости потока на содержание растворенных веществ в нем.

#### **4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ В ВОДОЕМАХ (ВОДОХРАНИЛИЩАХ) ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РАСТВОРЕННЫХ АЗОТОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ**

#### *Общие положения*

При разработке методов оптимизации режимов работы гидроэнергетических объектов (ГЭС, ГАЭС) в составе энергокомплексов необходимо учитывать специфические условия их работы. Эта специфика связана, во-первых, с взаимоувязкой работы всех участников рассматриваемых комплексов (ТЭС, АЭС, ГАЭС и т.д.). Во-вторых, с функциональными особенностями энергокомплексов влияющих на выраженную технологическую связь “река–водохранилище ГЭС–энергосистема”. В этом случае требуется предельная синхронность работы ГЭС с другими участниками энергокомплекса, что обеспечивает единство всех элементов данной системы и отвечает всему многообразию внутренних и внешних связей, возможности оперативной отработки всех требований безопасности и надёжной эксплуатации объектов в целом.

На стадии проекта энергокомплексов рассматриваются различные варианты его работы, в том числе и отвечающие требованиям экологической безопасности и надёжности работы. Поэтому наибольшее внимание уделяется пограничным или наихудшим условиям работы гидроэнергетических объектов, что даёт возможность выявить неблагоприятные или конфликтные участки, зоны, подверженные наибольшему воздействию (гидродинамическому, гидротермическому и т.д.).

Для сравнения могут быть рассмотрены оптимальные условия работы энергокомплекса с точки зрения энергетики. Такие оптимальные условия также должны характеризоваться заданной динамикой сработки и

наполнения водохранилищ энергокомплекса и обеспечивать необходимый тепловой режим, используемых водоёмов. При этом должен быть обеспечен устойчивый и равновесный по отношению к естественным балансам растворенных веществ, характеризующий гидробиологическую стабильность водоёмов.

При выборе оптимальных режимов работы энергокомплекса учитывается несколько критериев оптимальности, что реализуется через многокритериальный подход к выбору оптимальных режимов. Названный подход учитывает противоречивость критериев и использует при решении принципы компромисса: принцип жёсткого приоритета и субоптимизации.

#### Задачи исследования

Основной задачей исследования является выявление совместных режимов водохранилищ энергокомплекса с участием ГЭС–ГАЭС и НС при аварийном выбросе биогенных элементов от точечного объекта загрязнения. На основании данного исследования необходимо дать рекомендации лицу принимающему решение по составлению графика режимов работы ГЭС с учётом экологических требований (в данном случае по оценке качества воды на основании растворенных азотсодержащих веществ).

#### Постановка задачи расчётов водноэнергетических режимов

В зависимости от конкретной ситуации, определяемой требованиями электроэнергетической системы и ОДУ, складывающейся в результате антропогенного воздействия на водную систему “река–водохранилище”, “водохранилище–водохранилище”, “водохранилище–река” и антропогенной нагрузки данной водной системы, обоснование принимаемых режимов работы энергокомплекса ведётся по следующим критериям:

– Максимум выработки электроэнергии на АЭС при её работе в базисе графика нагрузки

$$\sum_{\tau=0}^T \sum_{l=1}^L N_l(t, \theta) dt \rightarrow \max \quad (1)$$

где  $N_l(t, \theta)$  – мощность  $l$ -го агрегата в момент времени  $t$ ;  
 $l$  – номер работающего агрегата;

$\theta$  – температура воды, поступающей в систему охлаждения в данном интервале времени;

$T$  – рассматриваемый интервал планирования работы.

– Максимум выработки пиковой электроэнергии при работе энергокомплекса

$$\int_0^T \sum_{i=1}^I N_i(t) dt \rightarrow \max \quad (2)$$

где  $N_i(t)$  – мощность, развиваемая  $i$ -ой ГЭУ в момент времени  $t$ .

– Минимум отклонения температуры воды от оптимальной для данного сезона года

$$|t_k - t_{k0}|^2 \rightarrow \min, \quad k = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

где  $|t_k - t_{k0}|^2$  – среднеквадратичное отклонение температуры в  $k$ -ой зоне от оптимального значения температуры в  $n$ -ой зоне.

– Минимум отклонения концентрации растворенного вещества от оптимальной концентрации рассматриваемого вещества данного водоёма для данного времени года

$$|C_j^m - C_{j0}^m|^2 \rightarrow \min, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (4)$$

где  $|C_j^m - C_{j0}^m|^2$  – среднеквадратичное отклонение концентрации контролируемого растворенного вещества  $m$  в  $j$ -ой зоне от оптимального значения данной концентрации  $m$  в  $j$ -ой зоне.

#### Состав ограничений целевой функции

При выборе режимов работы энергокомплекса учитывается ряд ограничений целевой функции:

1. Обеспечение баланса активной мощности пиковых ГЭУ.

$$\sum_{i=1}^I N_{pi} = N_{оду}, \quad (5)$$

где  $N_{pi}$  – мощность пиковых станций;

$N_{оду}$  – огибающая пиковой мощности главного графика нагрузки, заданного ОДУ.

2. Обеспечение выработки базисной электроэнергии.

$$\sum_{\tau=0}^T N_B(t) dt \geq \mathcal{E}_{оду}^B, \quad (6)$$

где  $N_B(t)$  – базисная мощность в момент времени  $\tau$  ;

$\mathcal{E}_{оду}^B$  – заданное значение выработки базисной электроэнергии.

3. Обеспечение выработки пиковой электроэнергии.

$$\sum_{\tau=0}^T N_P(t) dt \geq \mathcal{E}_{оду}^P, \quad (7)$$

где  $N_P(t)$  – пиковая мощность в момент времени  $\tau$  ;

$\mathcal{E}_{оду}^P$  – заданное значение выработки пиковой электроэнергии.

4. Ограничение по максимальным и минимальным объемам водохранилищ, используемым энергокомплексом в качестве верхового и низового бассейнов.

$$W_{KMIN} \leq W_K \leq W_{KMAX}, \quad (8)$$

где  $W_K$  – объем  $k$ -ого рассматриваемого водохранилища;

$W_{KMIN}$ ,  $W_{KMAX}$  – объем  $k$ -ого водохранилища, соответствующий его минимальному и максимальному объемам.

5. Ограничения на максимальные расходы ГЭС.

$$Q_j = \frac{N_j}{9,81 \cdot H_{min} \cdot \eta_{min}} \leq Q_{jmax}, \quad (9)$$

где  $Q_j$  – расход  $j$ -ой станции в момент времени  $\tau$ ;

$N_j$  – мощность  $j$ -ой станции в момент времени  $\tau$ ;

$H_{min}$  – минимальный напор  $j$ -ой станции в момент времени  $\tau$ ;

$\eta_{min}$  – минимальный к.п.д. станции соответствующий моменту времени  $\tau$ ;

$Q_{jmax}$  – максимальный расход  $j$ -ой станции.

6. Ограничения на предельно допустимые значения температур воды в водохранилищах энергокомплекса.

$$T_k^0 \leq T_{k\text{пд}}^0, \quad (10)$$

где  $T_k^0$  – температура воды в  $k$ -ой зоне водной системы;

$T_{k\text{пд}}^0$  – предельнодопустимое значение температуры воды в  $k$ -ой зоне водной системы для рассматриваемого времени года .

7. Ограничения по предельнодопустимым концентрациям растворенных веществ в воде водоемов.

$$C_j^m \leq C_{j\text{пдк}}^m, \quad (11)$$

где  $C_j^m$  – значение концентрации растворенного вещества  $m$  в  $j$ -ой зоне в момент времени  $\tau$ ;

$C_{j\text{пдк}}^m$  – предельнодопустимая концентрация растворенного вещества  $m$  .

8. Баланс объемов воды за сутки в водохранилищах суточного регулирования.

$$\sum_{\tau=0}^T \left( \sum_j dW_{i\text{ГАЭС}} + \sum_j dW_{i\text{НС}} + \sum_j dW_{i\text{АЭС}} + \sum_j dW_{\text{от}} \right) dt = 0 \quad (12)$$

где  $T = 24$  часа.

Оценка влияния режима работы ГАЭС энергокомплекса на качество воды в водохранилищах

В рассматриваемой постановке задачи необходимо учесть особенности работы гидроэнергетического объекта, оказываемое им тепловое и гидравлическое воздействие. Используем разработанную модель типа “система ячеек” для приближенной оценки влияния режимов работы на состояние водной системы. Названная модель основана на методе динамического баланса вещества и позволяет с достаточной точностью проводить оценочные расчёты процессов формирования качества воды с участием ГЭО в работе энергокомплекса. Оценка называется приближенной так как нами рассматривается каждый водоём – водохранилище в качестве одной ячейки. То есть в данном случае оценка качества воды проводится нами осреднённо по всему водоёму. Это упрощённая модель.

При более подробных расчётах в моделях следующего уровня по мере рассмотрения распространения гидротермического и гидродинамического воздействия ГЭО на естественный водный объект определяется число ячеек, их границы, объёмы воды данной ячейки, концентрации ингредиентов и совокупные показатели качества воды по результатам локального территориально–бассейнового мониторинга данного водоёма и т.д.

Таким образом модель “система ячеек” может быть оптимальной при любом объёме исходной информации и связанным с ним уровнем и приближением получаемых прогнозных и оценочных результатов, то есть от осреднённых по всему объёму водного бассейна до локальных изменений качества воды исследуемой акватории ( ячейке, заданных фиксированных размеров, ориентированных на минимальные и/или максимальные ущербы водной среде), подверженной наибольшей антропогенной нагрузке.

**Расчётная схема совместной работы водохранилищ**

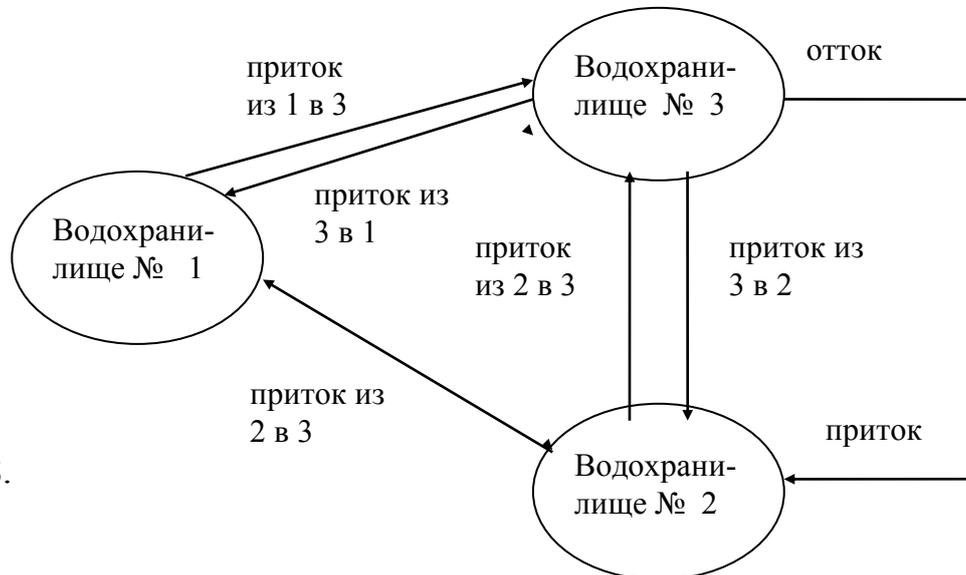


РИС. 8.

Система дифференциальных уравнений баланса вещества для “системы ячеек” с учётом решаемой задачи имеет следующий вид:

$$\frac{dW_1C_1}{dt} = Q_{пр1}C_{пр1} + Q_{21}C_2 - Q_{12}C_1 + Q_{31}C_3 - Q_{13}C_1 - Q_{от1}C_1 - K_c W_1C_1 + G_{д1}; \quad (1)$$

$$\frac{dW_2C_2}{dt} = Q_{\text{пр}2}C_{\text{пр}2} + Q_{12}C_1 - Q_{21}C_2 + Q_{13}C_1 - Q_{31}C_3 - Q_{\text{от}2}C_2 - K_c W_2C_2 + G_{\text{д}2}; \quad (2)$$

$$\frac{dW_3C_3}{dt} = Q_{\text{пр}3}C_{\text{пр}3} + Q_{13}C_1 - Q_{13}C_3 + Q_{23}C_2 - Q_{32}C_3 - Q_{\text{от}3}C_3 - K_c W_3C_3 + G_{\text{д}3}; \quad (3)$$

где принято:

- расходы воды, перетекающей между ячейками зависят от времени  $T$ ;
- влияние донных отложений стабилизируется по мере становления водохранилищ;

– изменение объема воды в “ячейке”:

$$f_i^\tau = \frac{dW_i^\tau}{dt} = Q_{i+1,i}^\tau - Q_{i,i+1}^\tau + \sum Q_{\text{пр}i}^\tau - \sum Q_{\text{от}i}^\tau - Q_{\text{ли}}^\tau - Q_{\text{исп}i}^\tau;$$

– полный объем “ячейки” в момент времени  $T$  :

$$W_i = W_i^0 + \sum_{\tau=0}^T f_i^\tau (t) dt;$$

– расходы на льдообразование и испарение в соответствии с временем года;

$W_i^\tau (W_i^0)$  – объем воды в рассматриваемой ячейке в момент времени  $\tau$  ( $\tau = 0$ );

$i$  – индекс, соответствующий рассматриваемой ячейке ( $i=1, 2, 3$ );

$\sum Q_{\text{пр}i}$  – суммарный расход воды притока  $i$ -ой ячейки;

$\sum Q_{\text{от}i}$  – суммарный расход воды оттока  $i$ -ой ячейки;

$K_c$  – коэффициент трансформации соответствующего искомого инградента;

$G_{\text{д}i}$  – поток вещества из грунта  $i$ -ой ячейки.

В данной лабораторной работе рассматривается процесс изменения концентрации азотосодержащих веществ в водохранилищах и водотоке поэтому нами будет использована так же математическая модель гидрохимического процесса, описанная в лабораторной работе № 1. Так как мы рассматриваем совместную работу трёх водохранилищ и реки впадающей

в одно из водохранилищ в используемую модель необходимо внести некоторые коррективы для её адаптации к заданным условиям. Таким образом вносим следующие изменения:

1. В формулу (1.2)

$$E_1 = \left[ \sum_{n=1}^N (Q_{\text{пр}n} C_{1\text{пр}n}) + v\alpha\rho W + G_{\text{дNH}_4^+} \right] / a_1 W;$$

где  $Q_{\text{пр}n}$  –  $n$ -ый приток к данному водохранилищу;

$C_{1\text{пр}n}$  – концентрация  $\text{NH}_4^+$  в  $n$ -ом притоке рассматриваемого водохранилища;

$n = 1, N$  – количество притоков в рассматриваемое водохранилище.

2. В формулу (1.8)

$$\gamma = \rho + S + M + \left( \sum_{r=1}^R Q_{\text{отг}r} / W \right);$$

где  $Q_{\text{отг}r}$  –  $r$ -ый отток из данного водохранилища;

$r = 1, R$  – количество вытекающих водотоков из рассматриваемого водохранилища.

3. В формулу (1.6)

$$\alpha = (\mu / H \cdot \gamma) + \left[ \sum_{n=1}^N (Q_{\text{пр}n} B_{\text{пр}n}) \right] / W\gamma - (\xi_0 / \xi_1);$$

где  $B_{\text{пр}n}$  – концентрация биомассы фитопланктона в  $n$ -ом притоке к водохранилищу.

4. В формулу (1.5)

$$a_1 = K_1 + \left( \sum_{r=1}^R Q_{\text{отг}r} / W \right);$$

Аналогичные изменения вносятся во все используемые формулы. Необходимо учитывать все индивидуальные параметры водохранилищ и их особенности, поэтому получаем:

– приток в первое водохранилище

N1

$$Q_{\text{пр}}^1 = \sum_{n=1} Q_{\text{пр}n}^1 = Q_{21} + Q_{31} + Q_{\text{ос}}^1;$$

где  $Q_{21}, Q_{31}$  – приток воды в первое водохранилище из второго и третьего соответственно;

$Q_{\text{ос}}^1$  – увеличение расхода воды в первом водохранилище за счёт осадков.

– приток воды во второе водохранилище

N2

$$Q_{\text{пр}}^2 = \sum_{n=1} Q_{\text{пр}n}^2 = Q_{12} + Q_{32} + Q_{\text{ос}}^2 + Q_{\text{р}};$$

где  $Q_{12}, Q_{32}$  – приток воды во второе водохранилище из первого и третьего водохранилища соответственно;

$Q_{\text{ос}}^2$  – увеличение расхода второго водохранилища за счет поступивших в него осадков;

$Q_{\text{р}}$  – увеличение притока воды во второе водохранилище за счёт впадающей в него реки.

– приток воды в третье водохранилище

N3

$$Q_{\text{пр}}^3 = \sum_{n=1} Q_{\text{пр}n}^3 = Q_{13} + Q_{23} + Q_{\text{ос}}^3;$$

где  $Q_{13}, Q_{23}$  – приток воды в третье водохранилище из первого и второго водохранилища соответственно;

$Q_{\text{ос}}^3$  – увеличение расхода третьего водохранилища за счет поступивших в него атмосферных осадков.

Аналогично для каждого водохранилища рассмотрим оттоки:

R1

$$Q_{\text{от}}^1 = \sum_{r=1} Q_{\text{от}r}^1 = Q_{12} + Q_{13} + Q_{\text{исп}}^1;$$

где  $Q_{12}, Q_{13}$  – расход оттока из первого водохранилища соответственно во второе и третье водохранилище;

$Q_{\text{исп}}^1$  – расход оттока из первого водохранилища на испарение с поверхности зеркала водохранилища.

R2

$$Q_{от}^2 = \sum_{r=1} Q_{отr}^2 = Q_{21} + Q_{23} + Q_{ор}^2 + Q_{исп}^2;$$

где  $Q_{21}$ ,  $Q_{23}$  – расход оттока из второго водохранилища в первое и третье водохранилище соответственно;

$Q_{ор}^2$  – расход оттока из второго водохранилища на орошение;

$Q_{исп}^2$  – расход оттока из второго водохранилища на испарение с поверхности зеркала водохранилища.

R3

$$Q_{от}^3 = \sum_{r=1} Q_{отr}^3 = Q_{31} + Q_{32} + Q_{отр}^3 + Q_{исп}^3;$$

где  $Q_{31}$ ,  $Q_{32}$  – расход оттока из третьего водохранилища в первое и второе водохранилище соответственно;

$Q_{отр}^3$  – расход оттока воды из третьего водохранилища в реку;

$Q_{исп}^3$  – расход оттока из третьего водохранилища на испарение с поверхности зеркала водохранилища.

Тогда объёмы воды в водохранилищах можно вычислить следующим образом:

$$W_1^1 = W_0^1 + \left( \sum_{n=1}^{N1} Q_{пн}^1 - \sum_{r=1}^{R1} Q_{отr}^1 \right) dt;$$

$$W_1^2 = W_0^2 + \left( \sum_{n=1}^{N2} Q_{пн}^2 - \sum_{r=1}^{R2} Q_{отr}^2 \right) dt;$$

$$W_1^3 = W_0^3 + \left( \sum_{n=1}^{N3} Q_{пн}^3 - \sum_{r=1}^{R3} Q_{отr}^3 \right) dt;$$

где  $W_0^1$ ,  $W_0^2$ ,  $W_0^3$  – начальные объёмы воды соответственно в первом, втором и третьем водохранилищах;

$W_1^1$ ,  $W_1^2$ ,  $W_1^3$  – объём воды в водохранилищах один, два и три в интересующий нас момент времени  $\tau = 1$ .

### Исследования влияния режимов работы водохранилищ

Исследования проводятся в два этапа:

Первый этап – оценка влияния энергокомплекса на качество воды в совместно работающих водохранилищах и во втекающей реке во второе водохранилище.

Оценка ведётся с учетом предпосылки, что концентрация растворенных азотосодержащих веществ в реке, зависящая от смыва растворенных биогенных веществ с сельскохозяйственных полей, не превышает предельно допустимых концентраций,

Из [13] имеем ПДК аммонийного азота равна 2 мг/л; ПДК нитритов равна 3,3 мг/л; ПДК нитратов равна 45 мг/л.

В месте точечного загрязнения азотосодержащими веществами, расположенного на некотором расстоянии выше впадения реки во второе водохранилище, расположен один из мониторинговых постов сети локального территориально–бассейнового мониторинга, где ведётся сбор проб соответствующий первому уровню [1, 6].

Сначала используем программу расчёта изменения концентраций растворенных веществ по длине реки (описание программы дано в лабораторной работе № 2) вдоль потока вплоть до впадения реки в водохранилище № 3. Полученные данные имитируют ведение мониторинга от одного поста до следующего и используются в дальнейших расчётах концентраций растворенных азотосодержащих веществ в водохранилище. По результатам наблюдений в последнем контрольном створе – соответствующий пост мониторинга фиксирующий впадение реки в водохранилище – будем судить о качестве воды притока в водохранилище.

Следующий шаг расчёта ведётся с использованием программы AZN1. Цель данного расчёта является определение установившихся значений концентраций азотосодержащих веществ в водохранилищах энергокомплекса. Результаты расчёта выводятся в файл A1WNs.OUT.

По результатам расчётов сделать следующие выводы:

- О влиянии режимов работы станций на качество воды в водохранилищах.
- О влиянии притока на качество воды в соответствующем водохранилище.
- О возможности внесения корректировок в режимы работы станций.
- О имеющемся качестве воды и возможных прогнозных вариантах при различных режимах работы энергокомплекса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев Ю.С., Арефьев Н.В., Кононова М.Ю. Природно–технический мониторинг энерго–водохозяйственных комплексов. Система обработки информации. Методические указания. Санкт–Петербург, СПбГТУ, 1997. – 42 с.
2. ГОСТ 17.1.1.01–77. СТ СЭВ 3544–82. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. – Введ. 01.07.78. – 13 с. Группа Т00.
3. ГОСТ 27065–86 (СТ СЭВ 5184–85). Качество вод. Термины и определения. – Введ. 01.01.87. – 9 с. Группа Т00.
4. Закон Российской Федерации “Об охране окружающей природной среды”//Российская газета – 1992. – № 51.
5. Зенин А.А., Белоусова Н.В. Гидрохимический словарь – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 239 с.
6. Кононова М.Ю. Экологический мониторинг в составе АСУ ТП ГЭС// Диссертация на соискание учёной степени к.т.н. – Санкт–Петербург, 1994. – 160 стр.
7. Методика прогнозирования качества вод. – М.: ВНИИВОДГЕО. 1988. – 20 с.
8. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 470 с.
9. Охрана окружающей среды/ Владимиров А.М., Ляхин Ю.И., Матвеев Л.Т., Орлов В.Г. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 424 с.
10. Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь–справочник, – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
11. Реймерс Н.Ф. Популярный биологический словарь, – М.: Наука, 1991. – 539 с.
12. Рекомендации по прогнозированию качества поверхностных вод. – М.: ВНИИ транспортного строительства, 1984. – 112 с.
13. СанПиН 4630–88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения/ Минздрав СССР. – М., 1988. – 69 с.
14. СанПиН 3907–85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ/ Минздрав СССР. – М., 1987. – 22 с.
15. СанПиН 4630–88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения/ Минздрав СССР. – М., 1988. – 69 с.

16. СанПиН 2.1.4.027–95. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно–питьевого назначения. М., 1995. – 27 с.
17. СНиП 1.02.81–85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно–сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений / Госстрой ССР. – М., 1986. – 40 с.
18. Хрисанов Н.И., Арефьев Н.В. Экологическое обоснование гидроэнергетического строительства: Учебное пособие. – Л.: Изд–во СПбУ. 1992. – 168 с.

### Исходные данные для лабораторной работы № 1

Файлы загрузки:

– **A1V.IN** – варьируемые величины, коэффициенты и константы необходимые для расчёта

=====

SUMTM – ВСЕ ВРЕМЯ РАСЧЕТА , ЧАС

48.0

DTM – ПРИРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ , ЧАС

4.0

N1 – СУТКИ С НАЧАЛА ГОДА , С КОТОРЫХ НАЧИНАЕТСЯ РАСЧЕТ

90

W – ОБЪЕМ ВОДОХРАНИЛИЩА ,М.КУБ.

0.2100E 9

QR – РАСХОД ПРИТОКА , М.КУБ./СЕК

0.3750E 7

QOT – РАСХОД ОТТОКА , М.КУБ./СЕК

0.3250E 7

H – СРЕДНЯЯ ГЛУБИНА ВОДОХРАНИЛИЩА , М

4.1

КОНЦЕНТРАЦИИ | C1 – NH3 | C2 – NO2 | C3 – NO3

МГ./Л.

	C1 – NH3	C2 – NO2	C3 – NO3
НА ПОВЕРХНОСТИ	0.13	0.007	0.14
В СЕРЕДИНЕ	0.1	0.007	0.13
НА ДНЕ	0.13	0.007	0.12
ПРИТОКОВ	0.33	0.002	0.416
CP1,CP2,CP3			
В ГРУНТЕ	0.750E–2	0.650E–4	0.100E–3
GDNH4,GDNO2, GDNO3			
K1 – КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ NH3 В NO2 , 1/ЧАС	0.0021		
K1 – КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ NO2 В NO3 , 1/ЧАС	0.0125		
NU – КОЭФФИЦИЕНТ ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ N В ПЛАНКТОНЕ , 1/ЧАС	0.00021		
MUMAX – ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА БИОМАССЫ МАКСИМАЛЬНАЯ , 1/ЧАС	0.0625		

B0 – НАЧАЛЬНАЯ БИОМАССА ФИТОПЛАНКТОНА , МГ./Л.  
 2.0  
 BР – БИОМАССА ФИТОПЛАНКТОНА В ПРИТОКЕ , МГ./Л.  
 0.41  
 RO20 – ИНТЕНСИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА НА ДЫХАНИЕ  
 ПРИ 20"С , 1/ЧАС  
 0.0021  
 I – ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕТОВОГО ПОТОКА НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДОТОКА , ЛК.  
 0.1500E 6  
 EPS (EPS0) – КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ВОДОЙ (ПРИ B=0)  
 0. 0.2  
 CNO3,KNO3,CP,KP,CC,KC – CONST КОНЦЕНТРАЦИИ , МГ./Л.  
 0.3 0.2 0.007 0.03 3.9 0.5  
 BETA – ФАКТОР ПЕРЕХОДА ОТ ОБЩЕЙ РАДИАЦИИ К ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩЕАКТИВНОЙ  
 0.41

## Исходные данные для лабораторной работы № 2

Файлы загрузки:

– **A4V1.IN** – концентрации растворенных азотосодержащих веществ (аммонийный, нитритный и нитратный азот, коэффициенты деструкции аммонийного и нитритного азота.

Начальные концентрации

6.0 10. 135.0

Коэффициенты трансформации

0.05 1.

## Исходные данные для лабораторной работы № 3

Файлы загрузки:

– **AZNQQP.IN** – расходы, используемые при расчёте и независящие от времени,

AZNQQP.IN

ВВОД РАСХОДОВ , НЕ ЗАВИСЯЩИХ ОТ ВРЕМЕНИ	Q	М.КУБ./ЧАС
1. Расход поступающий из 1–го водохранилища во 2–ое	Q12	0.0
2. Расход поступающий с АЭС	QA1	560000.0
3. Расход поступающий из реки в 1–ое водохранилище	QVR2	72000.0
4. Расход поступающий на орошение	QOR	22831.0
5. Потери на испарение в 1–ом водохранилище	QI1	277.0
6. Потери на испарение во 2–ом водохранилище	QI2	858.0
7. Потери на испарение в 3–ем водохранилище	QI3	474.0
8. Расход поступающий из 3–го водохранилища в реку	Q3NR	52000.0
9. Осадки поступающие в 1–ое водохранилище	QOS1	4198.0
10. Осадки поступающие во 2–ое водохранилище	QOS2	12983.0
11. Осадки поступающие в 3–е водохранилище	QOS3	7175.0
12. Холостые сбросы из 2–го в 3–е водохранилище	Q2HOL	39960.0

– **A1VN.IN** – все время расчёта; приращение по времени; сутки с начала года, с которых начинается отсчёт; объем водохранилищ минимальный. расчётный. максимальный; средняя глубина водохранилищ; концентрации растворенных веществ в воде водохранилища, в грунте водохранилища, в атмосферных осадках, в речных притоках;

биомасса фитопланктона в реках и водохранилищах; эмпирические коэффициенты и показатели.

SUMTM – ВСЕ ВРЕМЯ РАСЧЕТА , ЧАС

168.0

DTM – ПРИРАЩЕНИЕ ВРЕМЕНИ , ЧАС

1.0

N1 – СУТКИ С НАЧАЛА ГОДА , С КОТОРЫХ НАЧИНАЕТСЯ РАСЧЕТ

150

	ВОДОХРАНИЛИЩЕ 1	ВОДОХРАНИЛИЩЕ 2	ВОДОХРАНИЛИЩЕ 3
W-ОБЪЕМ ,М.КУБ.	0.514E 8	0.318E 9	0.133E 9
W <sub>max</sub>	0.860E 8	0.422E 9	0.133E 9
W <sub>min</sub>	0.514E 8	0.104E 9	0.074E 9
H-ГЛУБИНА ,М.	5.5	14.4	9.1
КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ			
CN(K,1) – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.786	0.880	1.267
CN(K,2) – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.042	0.050	0.068
CN(K,3) – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.280	1.420	2.670
КОНЦЕНТРАЦИИ В ГРУНТЕ			
CD(K,1) – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.0	0.0	0.0
CD(K,2) – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0
CD(K,3) – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.0	0.0	0.0
КОНЦЕНТРАЦИИ В ОСАДКАХ			
COS1 – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.0		
COS2 – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0.0		
COS3 – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.0		
КОНЦЕНТРАЦИИ В РЕКЕ (ПРИТОК)			
CVR1 – NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		2.8	
CVR2 – NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		1.5	
CVR3 – NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		2.4	
B – БИОМАССА ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩЕ :			
	4.0	5.0	3.7
РЕКЕ :			
	5.0		

K120 – КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ NH<sub>3</sub> В NO<sub>2</sub> ПРИ 20°С , 1/ЧАС

0.0021

K220 – КОЭФФИЦИЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ NO<sub>2</sub> В NO<sub>3</sub> ПРИ 20°С , 1/ЧАС

0.0417

NU – КОЭФФИЦИЕНТ ОТНОСИТЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ N В ПЛАНКТОНЕ , 1/ЧАС

0.00021

MUMAX – ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА БИОМАССЫ МАКСИМАЛЬНАЯ , 1/ЧАС

0.0625

RO20 – ИНТЕНСИВНОСТЬ СНИЖЕНИЯ БИОМАССЫ ФИТОПЛАНКТОНА НА ДЫХАНИЕ

ПРИ 20"С , 1/ЧАС

0.0021

I – ИНТЕНСИВНОСТЬ СВЕТОВОГО ПОТОКА НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДОТОКА ,ККАЛ./М.КВ.  
2300.0

EPS (EPS0) – КОЭФФИЦИЕНТ ПОГЛОЩЕНИЯ СВЕТА ВОДОЙ (ПРИ В=0)

9. 0.2

CNO3, KNO3, CP, KP, CC, KC – CONST КОНЦЕНТРАЦИИ , МГ./Л.

0.3 0.2 0.007 0.03 3.9 0.5

BETA – ФАКТОР ПЕРЕХОДА ОТ ОБЩЕЙ РАДИАЦИИ К ФОТОСИНТЕЗИРУЮЩЕАКТИВНОЙ  
0.41

=====

– **AZNQTH** – расходы, характеризующие совместную работу водохранилищ; средняя температура воды водохранилищ; средняя глубина водохранилища (все данные зависят от текущего времени суток и режима работы ГАЭС, АЭС, ГЭС).

=====

AZNQTH.IN

ВВОД Q31,Q13,Q32,Q23,T1,T2,T3,H1,H2,H3 ПРИ Wk=3.18E 6

J	Q31	Q13	Q32	Q23	T1	T2	T3	H1	H2	H3
Ч.	М.КУБ./С.				° С			М.		
0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.45	28.53	29.97	5.5	14.4	9.1
1	1430.0	0.0	1250.0	0.0	31.34	28.54	29.96	6.1	14.5	9.1
2	930.0	0.0	1640.0	0.0	31.28	28.56	29.96	6.7	14.7	8.2
3	900.0	0.0	1700.0	0.0	31.23	28.58	29.95	7.2	14.9	7.2
4	1040.0	0.0	1540.0	0.0	31.18	28.59	29.94	7.8	15.0	6.2
5	1050.0	0.0	1520.0	0.0	31.13	28.61	29.94	8.4	15.4	5.2
6	800.0	0.0	1700.0	0.0	31.1	28.62	29.93	9.0	15.4	4.4
7	0.0	0.0	0.0	0.0	31.12	28.62	29.92	9.1	15.3	4.4
8	0.0	0.0	0.0	0.0	31.14	28.61	29.91	9.2	15.3	4.4
9	0.0	0.0	0.0	0.0	31.15	28.60	29.90	9.3	15.3	4.4
10	0.0	0.0	0.0	0.0	31.17	28.59	29.89	9.4	15.2	4.4
11	0.0	0.0	0.0	0.0	31.18	28.59	29.88	9.5	15.2	4.4
12	0.0	0.0	0.0	0.0	31.20	28.58	29.87	9.6	15.2	4.4
13	0.0	0.0	0.0	0.0	31.21	28.57	29.87	9.6	15.1	4.4
14	0.0	0.0	0.0	0.0	31.23	28.57	29.86	9.7	15.1	4.4
15	0.0	0.0	0.0	0.0	31.24	28.56	29.85	9.8	15.0	4.4
16	0.0	0.0	0.0	0.0	31.25	28.55	29.84	9.9	15.0	4.4
17	0.0	0.0	0.0	1110.0	31.27	28.54	29.83	9.9	15.0	4.4
18	0.0	2370.0	0.0	1030.0	31.28	28.53	29.76	10.0	14.9	4.9
19	0.0	2460.0	0.0	920.0	31.29	28.53	29.85	9.0	14.8	5.9
20	0.0	2540.0	0.0	850.0	31.31	28.53	29.93	7.9	14.7	6.9
21	0.0	2600.0	0.0	770.0	31.32	28.52	30.00	6.7	14.6	7.9
22	0.0	0.0	0.0	720.0	31.35	28.52	30.06	5.5	14.5	8.7
23	0.0	0.0	0.0	0.0	31.37	28.52	30.03	5.5	14.4	9.1

=====

– **QTHD.IN**

=====

Расход , поступающий из 2–го водохранилища в 1–ое	Q21	М.КУБ./ЧАС
IF(J.GE.0.AND.J.LE.17)		680000.0
IF(J.GE.18.AND.J.LE.21)		0.0
IF(J.GE.22.AND.J.LE.24)		680000.0

=====

Бланки заданий к лабораторным работам

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Инженерно-строительный институт

Кафедра \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_ Группа: \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ**

по лабораторной работе № 1 дисциплины “Экология”  
– Прогнозирование осреднённых по объёму водохранилища  
концентраций растворённых веществ  
с учётом влияния фитопланктона

1. Суммарное время расчёта: \_\_\_\_\_.
2. Сутки с начала года, с которых начинается расчёт: \_\_\_\_\_.
3. Объём водохранилища: \_\_\_\_\_.
4. Средняя глубина водохранилища: \_\_\_\_\_.
5. Расход притока в водохранилище: \_\_\_\_\_.
6. Расход оттока из водохранилища: \_\_\_\_\_.
7. Концентрация растворённого вещества \_\_\_\_\_  
в поверхностном слое водохранилища \_\_\_\_\_,  
на половине глубины водохранилища \_\_\_\_\_,  
в придонном слое водохранилища \_\_\_\_\_,  
притока в водохранилище \_\_\_\_\_,  
в грунте водохранилища \_\_\_\_\_.
8. Дополнительные условия

Примечание: Исходные данные вводятся в файл исходных данных, в котором занесены кроме варьируемых необходимые константы. Результаты расчёта помещаются в файле вывода данных. Результаты лабораторной работы № 1 должны быть представлены в форме отчёта.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 г.

Преподаватель:

=====

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Инженерно-строительный институт**

Кафедра \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_ Группа: \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ**

по лабораторной работе № 2 дисциплины “Экология”  
– Расчёт изменения концентрации  
растворённого вещества по длине реки

1. Произвести расчёт на участке реки длиной \_\_\_\_\_.
2. Расчёт данного участка реки осуществлять, поделив его  
\_\_\_\_\_ створами.
3. В начале расчёта указать используемый закон изменения  
температуры воды: \_\_\_\_\_.
4. Скорость потока принимаем:  
для всего участка реки \_\_\_\_\_,  
для каждого створа \_\_\_\_\_.
5. Начальные концентрации растворенного вещества \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
6. Дополнительные условия

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Примечание: Все изменения исходных данных вводятся с клавиатуры, исходные дан-  
ные, имеющие общий характер, вводятся из файла исходных данных. Результаты рас-  
чётов помещаются в файле вывода данных.  
Результаты лабораторной работы № 2 должны быть представлены в форме отчёта в  
бумажном виде и на электронных носителях.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20 г.

Преподаватель:

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Инженерно-строительный институт**

Кафедра \_\_\_\_\_

Студент: \_\_\_\_\_ Группа: \_\_\_\_\_

**ЗАДАНИЕ**

по лабораторной работе № 3 дисциплины “Экология”  
– ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭНЕРГОКОМПЛЕКСА НА  
КАЧЕСТВО ВОДЫ В ВОДОЕМАХ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РАСТВОРЕННЫХ  
АЗОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ

1. СУММАРНОЕ ВРЕМЯ РАСЧЁТА: \_\_\_\_\_.
2. СУТКИ С НАЧАЛА ГОДА, С КОТОРЫХ НАЧИНАЕТСЯ РАСЧЁТ: \_\_\_\_.  
ВОДОХРАНИЛИЩЕ 1 | ВОДОХРАНИЛИЩЕ 2 | ВОДОХРАНИЛИЩЕ 3
3. W – ОБЪЕМ, М<sup>3</sup>  
W<sub>max</sub> \_\_\_\_\_  
W<sub>min</sub> \_\_\_\_\_
4. H – ГЛУБИНА, М \_\_\_\_\_
5. КОНЦЕНТРАЦИИ В ВОДОХРАНИЛИЩЕ  
CN(K,1) – NH<sub>4+</sub> \_\_\_\_\_  
CN(K,2) – NO<sub>2-</sub> \_\_\_\_\_  
CN(K,3) – NO<sub>3-</sub> \_\_\_\_\_
6. КОНЦЕНТРАЦИИ В ГРУНТЕ  
CD(K,1) – NH<sub>4+</sub> \_\_\_\_\_  
CD(K,2) – NO<sub>2-</sub> \_\_\_\_\_  
CD(K,3) – NO<sub>3-</sub> \_\_\_\_\_
7. КОНЦЕНТРАЦИИ В ОСАДКАХ  
COS1 – NH<sub>4+</sub> \_\_\_\_\_  
COS2 – NO<sub>2-</sub> \_\_\_\_\_  
COS3 – NO<sub>3-</sub> \_\_\_\_\_
8. КОНЦЕНТРАЦИИ В РЕКЕ (ПРИТОК)  
CVR1 – NH<sub>4+</sub> \_\_\_\_\_  
CVR2 – NO<sub>2-</sub> \_\_\_\_\_  
CVR3 – NO<sub>3-</sub> \_\_\_\_\_
9. БИОМАССА ФИТОПЛАНКТОНА В ВОДОХРАНИЛИЩЕ:  
\_\_\_\_\_  
РЕКЕ: \_\_\_\_\_
10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Результаты лабораторной работы № 3 должны быть представлены в форме отчёта в бумажном виде и на электронных носителях.

“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Преподаватель:

=====

## Приложение III

Описание извлечений содержания отчёта по летней практике в Международном проекте при поддержке МАГИ «HydroWEB» подготовлено совместно с Молодцовым Д.В. и Котылевской Н.К., студентами группы 3016/2, ИСФ, СПбГПУ, 2004.

Международный информационно–коммуникационный Проект 2002–2005 гг. «Hydro–WEB» показал хорошую коммуникативность, профессионализм, обучаемость и подготовленность студентов с работой на технологических платформах как в области промышленно–гражданского строительства и проектирования, так и в области управления водопользованием при базовой политехнической подготовке будущих инженерно–строительных кадров – специалистов. Из примеров видно, что для этого не требовалось сверхмощных средств коммуникации и затрат времени на получение умений и навыков. Активное дальнейшее использование и развитие программных комплексов ведётся в ИВП РАН в следующих версиях MIKE. Адаптивность технологических платформ может дать положительные эффекты на внутреннем рынке услуг в рамках стимулирующей ФП «Электронная Россия». Для более корректного и толерантного формирования профессиональной и потребительской аудитории следует развивать русскоязычные версии продуктов и приложений.

### – WEB–БАЗИРУЮЩИЕСЯ ИНФОРМАЦИОННО–КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ (Молодцов Д.В.)

#### ВВЕДЕНИЕ

**Информационно–коммуникационные технологии** — совокупность методов, производственных процессов и программно–технических средств, интегрированных с целью сбора, обработки, хранения, распространения, отображения и использования информации в интересах её пользователей. [1]

ИКТ получили сильное развитие после появления первых компьютерных сетей. Появление глобальной сети Интернет ещё сильнее ускорило это развитие. Вместе с тем компьютеры становились более производительными и доступными, что послужило их широкому распространению и применению. Так же это привело к быстрому развитию Интернета.

**Интернет** – Множество взаимосвязанных компьютерных сетей, окутывающих земной шар. Интернет обеспечивает доступ к компьютерам, электронной почте, доскам объявлений, базам данных и дискуссионным группам, все из которых используют протокол TCP/IP. [1]

**Протокол** – это стандарт, согласно которому компьютеры обмениваются данными. [4]

Протокол **TCP/IP** состоит из 2 частей:

- 1) Transmission Control Protocol (TCP)
- 2) Internet Protocol (IP)

На самом деле он представляет собой совокупность около 100 протоколов различного уровня. (Transport Control Protocol) отвечает за то, как представляются данные в Сети, а второй (Internet Protocol) определяет методику адресации, то есть отвечает за то, куда они отправляются и как доставляются. Собственно говоря, только с появлением IP–протокола и появилось понятие Интернет.

#### Немного о развитии Интернет и основных ее технологиях.

В конце 50–х США началась разработка системы NORAD. Это была глобальная системы раннего оповещения о пусках ракет. Предотвратить атаку она, конечно, не могла, но могла дать 15 минут на то, чтобы «зарыться» в землю.

Сеть системы NORAD не долго оставалась внутриведомственной. Сразу после запуска началось подключение к ней служб управления авиаполетами — это логично, ведь все равно система контролировала воздушное пространство на огромных просторах. Сначала подключались военные авиаслужбы, но уже в середине 60–х годов активно шло подключение гражданских авиационных служб. Сеть неуклонно расширялась и развивалась, она вбирала в себя метеорологические службы, службы контроля состояния взлетных ПОЛОС аэродромов и другие системы, как военные, так и гражданские.

Вот так и получилось, что задолго до создания проекта ARPANET, в США уже действовала глобальная компьютерная сеть Министерства обороны.

Первая очередь системы NORAD была завершена в мае 1964 г., но уже стало известно о существовании в СССР ядерных зарядов мощностью 50 мегатонн. Несмотря на то, что гора, в которой разместился центр управления, отбиралась очень тщательно (она представляет из себя единый скальный массив), стало ясно, что и у неё нет шансов. Выход из строя центра управления однозначно вызывал (в те годы) выход из строя всей глобальной системы. Поэтому во второй половине 60-х перед Пентагоном встала проблема разработки такой архитектуры глобальной сети, которая не выходила бы из строя даже в случае поражения одного или нескольких узлов.

В 1964 году компания «Rand Corporation» разработала концепцию децентрализованной сети. Тысячи компьютеров, объединённых в сеть действовали бы подобно нейронам человеческого мозга – повреждение или выход из строя одного из нейронов не приводит к потере работоспособности или разрушению всей системы. Таковую сеть предполагалось использовать для организации связи в случае новой войны.

В 1969 году агентству перспективных исследований (Advanced Research Projects Agency, ARPA) МО США было поручено создание сети, объединяющей компьютеры военных научно-исследовательских и учебных заведений. Эта сеть называлась ARPANet. Параллельно с ARPANet развивались и другие компьютерные сети. Проблема заключалась в том, что все они работали по-разному. Для того, чтобы они могли работать совместно, необходимо было выработать общий сетевой протокол.

Решением проблемы устойчивости и совместной работы систем стало внедрение в 1983г. протокола TCP/IP. Эти мощные протоколы были предложены ещё в 1974г. Робертом Кэном, одним из основных разработчиков ARPANET, и учёным-компьютерщиком Винтоном Серфом.

Как только проблема устойчивости и выживания сети при выходе из строя её узлов была решена, работа DARPA немедленно прекратилась. В 1983г. начальная ARPANET была разделена на сеть MILNET, предназначенную для использования в военных целях, и ARPANET, ориентированную на продолжение исследований в сетевой области и переданную местной Академии наук (в США её функции выполняет Национальный научный фонд, NSF). С тех пор сеть стала называться NSFNET, и к ней началось подключение зарубежных узлов.

Сама ARPANET прекратила своё существование в июне 1990 года, а её функции постепенно перешли к более разветвлённой структуре Internet.

Долгое время Интернет оставался делом специалистов. Обмен технической документацией и сообщениями электронной почты — это все-таки не совсем то, что нужно рядовому потребителю. Революционное развитие Интернета началось только после 1993г. с увеличением в геометрической прогрессии числа узлов и пользователей. Поводом для революции стало появление службы World Wide Web (WWW). Для многих рождение Интернета – это рождение этой технологии.

World Wide Web – это распределённая информационная система мульти-медиа, основанная на гипертексте. Три основных составляющих системы WWW:

- 1) распределённая информационная система;
- 2) мультимедиа;
- 3) гипертекст.

Распределённая информационная система – информация хранится на WWW-серверах, то есть компьютерах, на которых установлено специальное программное обеспечение и которые объединены в сеть Internet. Пользователи, имеющие доступ к сети, получают эту информацию при помощи специальных программ просмотра WWW-документов (WWW-браузеров).

Протокол, принятый в WWW, называется HyperText Transfer Protocol (протокол передачи гипертекста), сокращено – HTTP.

Мультимедиа означает, что информация включает в себя не только текст, но и двух- и трёхмерную графику, видео и звук.

Гипертекст – информация в WWW представляется в виде документов, каждый из которых может содержать как внутренние перекрёстные ссылки, так и ссылки на другие документы, хранящиеся на том же самом или на любом другом сервере. Такие ссылки называют гиперссылками.

Для создания Web-ресурсов был разработан специальный язык, названный HyperText Markup Language (HTML), то есть «язык разметки гипертекста». Документ, написанный на HTML, представляет собой текстовый файл, содержащий собственно текст, несущий информацию читателю, и теги разметки. Тег – это инструкция в программе просмотра, как располагать текст на экране, включать в него рисунки, хранящиеся в отдельных графических файлах, и формировать гиперсвязи с другими документами или ресурсами Internet.

Компьютеры и Интернет с каждым годом все сильнее входят в нашу жизнь, их применение расширяется, что ведёт к появлению новых и развитию существующих ИКТ.

## **1. WEB–базирующиеся ИКТ для управления водопользованием**

### **1.1. Web–базирующиеся ИКТ**

**Web–базирующиеся ИКТ** – ИКТ на основе глобальной сети Интернет.

#### **WWW**

Одна из основных сейчас технологий в Интернет. Немного о ней рассказано выше. Она позволяет создавать в сети различные информационные, информационно–коммуникационные ресурсы. Сейчас в Интернете существует громадное количество сайтов с разными возможностями и на разные темы. Это личные страницы, рекламные, научные проекты... WWW получила очень широкое распространение. Эта система постоянно развивается и обрывает все новыми технологиями.

Появился язык HTML 4.0 (DHTML), который уже позволяет динамически управлять содержимым открытой веб–страницы. Он уже использует для достижения многих эффектов языка JavaScript & VBScript.

Появилась технология SSI, которая позволяет компоновать страницу из нескольких файлов.

Появились языки Perl, PHP, ASP..., которые позволяют создавать динамически генерируемые Web–страницы. В последнее время наибольшее распространение получает язык PHP. Благодаря этим языкам появилась возможность использовать WWW не только в информационных, но и коммуникационных целях: чаты, форумы, доски объявлений... Язык PHP позволяет довольно удобно работать с базами данных, например, MySQL.

WWW обросла и многими другими технологиями. Существующие технологии постоянно совершенствуются, разрабатываются и появляются новые...

#### **Электронная почта**

Ещё до появления технологии WWW широкое распространение получила Электронная почта. В 1971 году Рей Томлинсон, учёный из Массачусетса, послал себе первое сообщение по e–mail между двумя компьютерами в офисе. Сейчас наряду с WWW она является самым массовым средством электронных коммуникаций. Если учесть, что Интернет связан с информационными ресурсами других сетей, то с его использованием могут быть приняты и посланы сообщения ещё в десятки международных компьютерных сетей. E–mail позволяет очень быстро обмениваться сообщениями, которые могут содержать мультимедиа, людям находящимся далеко друг от друга.

В последнее время большое развитие получили технологии беспроводной связи. Сейчас выйти в Интернет и послать электронное сообщение можно прямо с мобильного телефона.

Одной из главных проблем E–mail на сегодня стал СПАМ – это нежелательная рассылка писем чаще всего рекламного характера. Больше половины всей электронной почты сегодня это СПАМ.

#### **Протокол передачи файлов**

(FTP – File Transfer Protocol) позволяет копировать файлы между присоединёнными к Интернет компьютерами. Программное обеспечение FTP разделено на две части. Одна часть выполняется на компьютере, который содержит файлы (FTP–сервере), а другая – на компьютере, которому эти файлы требуются (клиенте). Клиентом может быть любая присоединённая к Интернет электронная доска объявлений или локальный компьютер.

FTP тесно связан с WWW т.к. в основном загрузка веб–страниц на сервер происходит по этому протоколу.

#### **Службы обмена мгновенными сообщениями**

Большое распространение получили службы обмена мгновенными сообщениями. Самая известная из них это ICQ. Интернет пейджер ICQ позволяет видеть находится ли нужный Вам человек в сети, связаться с ним, передать необходимый файл и многое другое.

Так же существуют и другие технологии коммуникации: Web–чаты & форумы (основаны на технологии WWW), IRC–каналы... Правда Web–чаты уже отживают свой век, их заменяют более совершенные средства коммуникации.

NetMeeting. Программа компании Microsoft позволяющая соединяться 2 или более компьютерам напрямую, организовывать текстовые беседы, аудио– и видеоконференции, рисовать на общей доске, видеть рабочий стол собеседника, брать управление над другим компьютером, передавать файлы. В отличие от Интернет–пейджеров, таких как ICQ, здесь не всегда видно находится ли нужный пользователь в сети, а также адрес пользователя может меняться.

#### **Технологии, позволяющие работать на удалённом компьютере**

При выполнении некоторых задач возникает необходимость подсоединиться к удалённому компьютеру и работать с ним, как будто бы вы используете локальную систему. Это бывает нужно, например, при настройке удалённых компьютеров, использование их вычислительной мощности...

Протокол TELNET позволяет вам подсоединиться к удалённому компьютеру, находящемуся где–то "на просторах" Интернет, и работать с ним как будто бы вы используете локальную систему, скажем, непосред-

ственно в техническом университете. На практике ваши возможности лимитируются тем уровнем доступа, который задан для вас администратором удалённой системы. Во всяком случае вы должны иметь свой идентификатор ID (userid или username) и пароль для входа в систему. В то же время, только относительно небольшое количество компьютеров в Internet позволяют свободный доступ через TELNET.

В Windows XP Professional встроено специальное средство «Дистанционное управление рабочим столом». При помощи этого в Windows XP Professional можно получить доступ к сеансу Windows на своём компьютере, находясь при этом за другим компьютером. Например, при помощи средства «Дистанционное управление рабочим столом» можно подключиться к рабочему компьютеру из дома и получить доступ ко всем файлам, приложениям и сетевым ресурсам так же, как и при работе на рабочем компьютере. Можно оставить программы выполняющимися на рабочем компьютере и дома продолжить работу с теми же программами, окна которых будут отображаться на экране домашнего компьютера.

При помощи средства «Дистанционное управление рабочим столом» несколько пользователей могут одновременно проводить активные сеансы работы на одном и том же компьютере. Это означает, что разные пользователи могут оставлять свои приложения запущенными и сохранять состояния своих сеансов Windows в то время, как другие пользователи также находятся в системе.

При участии в проекте Hydro–Web 2004 активно использовалась технология работы на удалённом компьютере, реализованная посредством программного комплекса **Tarantella** <http://www.tarantella.com/>.

### **Беспроводная связь**

В последнее время стали широко развиваться технологии беспроводной связи, что позволяет строить компьютерные сети и подключаться к ним без проводных соединений. Это очень важно т.к. во многих случаях использование проводных соединений либо неоправданно дорого, либо просто невозможно. Для построения сети Интернет большое значение имеет спутниковая связь. Она позволяет связать отдалённые регионы с наименьшими затратами.

Мобильная связь обросла новыми технологиями, позволяющими входить в Интернет при помощи мобильного телефона. Например, технология пакетной передачи данных GPRS для сетей стандарта GSM.

Технология беспроводной связи Bluetooth, позволяющая соединять устройства на расстоянии до 100м. Например, с карманного компьютера, соединённого с мобильным телефоном по средствам Bluetooth, выходит в Интернет.

В последнее время наиболее сильно применяется и внедряется технология WiFi. Термин WiFi обозначает беспроводные сети и оборудование, поддерживающие технологию WLAN (серия стандартов IEEE 802.11). Технология WLAN обеспечивает высокоскоростную (несколько мегабит в секунду) беспроводную передачу информации и выход в сеть Интернет. Зона покрытия беспроводной сети WiFi ограничена несколькими десятками метров.

Здесь кратко описаны основные сервисы и технологии в Интернет.

### **1.2. Управление водопользованием с оценкой возможностей ИКТ**

Рассмотрим возможности ИКТ на примере управления водопользованием в РФ.

Целью государственной политики в области использования, охраны и восстановления водных объектов является обеспечение устойчивого водопользования, безопасной эксплуатации водохозяйственного комплекса, защиты населения и объектов экономики от наводнений и другого вредного воздействия вод.

Цели государственной политики определяются на ближней, среднесрочный и долгосрочный период.

На первом этапе целью является преодоление негативных тенденций в состоянии водных объектов, оздоровление водных объектов – источников питьевого водоснабжения, обеспечение безопасной эксплуатации гидротехнических сооружений и защита от наводнений.

В среднесрочной перспективе планируется устранение причин, вызывающих деградацию, истощение и загрязнение водных объектов, снижение антропогенной нагрузки на водные объекты до экологически допустимых пределов, оздоровление и восстановление водных объектов, создание экологического каркаса территорий в виде сети особо охраняемых природных водных объектов, обеспечение устойчивого функционирования водохозяйственного комплекса.

В долгосрочной перспективе достигаются цели совершенствования и оптимизации структуры водохозяйственного комплекса и устранение имеющихся диспропорций, гармонизации потребностей в водных, рекреационных и иных ресурсах водных объектов и обеспечения приведения этих потребностей в соответствие с возможностями природы.

Государственная водная политика основывается на следующих основных принципах:

- бассейновое планирование и государственное регулирование использования водных объектов;
- предупреждение экологически неблагоприятных последствий принимаемых решений по использованию водных ресурсов;
- устранение неблагоприятных последствий водохозяйственной деятельности в первую очередь в самом источнике этой деятельности;

- платность пользования водными объектами и целевое расходование водных платежей ("вода платит за воду", т.е. финансирование водохозяйственных и водоохраных мероприятий за счёт водных платежей);
- ресурсосбережение;
- экосистемность;
- открытость и гласность планирования водопользования, согласование интересов различных групп водопользователей на основе законодательно установленных приоритетов и процедур;
- разграничение сфер и пределов ответственности государства, местного самоуправления, хозяйствующих субъектов и граждан за состояние водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений, за предотвращение вредного воздействия вод и обеспечение компенсации за нанесённый ущерб имуществу и здоровью в результате нерационального использования водных объектов или вредного воздействия вод;
- международное сотрудничество.

Достижение указанных целей связано с решением следующих задач:

- завершение формирования эффективной структуры органов государственного управления использованием и охраной водного фонда, развитием водохозяйственного комплекса;
- создание и укрепление водохозяйственной инфраструктуры в виде совокупности субъектов, осуществляющих водохозяйственную деятельность и обеспечивающих обустройство и содержание водных объектов, безопасную эксплуатацию гидротехнических сооружений;
- создание механизма устойчивого финансового обеспечения реализации водохозяйственных и водоохраных программ и мероприятий;
- разработка и применение методов учета водных ресурсов в составе национального богатства на основе их полной стоимостной оценки;
- обеспечение государственной поддержки водохозяйственной науки как важнейшей составной части технологического цикла воспроизводства, использования и охраны водных ресурсов;
- развитие правовой базы и создание условий для стимулирования инновационного и инвестиционного процесса в водном хозяйстве;
- обеспечение государственной поддержки в областях водохозяйственной и водоохранной деятельности, имеющих социальное значение;
- совершенствование экономических методов государственного регулирования использования и охраны водного фонда и завершение перехода к рациональному сочетанию их использования наряду с административными методами;
- создание системы страхования в области использования и охраны водных объектов, эксплуатации гидротехнических сооружений, защиты населения и объектов экономики от наводнений и других видов вредного воздействия вод;
- развитие системы мониторинга водных объектов и водохозяйственных сооружений, создание единой системы государственных информационных ресурсов в области водопользования, внедрение систем поддержки принятия управленческих решений.

При решении поставленных задач не обойтись без коммуникации между различными должностными лицами, без получения своевременных сведений о состоянии водных объектов, без использования баз данных с возможностью удалённого использования...

Трудно переоценить значение обычной телефонной и факсимильной связи не только при решении этих задач, но и в повседневной жизни. Только этих видов связи становится недостаточно, особенно при решении таких сложных задач. Для обеспечения возникших потребностей нужны уже другие виды коммуникации. Большинство из них можно отнести к Web-ИКТ. При помощи них возможны: быстрый обмен любыми документами в цифровой форме, аудио, видео материалами (например, электронная почта); общение в режиме тестовой, аудио или видео конференции с возможностью обмениваться файлами и использовать общую графическую доску (например, NetMeeting); доступ к базам данных (например, на основе протокола HTTP) ... а т.к. все эти технологии основаны на глобальной сети Интернет, то воспользоваться ими при необходимости возможно из любой точки земного шара. Где нет кабельных линий, GSM, CDMA... сетей, есть возможность использовать доступ через спутник.

Таким образом современные ИКТ, большинство которых основаны на глобальной сети Интернет (Web-ИКТ), позволяют: получать доступ к нужной информации из любой точки земного шара; моментально обмениваться необходимыми данными; организовывать конференции; координировать работу различных людей, занятых в общем проекте и т.д.

### **1.3. Функциональное использование Web-ИКТ при управлении водопользованием**

Рассмотрим использование ИКТ на примере решения некоторых задач, возникающих при управлении водопользованием в РФ.

## **Мониторинг**

Роль мониторинга при управлении водопользованием трудно переоценить. Получение государственными органами управления использованием и охраной водного фонда своевременной, полной и достоверной гидрометеорологической и гидрометрической информации, а также сведений о состоянии водохозяйственных сооружений, является критически важным условием принятия обоснованных управленческих решений, в особенности при управлении водными ресурсами в условиях пропуска паводков. Недостаточность информации не позволяет своевременно принимать меры для предотвращения наводнений и уменьшения наносимого ими ущерба.

Государственный мониторинг включает в себя мониторинг поверхностных вод суши, подземных водных объектов, внутренних морских вод территориального моря Российской Федерации, а также мониторинг водохозяйственных сооружений. Мониторинг ведётся на опорной государственной сети станций и постов наблюдения по единой для каждого бассейна программе и соблюдении установленных законодательством требований к обеспечению единства измерений.

Задачей является восстановление сети гидрометеорологических станций и гидрометрических постов, а также разработка и широкое внедрение на практике отсутствующих в настоящее время систем мониторинга гидротехнических сооружений III и IV классов ответственности.

Актуальной задачей является осуществление наблюдений за состоянием и использованием водоохраных зон и паводкоопасных территорий.

Современные ИКТ (на основе проводной и беспроводной связи, в т.ч. и спутниковой, а так же при использовании ресурсов сети Интернет) находят своё применение в быстрой передаче информации от гидрометеорологических станций и гидрометрических постов в центры управления мониторинга, связывают их в единую сеть, позволяют удалённо управлять ими, пересылать необходимую информацию соответствующим государственным органам, использовать космические средства (Спутники) для дистанционного зондирования Земли из космоса.

## **Информационно–аналитическое и научное обеспечение**

Подготовка информационно обоснованных решений является приоритетным условием эффективного государственного управления. В связи с этим требуется выполнить комплекс работ по ускоренному формированию фонда государственных информационных ресурсов в области водопользования. Должны быть устранены имеющиеся в настоящее время ведомственные барьеры обмена информацией о состоянии водных объектов, их водосборных территорий, водохозяйственных сооружений и создано действительно единое информационное пространство для органов государственного управления водопользованием.

Основу государственных информационных ресурсов составляют Государственный водный кадастр и Регистр гидротехнических сооружений. Ведутся другие необходимые отраслевые классификаторы и справочники. В составе фонда государственных информационных ресурсов обеспечивается хранение сохранившихся в настоящее время (фактически, не полностью) материалов и документов, содержащих сведения о состоянии гидротехнических сооружений, выполненных ранее в проектных и научных разработках, гидрогеологических изысканиях. Создание информационной базы осуществляется с использованием современных информационных технологий, включая геоинформационные системы пространственного анализа и представления информации.

Важная роль в организации информационно–аналитического и научного обеспечения отводится созданию соответствующей инфраструктуры в виде сети информационно–аналитических и научных центров.

На федеральном уровне требуется создать информационно–аналитический и ситуационный центр, в который должна оперативно и в полном объёме поступать мониторинговая, гидрометеорологическая и иная информация, необходимая для принятия стратегических и оперативных решений по управлению водными ресурсами, предотвращению наводнений и снижению ущерба в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на водных объектах. Важным каналом поступления информации в этом случае является дистанционное зондирование Земли из космоса. Задача по информационному обслуживанию возлагается на федеральный информационно–аналитический центр. Результатом аналитической деятельности центра являются различные аналитические материалы. Наиболее важным из них является ежегодный "Государственный доклад о состоянии водного фонда и водохозяйственного комплекса Российской Федерации" (в настоящее время не выпускается).

Принципиально важной задачей (в соответствии с декларируемым бассейновым принципом) является существенное улучшение информационного обеспечения бассейновых органов государственного управления водопользованием. С этой целью им передаются все необходимые информационные ресурсы, для чего создаются бассейновые фонды государственных информационных ресурсов. В эти фонды по соответствующим информационным каналам (система статистики, система государственного мониторинга и др.) должна поступать вся необходимая информация о состоянии водных объектов и гидротехнических сооружений в бассейне. Информационно–аналитическое обеспечение деятельности бассейновых органов

управления осуществляют создаваемые при них подведомственные информационно–аналитические центры.

Большинство задач по управлению использованием и охраной водных ресурсов, и водохозяйственным комплексом являются исключительно наукоёмкими, а снижение затрат бюджетных и иных средств на водохозяйственную и водоохранную деятельность связывается с инновациями и широким применением на практике научных разработок. В связи с этим научное и научно–техническое обеспечение рассматривается как составная технологическая часть процесса государственного управления водопользованием.

Актуальной задачей является развитие научной сферы, для чего создаётся и развивается сеть подведомственных научных организаций, осуществляющих научное обеспечение текущей и перспективной деятельности государственных органов. В связи с переносом центра тяжести государственного управления на бассейновый уровень на этом уровне создаётся и укрепляется бассейновая сеть научных организаций. Для этого в зоне деятельности каждого из бассейновых органов управления создаётся (выделяется) специализированная научная организация.

На федеральном уровне необходимо создать Государственный научный центр, в задачи которого входит, в рамках его компетенции, координация разрозненных и дублируемых в настоящее время научных исследований и научно–технических разработок, а также научно–методическое руководство научными организациями, осуществляющими научное обеспечение деятельности бассейновых органов государственного управления. Одной из задач центра является подготовка научных кадров высшей квалификации для водохозяйственной отрасли.

В связи с тем, что деятельность по информационно–аналитическому и научному обеспечению основана на одних и тех же методологических подходах, и научной базе, функции научного и информационно–аналитического центра в каждом отдельном случае могут быть переданы одной и той же организации.

Принципиально важным условием эффективности научного и информационно–аналитического обеспечения государственного управления водопользованием является её непрерывность, систематический характер и устойчивость финансирования, чего не наблюдается в настоящее время. Все это резко увеличивает "цену" принятия недостаточно научно и информационно обоснованных управленческих решений.

Как видно, решение этих задач без современных информационно–коммуникационных технологий невозможно. Только благодаря им возможны: создание единого информационного пространства для органов государственного управления водопользованием, быстрый обмен любой информацией, координация действий, проведение мониторинга современного уровня, создание общих баз данных с возможностью удалённого использования. Они помогают организации обеспечения безупречной и устойчивой работы государственной машины. Без этого практически невозможно решение и масштабных вопросов совершенствования водохозяйственного комплекса, обеспечения водной безопасности.

Так же ИКТ и Web–ИКТ помогают при решении и других задач: контроль за расходованием средств, обмен информацией при международном сотрудничестве, создание информационных и справочных сайтов для населения, специалистов, заинтересованных физических и юридических лиц...

## **2. Управление водопользованием в проекте «Hydro–WEB»**

### **2.1. Проект «Hydro–WEB». Участники**

Гидротехнические проекты становятся все более сложными и должны быть выполнены в тесном сотрудничестве несколькими экспертами в различных дисциплинах из разных мест. «Междисциплинарный», «Глобализация» и «Совместная разработка» являются типичными ключевыми словами этого развития. Интернет и Всемирная Паутина замечены как инновационная интегральная технология, которая предлагает новые возможности поддержки гидротехнических проектов, используя распределённые, компьютерные и проектные платформы на основе сети. Концепции и выполнение таких видов проектных платформ теперь доступны. Однако применение этих решений и надлежащих рабочих процессов должно все же быть введено в образование и практику.

Работа во Всемирной Паутине, сотрудничество в проектах с коллегами других дисциплин и наций, так же как и разделение информации в общем рабочем пространстве – не только теоретический вопрос и вопрос установки программного обеспечения, а даже больше вопрос приобретения опыта и развития 'технической культуры' в техническом обществе сегодня.

Это может только быть достигнуто практическими экспериментами и упражнениями. Традиционное образование и обучающие программы курса в разработке проектов не охватывают совместную разработку. Для преодоления этого пробела университеты разных стран организуют с 1999 года каждый год курс 'Совместная разработка на основе Сети в гидронауке'. В 2002 году этот ориентированный на студента курс расширен на курс 'Эксперимент сотрудничества в виртуальных институтах' для инженеров и 'старших' учёных. Эти два курса помогают дать участникам шанс приобрести опыт, которые будут лучше подготовлены по темам:

- Выполнение проектов в международной, междисциплинарной и распределённой среде
- Совместная Разработка на основе сети

Идея этого курса относительно проста: чтобы моделировать в 'игре' гидротехнический проект, он выполняется сотрудничеством партнёров из различных мест по сети. Партнёры – студенты/эксперты из различных университетов/компаний, чтобы гарантировать междисциплинарный и международный состав команды. Команды работают как независимые единицы. Организационная структура, план работы, распределение работы и координация в командах определяются членами команды непосредственно. Это подразумевает, что команда в целом ответственна за выполнение данной технической задачи без любой инструкции или влияния снаружи. В противоположность действительности практически никто не может потерять от такой игры – полученный опыт всегда выгоден с точки зрения образования. 'Играя' в эту игру участники приобретают знание, опыт и компетентность в совместной разработке на основе сети. Они будут лучше готовы к будущим вызовам: оперировать глобальным рынком в международных и междисциплинарных строительных окружениях, и компаниях.

В проекте «Гидро–ВЕБ» (<http://www.hydro-web.org>) общаясь по сети Интернет члены команд решают задачи по моделированию процессов и управлению водопользованием на р. Вида. (Приложение: Рис. 1–2) Отчёты о проделанной работе ежедневно выкладываются ими на личной странице группы на сервере проекта «Гидро–ВЕБ». Моделирование осуществляется в программном комплексе **МІКЕ 11**, который установлен на сервере университета г. Котбус т.е. осуществляется работа на удалённом рабочем столе по средствам программного комплекса **Tarantella** (<http://www.tarantella.com/>). (Приложение: Рис. 3)

**Для участия в проекте необходимо иметь:**

- PC совместимый компьютер
- высокоскоростной неограниченный доступ в Интернет
- Стандартный Веб–Браузер (Internet Explorer, Mozilla, Netscape...)
- Персональный адрес электронной почты
- HTML редактор
- Приложение для общения NetMeeting
- Для расширенных возможностей конференции колонки(наушники)+микрофон, а так же Веб–камеру.

Санкт–Петербургская часть команды использовала компьютерный зал кафедры ЭОП СПбГПУ с высокоскоростным доступом в Интернет. В качестве браузера использовался Internet Explorer SP1 и операционная система Windows XP Professional SP1. HTML редактирование выполнялось в стандартном «Блокноте» из Windows XP Professional SP1. Помимо приложения NetMeeting для общения между членами команды использовался Интернет–пейджер ICQ (<http://www.icq.com>).

**Состав команды:**

**Санкт–Петербург (Россия):**

- Natasha Kotylevskaya
- Dmitriy Molodtsov
- Alexander Heimonen

**Неаполь (Италия):**

- Luca Ciaravino
- Luca Cozzolino
- Stefania Lup
- Giada Di Fonzo

**Карлсруэ (Германия):**

- Falk Lindenmaier
- Charlotte Kaempf
- Matthias Beyer

**2.2. Управление водопользованием в проекте Hydro–WEB. Задача этого года**

Задача этого года была идентичной с задачами прошлых лет:

В начале требовалось подкорректировать имеющуюся модель р. Вида, т.к. со времени создания модели в реке произошли изменения: накопление осадка на некоторых участках реки, изменились расходы притоков, изменились характеристики насосных станций...

Вторая задача – оптимизация полученной модели. Используя подходящие человеческие изобретения (дамбы, углубительные работы...) необходимо обеспечить минимальный (важен для судоходства) и не превзойти максимальный (важен при защите от наводнений) водные уровни.

Третья задача – изучение полученной модели: проверить эффективность использования различных временных интервалов при моделировании; посмотреть влияние сопротивления дна на уровень воды и расход; посмотреть влияние сужения одного поперечного сечения в течение нескольких дней из-за мостостроительных работ.

Так же необходимо было заниматься оформлением персональной страницы команды.

Объем работы очень велик и практически невыполним полностью при первом опыте таких совместных работ, особенно, если учесть то, что большая часть участников ранее с программным комплексом по моделированию MIKE 11 раньше знакома не было. Кто-то был ограничен во времени, кто-то в доступе в сеть. Поэтому задачи 100% выполнения всех пунктов задания в проекте Гидро-ВЕБ и не стоит.

Санкт-Петербургская часть команды занималась:

- созданием и оформлением Веб-страницы команды
- изменением модели, согласно данным о накоплении осадений в реке
- просмотром влияния сопротивления дна русла на уровень воды и расход

#### Создание и оформление Веб-страницы команды

Петербургская часть команды решила взять эту обязанность на себя в лице Молодцова Д.В., обладающего достаточным опытом и навыками.

Страница писалась на языке HTML в текстовом редакторе блокнот. Пример (Приложение: Рис. 4).

#### Изменение модели, согласно данным о накоплении осадений в реке

Модель была откорректирована согласно данным задания:

Таблица 2.2.1

«Данные по накоплению осадка в реке»

Название реки(притока)	Отметки	Повышение уровня
VIDA-NED	2797, 3278 m	28 cm
VIDA-NED	6448, 6928 m	22 cm
VIDAA-MEL	2968, 3252 m	22 cm
VIDAA-MEL	1250, 1460 m	20 cm

Пример изменения модели представлен на рисунках в Приложении. (Приложение: Рис. 5–7).

#### Влияние сопротивления дна русла на уровень воды и расход

Выяснялось влияние сопротивления дна русла при исходном значении, при 20 и 40 на уровень воды и на расход в двух точках: Storm Gate и Tonder. Карта (Приложение: Рис. 8).

Полученные результаты показывают значительное изменение водного уровня в Tonder. В Storm Gate изменение меньше. Расход в Tonder практически не менялся, в отличие от Storm Gate, где изменения были существенны. (Приложение: Рис. 9–20). Все это позволяет сделать вывод о том, что сопротивление дна русла – это важный параметр.

### **2.3. ИКТ, используемые в курсе «Гидро-Веб»**

Как уже говорилось выше, проект «Гидро-веб» создан для того, чтобы дать студентам возможность получить опыт совместной работы над одним проектом со студентами из других стран по сети Интернет. О всех используемых в этом проекте ИКТ и связанных с ними программных продуктах уже говорилось выше, поэтому сейчас они только перечислены.

Для общения между участниками использовались программные продукты NetMeeting & ICQ.

Моделирование осуществлялось на удалённом компьютере, поэтому использовалась технология «Работы на удалённом рабочем столе». Она была осуществлена при помощи программного комплекса **Tarantella**. Была создана Веб-страница группы, где выкладывались все отчёты. Это явное использование технологии WWW. Страница выкладывалась на сервере при помощи программы Total Commander, которая использовала для этого протокол FTP.

Естественно активно использовалась и электронная почта.

## **3. ИКТ для принятия решений по водному менеджменту**

### **3.1. Оценка состава ИКТ для принятия управленческих решений**

При грамотном внедрении и использовании ИКТ в тех или иных задачах, можно принимать решения по водному менеджменту, и наоборот, без использования современных достижений в области ИКТ, серьёзный проект разработать в области гидротехники, а также принятие глобальных решений по водопользованию невозможно.

### **3.2. Анализ возможного дальнейшего развития ИКТ при решении задач управления водопользованием**

Сегодня ИКТ, как уже говорилось, позволяют очень многое, и прогнозировать их дальнейшее развитие трудно. Проблема состоит с их полноценным внедрением, как в профессиональных задачах, таких как

управление водопользованием, так и в быту. Основная проблема: недостаточное развитие сети Интернет, особенно в малых городах. Так же в России наблюдается очень небольшое количество высокоскоростных подключений к сети, а именно только высокоскоростной Интернет, который на западе доступен и широко распространён даже в быту, может позволить реализовывать все современные возможности ИКТ, такие как передача больших объёмов информации, конференции. Поэтому сейчас активно развиваются технологии высокоскоростной передачи данных. Высокоскоростная передача данных – это основа современных возможностей ИКТ.

По прогнозам бурного развития Интернет в России не предвидится (2004). Это, в свою очередь, будет являться тормозом к внедрению и использованию современных возможностей ИКТ. Нехватка в программных продуктах, которые позволяют реализовывать эти возможности, нет. NetMeeting, позволяющий организовывать видеобщение между пользователями сети, является даже стандартным компонентом современных версий Windows, но малое количество высокоскоростных подключений не позволяет использовать эту и другие возможности.

Российский рынок информационно–коммуникационных технологий (ИКТ) достиг важного рубежа, и для дальнейшего развития на нем должны произойти качественные изменения. Население пока без энтузиазма воспринимает преимущества информационного общества и не торопится покупать компьютеры. Бурного развития Интернета в ближайшем будущем не предвидится.

Успехи российской информационно–коммуникационной отрасли вызывают зависть у ИТ–компаний всего мира – различные сегменты рынка растут на 50–100% в год. Эти и другие данные были обнародованы на расширенном заседании коллегии Минсвязи России. Однако эти успехи показывают, что период "простого" роста закончился и для дальнейшего развития необходимы качественные изменения.

Информатизация страны, к которой прежде всего стоит отнести увеличение количества компьютеров у населения и числа интернет–пользователей, будет сдерживаться не только объективными причинами, но и психологическими факторами. В последние годы в России наблюдался взрывной рост количества пользователей Интернета, однако это большей частью низкоскоростные подключения, а также количество компьютеров росло более низкими темпами. При этом цены на компьютеры снижались. Может быть, и в этом заключается причина того, что пока не удалось создать общенациональную марку российского компьютера – широкие народные массы не нуждаются в "народном ПК".

В России, как всегда, приходится уповать на государство – частных ИТ–компаний, сравнимых с нефтяными или газовыми структурами, в стране пока нет. По прогнозам Минсвязи, лишь в конце этого года несколько российских компаний смогут достигнуть оборота \$0,5 млрд. Это так же мешает внедрению высокоскоростного доступа в Интернет. Однако уровень информатизации страны определяется прежде всего проникновением ИТ в широкие массы, а для этого население должно хотя бы обзавестись компьютерами. Розничные продажи компьютеров растут, однако происходит это в основном в крупных городах. При этом средний компьютер стоит практически столько же, сколько стиральная машина. Однако взрывного роста продаж компьютеров ожидать не стоит – те, кому он нужен, его уже купили, а остальные зачастую даже не могут представить, зачем он им нужен. При этом позиция этих людей не лишена смысла, поскольку наш человек не может, как, например, в США, общаться с федеральными или муниципальными службами через Интернет. В таких условиях необходимо предпринимать серьёзные шаги для улучшения информационной инфраструктуры страны и пропаганды ИТ в широких массах и по централизации внедрения ИТ в госструктурах.

Именно несогласованность политики министерств и ведомств не позволила федеральной целевой программе (ФЦП) "Электронная Россия" в старом её варианте стать координатором усилий по созданию электронного правительства для улучшения общения граждан с государством. По информации "Финансовых Известий", новый вариант ФЦП уже готов. Что касается создания единого органа, ответственного за внедрение ИКТ в органах власти, то такая идея активно обсуждается. И.о. министра связи и информатизации Леонид Рейман рассказал "Финансовым Известиям", что на недавнем заседании правительства, посвящённом внедрению ИКТ, было решено проработать этот вопрос. По информации "Финансовых Известий", сейчас активно обсуждается, на базе какого министерства или ведомства создать такой орган. При увеличении финансирования "Электронной России" её управляющие органы могли бы взять на себя такие функции. Однако для того, чтобы другие ведомства слушались и не создавали информационные ресурсы, которые потом не будут стыковаться с другими государственными системами, необходима серьёзная аппаратная поддержка. Конечно, введение должности вице–преьера, ответственного за ИКТ, для России будет весьма радикальным ходом. Однако без широкого внедрения информационных технологий административную реформу в современных условиях провести не удастся.

Чем больше специалистов, компаний, органов управления в области водопользования будут обладать доступом в Интернет, и чем большее количество этих подключений будет высокоскоростными, тем эффективнее можно будет решать задачи в сфере водопользования.

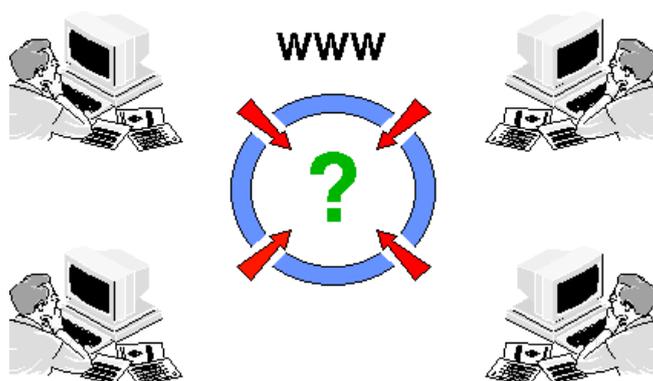


Рис. 1. Совместная работа членов международной команды над одним проектом в сети

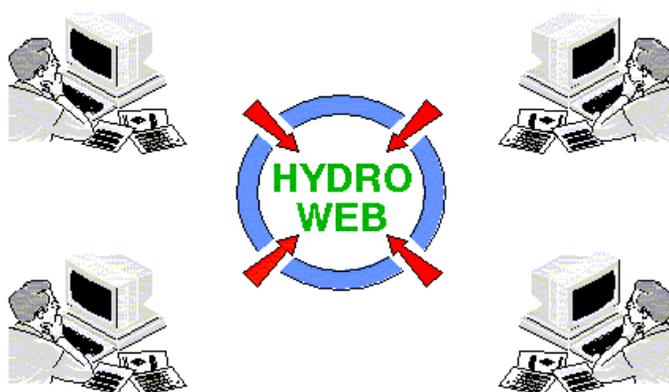


Рис. 2. Совместная работа членов международной команды над одним проектом с использованием платформы

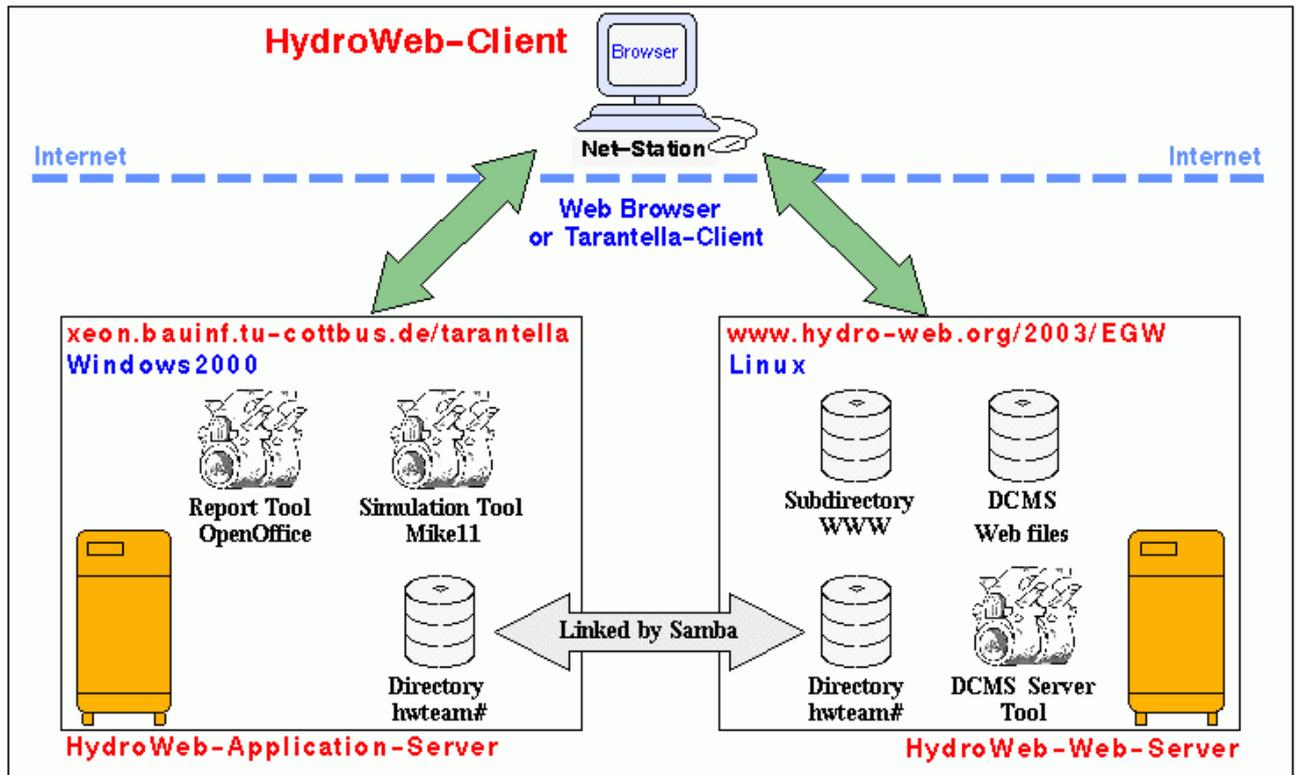


Рис. 3. Состав серверов проекта «Гидро-ВЕБ», связь с ними и между ними

```

Addressbook.html - Блокнот
Файл Правка Формат Вид Справка
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//w3c//DTD HTML 4.0 Transitional//EN">
<html>
<head>
<title>Hydroweb 2004 - Team 5</title>
<meta name="Author"
content="Hydroweb 2004 - Team 5. Team work Space Manager - Molodtsov Dmitri
<meta name="Copyright" content="© 2004 by Hydroweb 2004 - Team 5">
<meta name="Description"
content="Hydroweb 2004. work space of Team 5!">
<meta name="keywords" content="Hydroweb">
<meta name="Generator" content="BRED2">
<meta http-equiv="Content-Language" content="en-US">
<meta name="publisher" content="Molodtsov Dmitriy aka kovu">
<meta name="publisher-email" content="bigcats_ru@bigcats.ru">
<meta http-equiv="Content-Type"
content="text/html; CHARSET=windows-1251">
<link rel="stylesheet" type="text/css"
href="../Include/TeamPageFormat.css">
</head>
<body>
<div align="center" style="font-family: Tahoma;">
<font class="title_big">AddressBook - Team 5</font><br>
<br>
This is the address book of team 5 in addition to the general course
address book of the DCMS.<br>
You can use this address book to define your team member addresses for
your specific communication channels.
<table class="border" cellpadding="2" cellspacing="0">
<!--HEAD--> <tbody>
<tr bgcolor="#6692ff" align="center" valign="center" style="">
<td class="border"><b><font color="#ffff00">Member</font></b></td>
<td class="border"><b><font color="#ffff00">Location</font></b></td>

```

Рис. 4. Создание адресной книги команды на языке HTML в редакторе Блокнот»

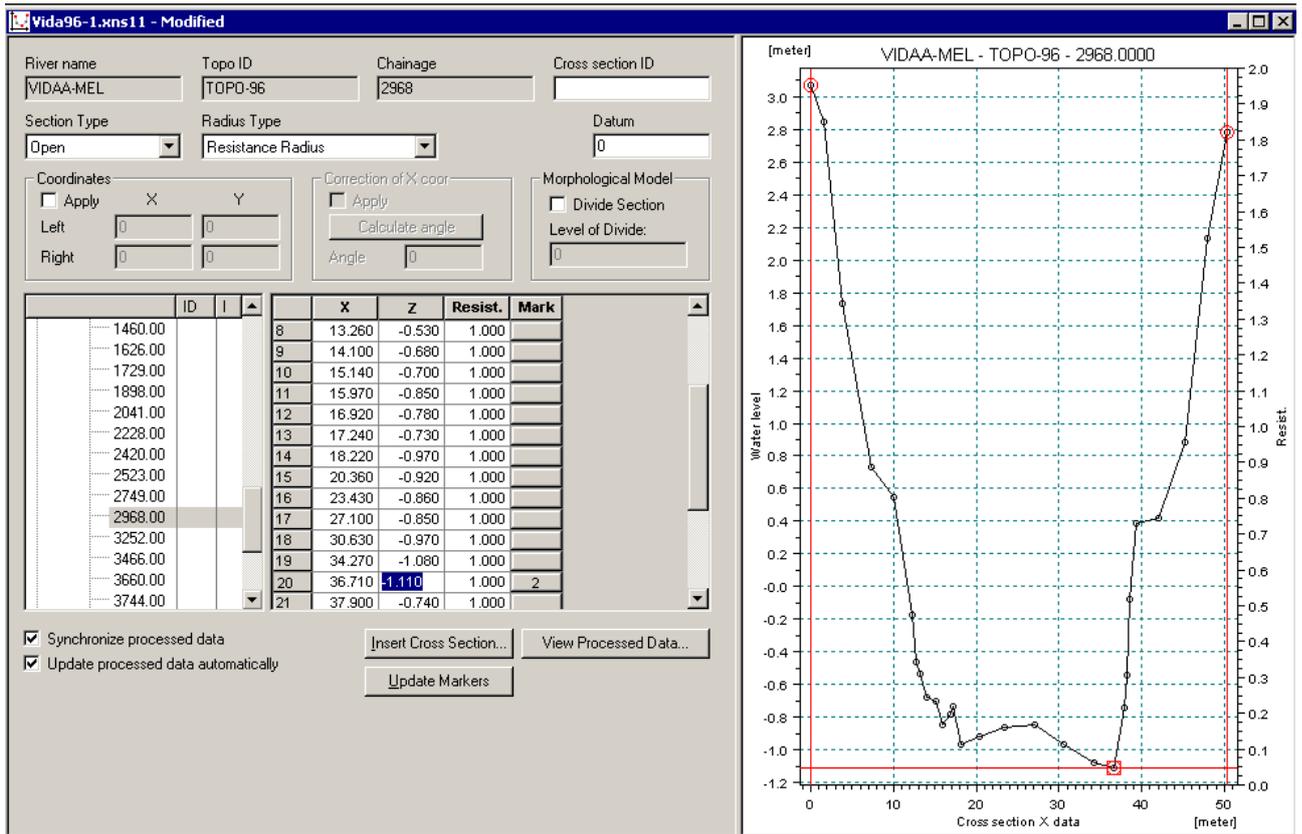


Рис. 5. Пример изменения уровня дна реки и притоков согласно данным задания о накоплении осадка. Исходная модель.

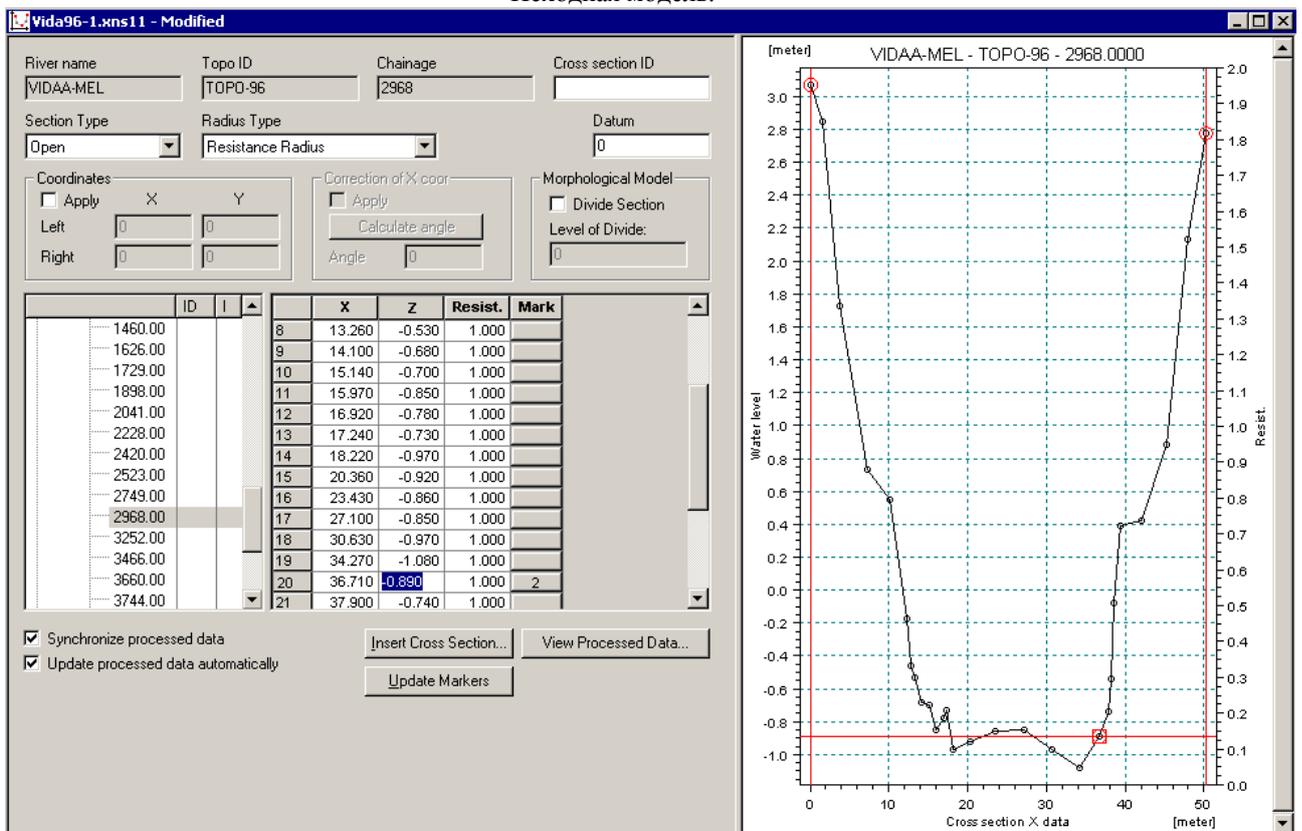


Рис. 6. Пример изменения уровня дна реки и притоков согласно данным задания о накоплении осадка. Нижняя точка поднята на указанную в задании величину

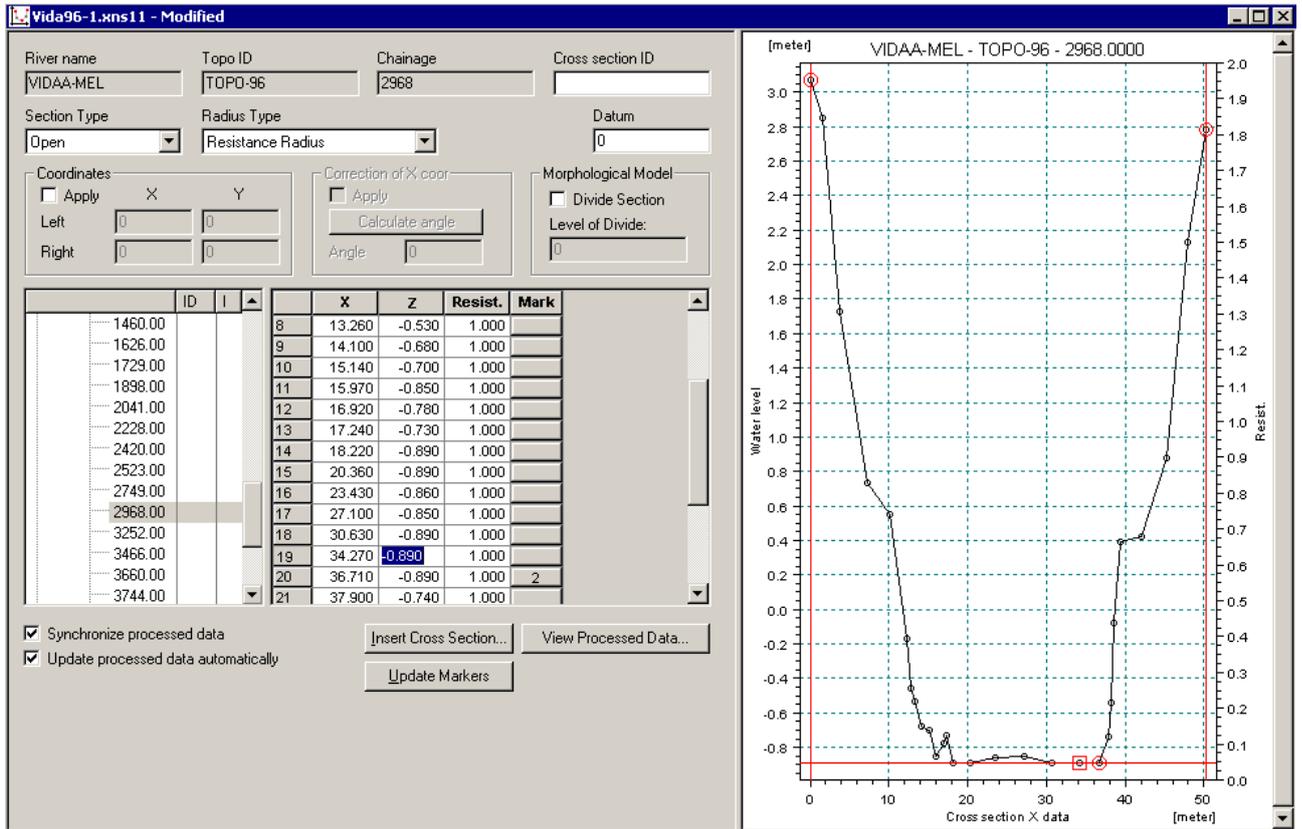


Рис. 7. Пример изменения уровня дна реки и притоков согласно данным задания о накоплении осадка. Точки, оказавшиеся ниже нового уровня, подняты до новой отметки. Модифицированная модель



Рис. 8: Карта реки с обозначением точек Storm gate & Tonder

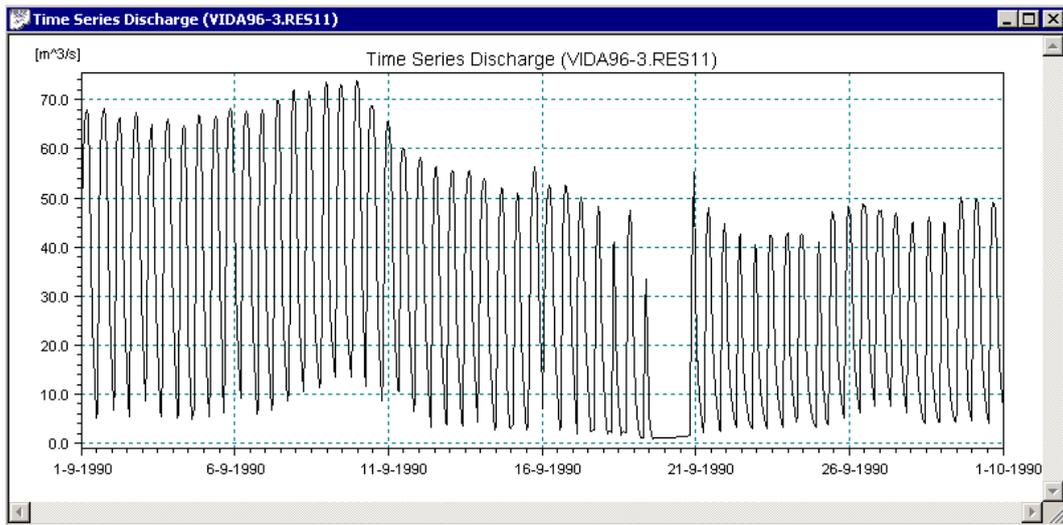


Рис. 9. Параметр сопротивления – 20. Расход. Storm gate

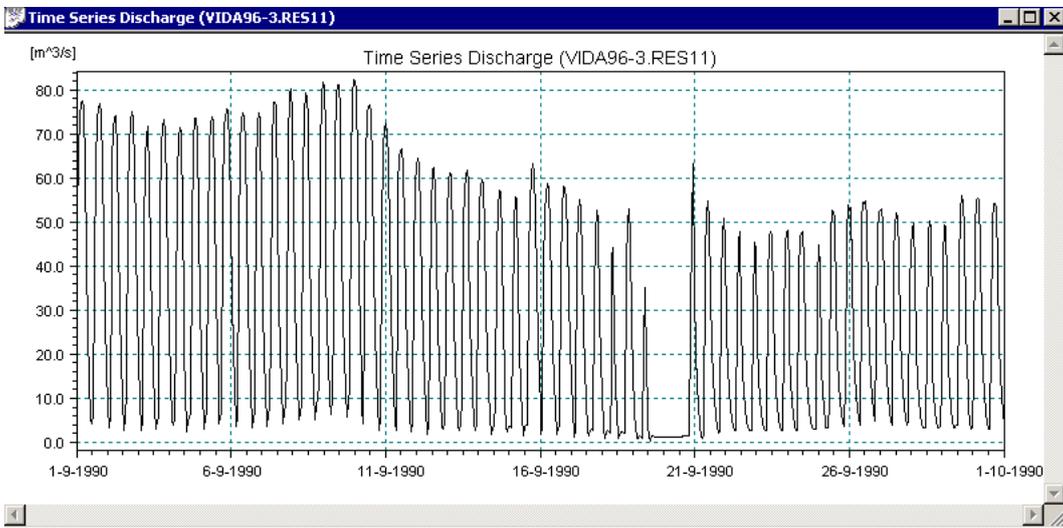


Рис. 10. Параметр сопротивления – исходный. Расход. Storm gate

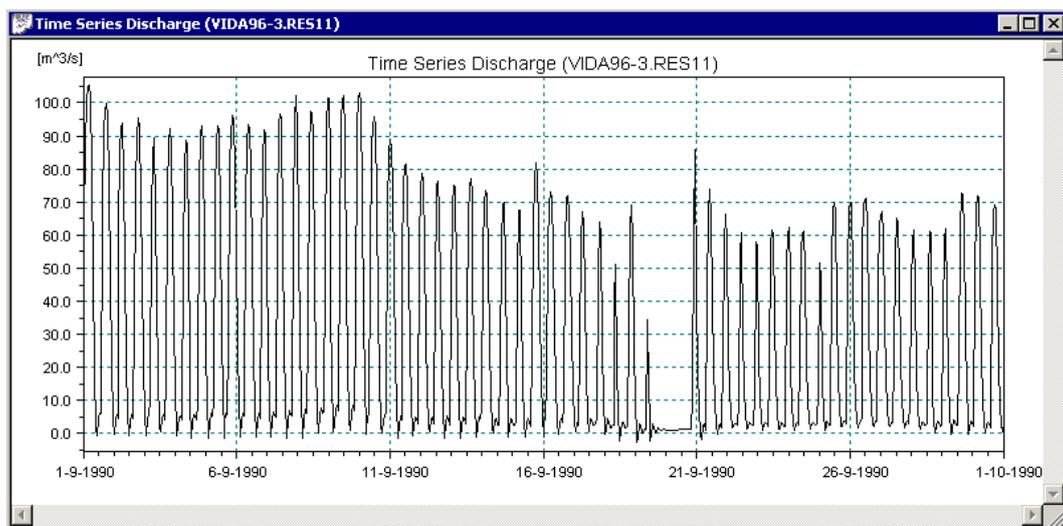


Рис. 11. Параметр сопротивления – 40. Расход. Storm gate

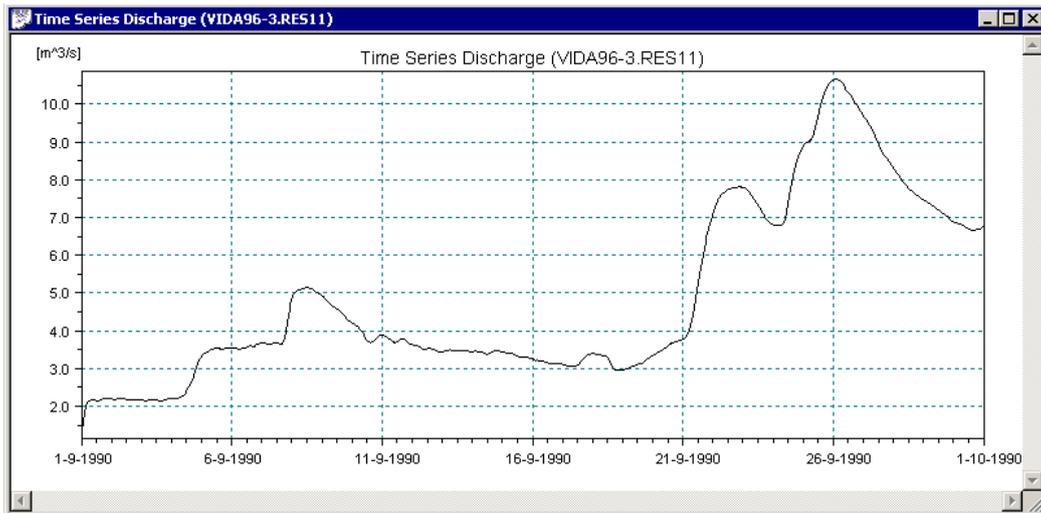


Рис. 12: Параметр сопротивления – 20. Расход. Tonder

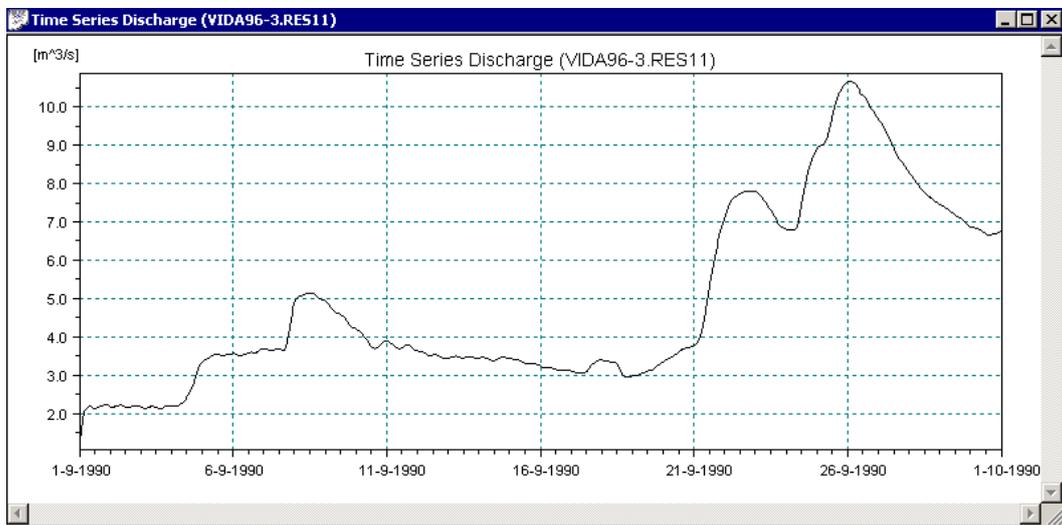


Рис. 13: Параметр сопротивления – исходный. Расход. Tonder

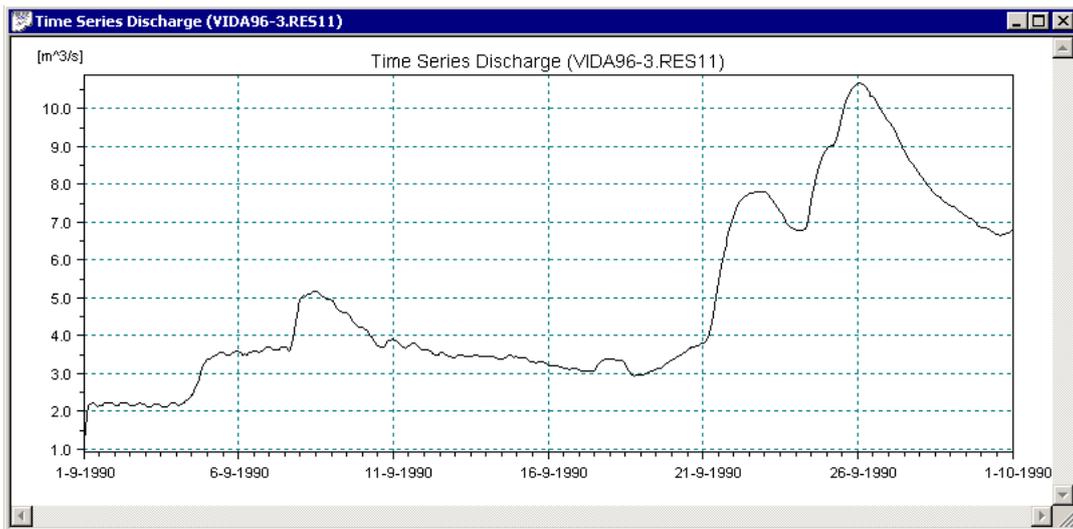


Рис. 14: Параметр сопротивления – 40. Расход. Tonder

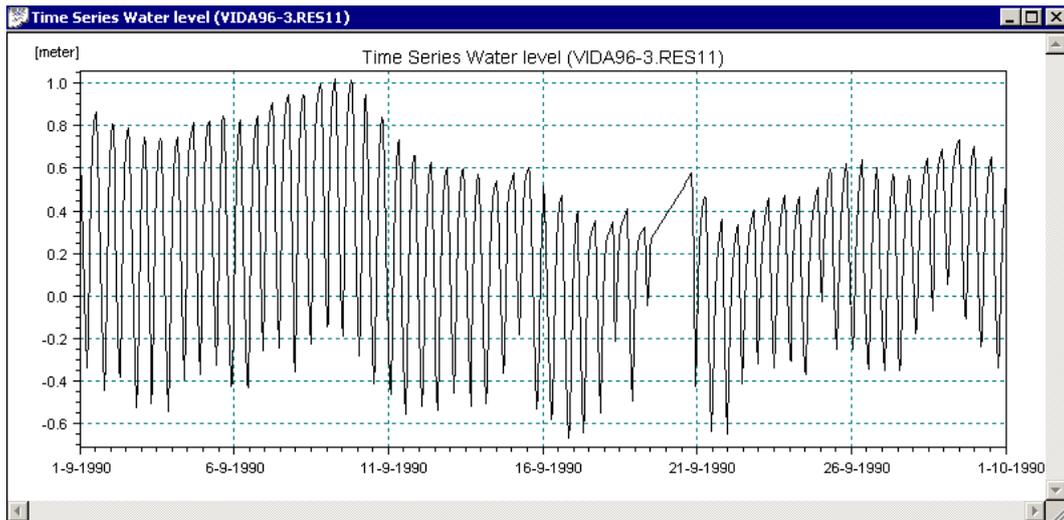


Рис. 15. Параметр сопротивления – 20. Уровень воды. Storm gate

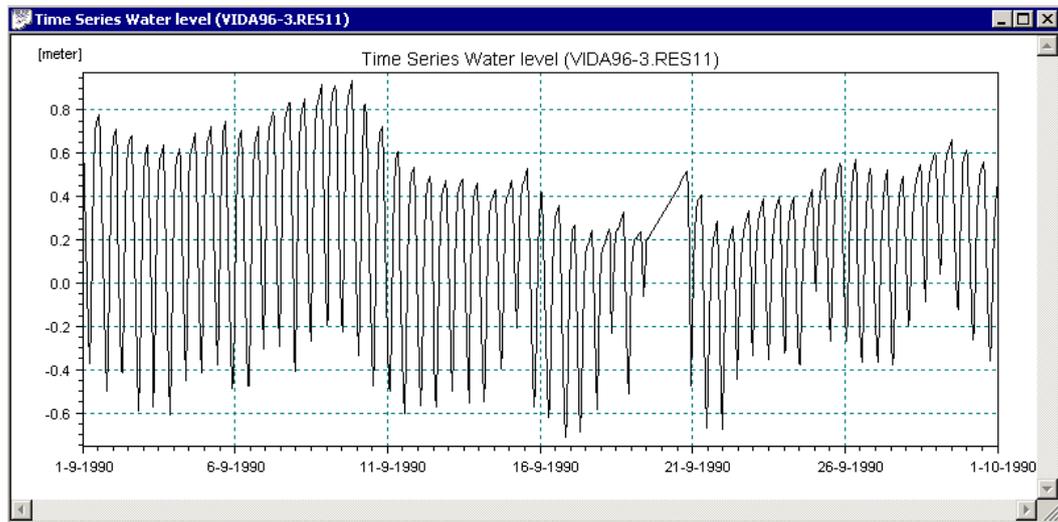


Рис. 16: Параметр сопротивления – исходный. Уровень воды. Storm gate

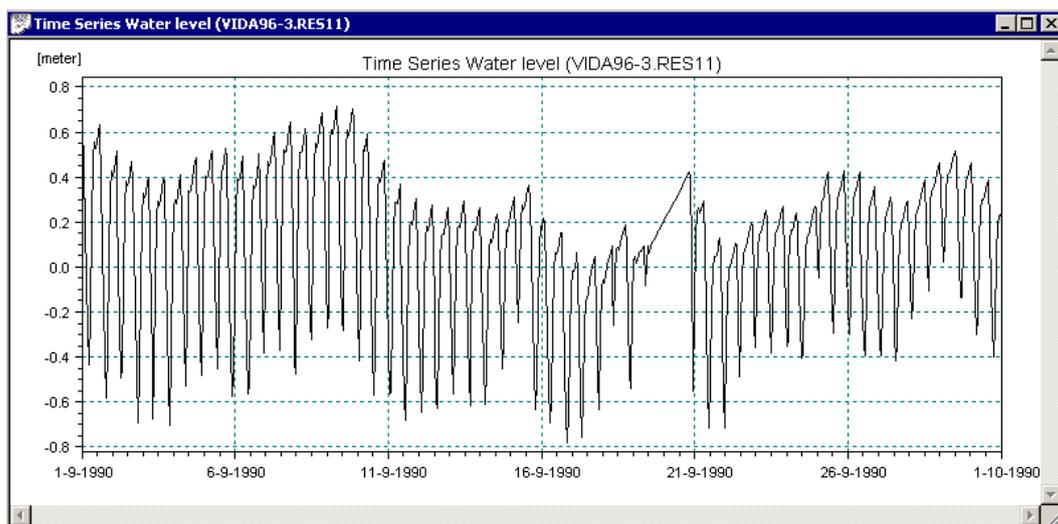


Рис. 17. Параметр сопротивления – 40. Уровень воды. Storm gate

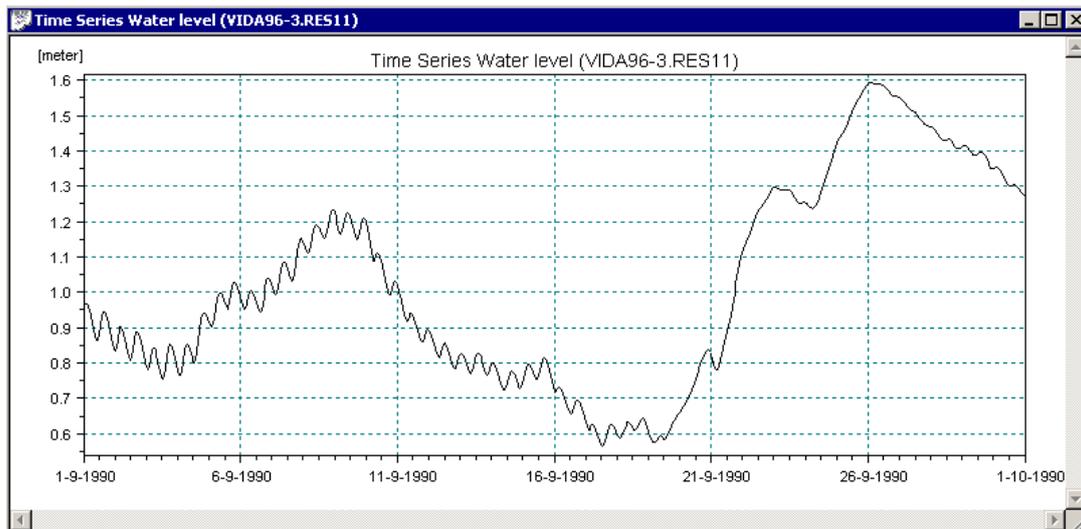


Рис. 18. Параметр сопротивления – 20. Уровень воды. Tonder

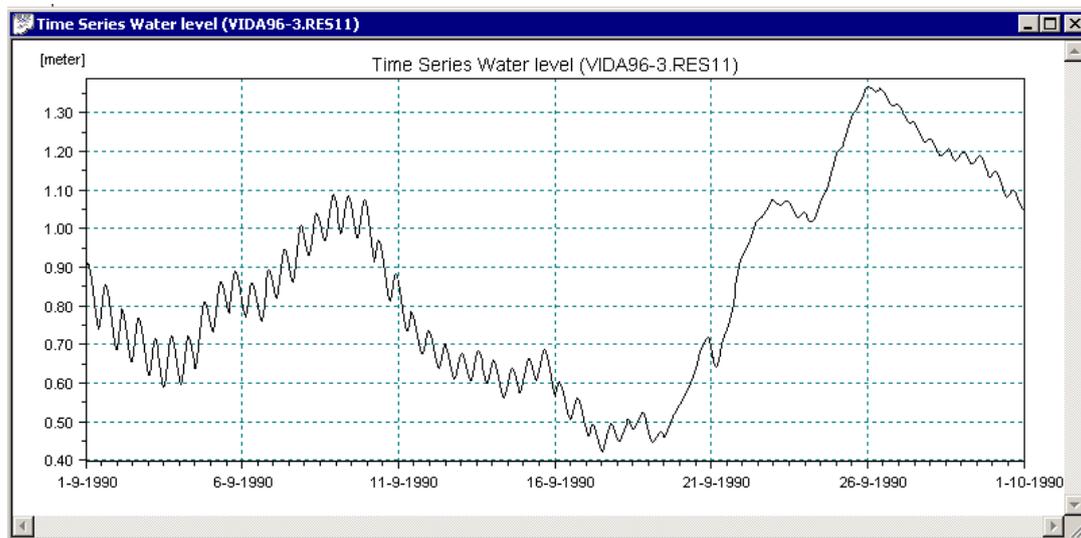


Рис. 19. Параметр сопротивления – исходный. Уровень воды. Tonder

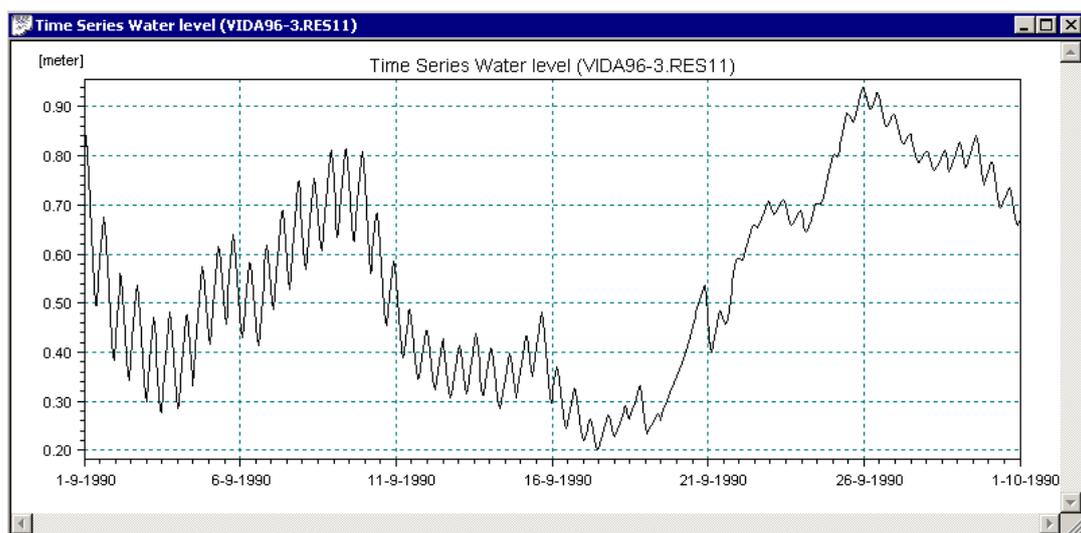


Рис. 20. Параметр сопротивления – 40. Уровень воды. Tonder

## ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.iis.ru/> – Институт развития информационного общества
2. Frank Molkenthin “WWW based Hydroinformatics Systems”. ISBN 3–934934–04–8. Edition/Year: 1. Edition/2000. Published by Brandenburg University of Technology at Cottbus.
3. Алекс Хоумер и Крис Улмен Справочник «Dynamic HTML». Перевод с английского С. Балашов. ISBN 5–314–00189–6. СПб, Издательство «Питер» 2000. ISBN 1–861000–68–5 (англ.)
4. <http://vspu.ac.ru/~zlot/internet.htm> – Фрагменты учебного курса Интернет
5. И. Григин «РНР 4. Специальный справочник» – СПб, Издательство «Питер» 2002. – 672с. ISBN 5–318–0043304
6. [http://priroda.ykt.ru/water/docs/water\\_conz.doc](http://priroda.ykt.ru/water/docs/water_conz.doc) – МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «КОНЦЕПЦИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ И ОХРАНОЙ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫМ КОМПЛЕКСОМ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»
7. [http://priroda.ykt.ru/water/docs/water\\_otd.doc](http://priroda.ykt.ru/water/docs/water_otd.doc) – ПОЛОЖЕНИЕ об отделе водопользования, водного хозяйства и надзора за безопасностью гидротехнических сооружений (ГТС) Управления природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР по Республике Саха (Якутия)
8. <http://www.hydro-web.org> – сайт проекта «Hydro–WEB»
9. <http://www.inauka.ru> – сайт «Известия Науки»

## – ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ MIKE 11, ЕГО ОПИСАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ (Котылевская Н.К.)

### Описание программного продукта MIKE 11

MIKE 11, разработанная DHI Water & Environment, — это компьютерная программа, предназначенная для имитации течений, качества воды и переноса взвешенных веществ в эстуариях, реках, ирригационных каналах и других водных объектах.

MIKE 11, в соответствии с современными требованиями к многокомпонентным программным системам, реализован в форме модульной структуры, содержащей следующие основные (базовые) модули:

— гидрологический (NAM);

— гидродинамический (HD), позволяющий при необходимости провести расчет прорыва плотины с помощью «внутреннего» по отношению к нему модуля DB;

— адвекции–дисперсии и транспорта связных наносов (AD);

— качества воды (WQ);

— морфологии и транспорта несвязных наносов (NST).

Модульная структура пакета позволяет автономно использовать каждый модуль, достаточно быстро подключать новые модули, а также автоматически передавать данные между модулями. При этом устанавливаются связи между такими процессами, как речная морфология, движение наносов, качество воды и т. д. Информационное обеспечение комплекса программ разработано в едином ключе для всех модулей и состоит из нескольких банков данных, включающих в себя набор системных файлов, каталогов, рабочих файлов редактирования, баз данных для каждого приложения. Такая структура информационного обеспечения позволяет быстро осваивать систему подготовки и ввода информации при установке и адаптации каждого нового модуля.

Гидрологический модуль NAM описывает процессы речного стока. Модуль предназначен для разработки компьютерных моделей гидрологического цикла типа «осадки–сток». Программная система модуля NAM может применяться независимо или как составная часть MIKE 11, в которой моделируемый сток фигурирует в качестве боковой проточности в гидродинамической модели. В основу модуля NAM положена математическая модель, которая в упрощённой форме описывает поведение наземной фазы гидрологического цикла. Эта модель относится к классу детерминированных концептуальных моделей блочного типа с умеренными требованиями к исходным данным. Наряду с упрощённым модулем NAM, Датским Гидравлическим Институтом разработан более совершенный инструмент MIKE SHE, который представляет собой интегрированную систему моделирования потоков поверхностных, грунтовых и подземных вод, транспорта растворов и взвесей во всей наземной фазе гидрологического цикла.

NAM моделирует процессы стока на водосборных территориях с преобладанием сельско–хозяйственных угодий. Вычисляется содержание воды в четырёх типах взаимосвязанных накопителей: за счёт процессов снегообразования и снеготаяния, поверхностного стока, формирования почвенных вод в корнеобитаемом слое и грунтовых вод. Накопителям соответствуют реальные физические компоненты водосбора. Основ-

ные исходные данные модели — это осадки и потенциальная транспирация, а если используется модуль снегообразования и снеготаяния, — то и температура. Основные результаты моделирования — значения стока и уровня грунтовых вод, а также информация о таких элементах наземной фазы гидрологического цикла, как изменение во времени содержания воды в почве и пополнения грунтовых вод. Модель NAM — широко применяемый инструмент на ряде водосборов в различных климатических регионах мира (кроме многократного использования в Дании, она применялась в Гренландии, Танзании, Зимбабве, Малави, Индии, Шри-Ланке, Бангладеш, Таиланде, Малайзии, Индонезии и на Филиппинах).

Блочный принцип построения NAM выражается в том, что каждый участок водосбора обрабатывается как единое целое, т.е. параметры и переменные усреднены для всего участка. В этой концептуальной модели на базе реальных физических элементов применены как детальные уравнения процессов, так и полуэмпирические. При этом часть выходных параметров определяется из физических характеристик водосбора, а окончательная оценка выполняется калибровкой по альтернативным входным и выходным временным рядам наблюдений.

Требуемый набор входных данных для модели NAM включает в себя параметры модели, начальные условия, метеорологические данные и данные о стоке за период калибровки. Начальные условия — это содержание воды в накопителях, значения горизонтального переноса и поверхностного стока и глубина грунтовых вод в начале моделирования. Метеорологические данные — это осадки, потенциальная транспирация и температура. Шаг времени для данных об осадках зависит от целей исследования и от характерного времени процессов на водосборе. В большинстве случаев суточные данные достаточны, но если водосбор быстро реагирует, а в центре внимания находятся пиковые значения расходов, то могут потребоваться более подробные данные. Данные по осадкам могут быть введены с любыми (переменными) приращениями времени, и модель NAM будет интерполировать их в соответствии с шагом, принятым для моделирования. Для потенциальной транспирации обычно достаточны помесечные значения. Только незначительное улучшение может быть получено при задании, например, ежедневных значений вместо месячных. В течение снежного сезона шаг времени в температурных данных должен соответствовать расчётному шагу времени модели.

Гидродинамический модуль HD базируется на уравнениях нестационарного течения Сен-Венана для описания речной системы и течений на затопленных поймах, имеющих вид:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial x} = q \quad (1)$$

(уравнение неразрывности),

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha Q^2 / A)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0 \quad (2)$$

(уравнение количества движения).

В этих уравнениях:  $Q$  — расход потока,  $q$  — боковой приток (отток),  $h$  — глубина потока,  $A$  — площадь сечения потока,  $R$  — гидравлический радиус,  $C$  — коэффициент Шези,  $\alpha$  — коэффициент Буссинеска,  $g$  — ускорение силы тяжести,  $x$  — пространственная свободная координата,  $t$  — время (свободная координата).

Уравнения Сен-Венана являются одной из наиболее важных и наиболее исследованных моделей гидрологических процессов. Они используются для расчётов плавно изменяющегося неустановившегося движения в речных руслах и им посвящено большое число исследований.

Аналитические решения уравнений Сен-Венана удаётся получить лишь для частных случаев, представляющих скорее теоретический, чем практический интерес. Численные методы интегрирования этих уравнений разрабатываются с 30-х годов, и наибольшее распространение получили различные конечно-разностные методы. Используемая в MIKE11, численная схема позволяет рассчитывать докритические (спокойные) и сверхкритические (бурные) потоки. Гидравлическое сопротивление русла рассчитывается по формуле Маннинга, т.е. коэффициент Шези

$$C = \frac{R^{1/6}}{n}, \quad (3)$$

где  $R$  — гидравлический радиус,  $n$  — коэффициент шероховатости.

Описываются соединения линейных участков гидрографической сети, а сечения в характерных створах заданы в виде поперечников. Геометрические и гидравлические характеристики между смежными створами интерполируются. Начальные условия заданы в виде начальных расходов и уровней в створах. В пределах заданного периода времени (для всех точек временной сетки) определяются расходы  $Q$ , уровни  $h$ , и скорости  $v$ .

Результаты расчёта выводятся в табличной и графической формах. Эта же информация сохраняется во внутреннем формате в файлах результатов для последующего использования.

Модуль конвективной диффузии и транспорта связанных наносов (AD-модуль) основан на одномерном уравнении сохранения массы растворенного или взвешенного вещества (соли, связанные наносы и т.п.). Поведение консервативных веществ, которые разлагаются по линейному закону, также может быть смоделировано посредством AD-модуля. Работа с этим модулем требует вывода из HD-модуля пространственных и временных данных о расходах, уровнях воды и скорости потока, а также данных по геометрии русла и размерах гидравлического радиуса. Вывод и передача данных выполняется автоматически. Модуль основан на численном решении одномерного уравнения адвекции–дисперсии, описывающего закон сохранения массы растворенного или взвешенного материала. Уравнение адвекции–дисперсии решается с использованием неявной конечно–разностной схемы, которая, как известно, является, устойчивой и имеет малую вычислительную погрешность. Схема позволяет рассчитывать профили концентрации с крутыми фронтами. Обозначим через  $C$  — концентрацию,  $D$  — коэффициент дисперсии,  $A$  — площадь поперечного сечения,  $K$  — линейный коэффициент распада,  $C_2$  — концентрацию притока (оттока),  $q$  — боковой приток (отток),  $x$  — пространственную координату,  $t$  — время. Тогда уравнение имеет вид:

$$\frac{\partial AC}{\partial t} + \frac{\partial QC}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left( AD \frac{\partial C}{\partial x} \right) = -AKC + C_2q. \quad (4)$$

Уравнение описывает два механизма переноса: адвективный (с осреднённым потоком) и дисперсионный перенос, обусловленный наличием градиента концентрации. Задача решается при следующих допущениях:

- вещество равномерно распределено по поперечному сечению потока и, в частности, приток немедленно распределяется равномерно по сечению;
- вещество консервативно или подчиняется закону реакций первого порядка (линейный распад);
- действует линейный закон диффузии, т.е. дисперсионный перенос пропорционален градиенту концентрации.

На внешних границах могут быть заданы открытые и закрытые граничные условия.

Открытое условие излива:

$$\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = 0. \quad (5)$$

Открытое условие притока: заданные пользователем значения концентрации в притоке (переменные по времени или постоянные).

Эти значения задаются аналогично расходам и уровням модуля HD. Когда, вследствие изменения направления потока, условие излива превращается в условие притока, концентрация на границе рассчитывается по переходному уравнению:

$$C = C_{bf} + (C_{out} - C_{bf}) \exp(-T_{mix}k_{mix}), \quad (6)$$

где  $C_{bf}$  — концентрация «за границей» (например, в море, в которое впадает водоток), при этом предполагается, что  $C_{bf}$  известна (задана таблично, как функция времени);  $C_{out}$  — концентрация на границе, т.е. немедленно перед тем, как изменилось направление потока;  $k_{mix}$  — коэффициент распада;  $T_{mix}$  — время, прошедшее с момента изменения направления потока.

Закрытое условие (отсутствие переноса через границу):

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0. \quad (7)$$

Коэффициент дисперсии определяется как функция скорости потока:  $D = fV^d$ , где  $D$  — коэффициент дисперсии,  $f$  — фактор дисперсии,  $V$  — скорость потока,  $d$  — безразмерный показатель.

Единица измерения фактора  $f$  зависит от выбора показателя  $d$ . Если  $d = 0$  (коэффициент дисперсии не зависит от скорости потока), то  $f$  измеряется в м<sup>2</sup>/с. Если  $d = 1$  (коэффициент дисперсии линейно зависит от скорости потока), то  $f$  измеряется в метрах и является тем, что обычно называется дисперсивностью.

Минимум и максимум коэффициента дисперсии  $D_{min}$  и  $D_{max}$  задаются глобально, т.е. для модели в целом, и локально для отдельных участков. Глобальные значения используются везде, где не заданы локальные значения. Начальные условия задаются глобально и/или локально в виде начальных значений концентрации. Коэффициенты распада при автономном использовании модуля AD задаются во входных данных. При использовании модуля AD через модуль WQ (модуль качества воды) они рассчитываются в модуле WQ и передаются в модуль AD автоматически.

Модуль конвективной диффузии (AD) включает в себя три информационные компоненты.

Первая группа данных получается в результате решения гидродинамической модели речной системы (модуль HD), поэтому модуль AD всегда запускается после модуля HD. Для определения параметров несущего потока используются полученные в HD расходы и скорости как функции от времени для всех расчётных точек.

Вторая группа данных содержит информацию о включённых в расчёт загрязняющих компонентах. Здесь перечисляются наименования компонент, единицы измерения концентрации для них, коэффициенты дисперсии (диффузии), начальные условия, коэффициенты распада (неконсервативности) несущего потока, открытые и закрытые граничные условия.

Третья группа данных содержит информацию о граничных условиях для каждого загрязнителя. Только наличие всех трёх типов данных позволяет произвести корректный расчёт по определению концентраций загрязняющих веществ в речной системе. Заметим, что описание данных конвективно-диффузионных процессов необходимо как для обычных частиц ЗВ в модуле AD, так и для биологически активных компонент при расчёте по модулю WQ.

Каждая компонента характеризуется степенью её неконсервативности (коэффициентом распада). Концентрация  $C$  при распаде изменяется в соответствии с уравнением первого порядка  $dC/dt = -kC$ , где  $k$  [сут.<sup>-1</sup>] — коэффициент распада.

В точках, где формируется выходной поток (водный и загрязняющих веществ), из модели речной системы определяются открытые граничные условия. Эти условия для AD-модели соответствуют условиям Q-N для модели HD. Для таких условий принимается допущение, что на концентрацию не оказывает значительного влияния условия моделирования на границе, т. е. предполагается, что выходной поток вливается в большое водное пространство, такое как озеро или море. Для каждого открытого граничного условия должна быть специфицирована временная серия концентраций для водоприёмника. Когда поток вытекает из моделируемой речной системы, концентрации на границе вычисляются внутри AD-модуля. Если поток меняет ориентацию (например, при приливах), то используется специфицированная временная серия концентраций (при истечении потока она не используется). Коэффициент  $K_{mix}$  используется, чтобы гарантировать плавный переход между вычисленными и специфицированными граничными концентрациями в случае неожиданного изменения концентрации потока. Главная цель задания открытого граничного условия для концентрации — это дать возможность учитывать массу компоненты в выходном потоке при вычислениях в AD-модели.

Закрытые граничные условия задаются, когда ни в систему, ни из неё заданная компонента не транспортируется. Поэтому такие условия должны задаваться только тогда, когда аналогичные граничные условия были специфицированы в гидродинамической модели (т.е.  $Q = 0$ ). Когда граница выбрана как закрытая, временные серии для этой точки не задаются.

Модель качества воды (WQ-модуль) связана с AD-модулем и описывает процессы химических реакций в многокомпонентных системах, включая разложение органических веществ, фотосинтез и дыхание водных растений, нитрификацию и обмен кислородом с атмосферой. Баланс масс вовлечённых компонент рассчитывается для всех точек методом рациональной экстраполяции в интегрированной двухшаговой процедуре с AD-модулем.

WQ-модуль описывает: соотношение: «биологическая потребность в кислороде — растворенный кислород», нитрификацию, влияние донной растительности, взмучивание и осаждение наносов, потребление кислорода разлагающимися органическими веществами. Кроме того, возможно использование двух дополнительных модулей для специального применения при описании процессов эвтрофикации, а также накопления и выделения различных металлов. Модель может быть также использована для изучения таких источников загрязнения, как коммунальные и промышленные стоки, сельскохозяйственные загрязнения, твёрдый сток и изменения донной топографии, влияющие на донную растительность.

Таким образом, модуль WQ описывает основные аспекты качества воды в реке под влиянием человеческой деятельности, т. е. кислородное истощение и концентрацию аммония в результате насыщения органикой. Он используется совместно с AD. При этом модуль WQ описывает процессы преобразования соединений ЗВ в реке, а AD моделирует процессы переноса.

Модуль WQ решает систему связанных дифференциальных уравнений, описывающих физические, химические и биологические процессы в реке и содержит шесть уровней детализации взаимодействия биологической потребности в кислороде (БПК) и растворенного кислорода (РК):

- 1 — БПК-РК,
- 2 — БПК-РК, включая донные отложения органики,
- 3 — БПК-РК, включая нитрификацию,
- 4 — БПК-РК, включая донные отложения, нитрификацию и денитрификацию,
- 5 — БПК-РК, включая немедленную и отложенную потребность кислорода и донные отложения,
- 6 — все перечисленные выше процессы.

Дифференциальные уравнения уровней 1 и 2 для БПК и кислорода представляют собой наиболее простые модели взаимодействия. На более сложных уровнях (3 или 4) модель учитывает продукты распада органики, а также выделение питательных веществ и изменения уровня окисления азота. Для ещё более сложных уровней (5 и 6) рассматриваются три компонента: БПК; растворенная, взвешенная и донная фракция. Для самого высокого уровня используется система семи дифференциальных уравнений: кисло-

род, три фракции БПК, аммоний, азот и температура. Таким образом, число дифференциальных уравнений зависит от выбранного уровня взаимодействия БПК и РК. Коэффициент распада БПК зависит от природы органики.

При моделировании концентрации РК появляется возможность его контроля и сравнения с минимально допустимым уровнем для фауны и флоры рассматриваемого района. Изменение концентрации РК описывается по-разному для моделей каждого уровня. На наиболее простом уровне концентрация РК является функцией естественных природных процессов (фотосинтез, респирация и реаэрация) и распада органики (БПК). Усложнение происходит, во-первых, за счёт включения взаимодействия с дном реки (введение потребления кислорода наносами) и, во-вторых, за счёт принятия во внимание питательных веществ, т.е., нитрификации аммония в азот. Распад поступающего БПК приводит к увеличению потребления кислорода.

БПК–РК модели 3, 4 и 6 уровней включают потребление кислорода на окисление аммиака до нитрата (процесс нитрификации). Распад аммиака вызывается потреблением двух молей кислорода на одну моль окисленного азота. Производство этих весов в молях кислорода (Oz) и азота (N) задаёт производящий фактор, описываемый в расчётах по кислороду и нитрификации. Процесс реаэрации выражается через насыщенную концентрацию кислорода. При концентрации ниже предельной кислород поглощается с заданным коэффициентом, выше предельной — выделяется в атмосферу. Коэффициент реаэрации зависит от глубины, скорости и уклона реки. Модель вычисляет предельное насыщение в зависимости от температуры.

Модуль качества воды WQ включает в себя четыре информационные компоненты. Первая группа данных получается в результате решения гидродинамической модели речной системы (модуль HD), поэтому модуль WQ всегда запускаются после модуля HD. Для определения параметров несущего потока используются полученные в HD расходы и скорости как функции от времени для всех расчётных точек. Вторая группа данных содержит информацию о конвективной диффузии. Здесь перечисляются наименования компонент, единицы измерения концентрации для них, коэффициенты дисперсии (диффузия), начальные условия, коэффициенты распада (неконсервативности) несущего потока, открытые и закрытые граничные условия. Третья группа данных содержит информацию о граничных условиях для каждого загрязнителя (граничное условие и привязка к руслу речной системы). Четвертая группа описывает процессы взаимодействия биологически активных веществ (ВПК, нитраты, аммоний) с кислородом. В этих данных указываются основные параметры этого взаимодействия с окружающей средой и свойства несущего потока реки (тепловая радиация, реаэрация, респирация, фотосинтез, температурные процессы и т. д.). Только наличие всех четырёх типов данных позволяет произвести корректный расчёт качества воды в речной системе.

В зависимости от существа рассматриваемой проблемы модель может быть настроена на различные уровни детализации, что, соответственно, требует различного состава исходных данных. Сложность модели варьируется, начиная с самой простой, которая включает только ВПК и содержание кислорода в воде. В более сложных случаях в расчётах учитывается взаимодействие с донными отложениями, неорганическим азотом (аммонием и нитратами), делением ВПК на растворенную, взвешенную и донную фракции, что позволяет моделировать как немедленную, так и отложенную потребность в кислороде.

По каждой компоненте заданного модуля, для каждого заданного пикета (точки вычислительной сетки) по всему расчётному интервалу времени программа выдаёт функцию зависимости данного показателя компоненты (уровня воды, расходов, концентраций и т. д.) от времени. Одновременно с результатами могут быть показаны измеренные в натуре временные серии. Этот приём используют при калибровке параметров модели. Также может быть выведен продольный профиль по любому выбранному участку речной системы в заданный момент времени по каждой компоненте заданного модуля. Поскольку на экране профили появляются по всей заданной шкале времени, то можно зафиксировать всю эпюру значений (картинка как бы оживает). Каждый временной срез можно зафиксировать на экране или распечатать на принтере.

Итоговая статистика событий. Эта возможность используется для проведения статистического анализа временных серий. В основном эта возможность используется для модуля качества воды. Режим печати статистики позволяет пользователю быстро просмотреть периоды концентрации, превышающие уровень допустимого биологического действия для различных веществ. Анализ превышения может быть показан тремя различными способами вычислений:

- общего времени превышения (или занижения) пороговой величины;
- максимального непрерывного периода превышения (или занижения) пороговой величины, специфицированной пользователем;
- максимального непрерывного периода с учётом периода восстановления.

Превышение фиксируется, если шаг между двумя событиями меньше чем период восстановления. Кроме этого, для трёх заданных временных периодов можно выдать значение превышаемой за этот период концентрации, т. е. определить порог (решение, так называемой, обратной задачи).

### Модель реки в интерпретации программы MIKE 11 (на примере реки Вида, Дания)

Программа MIKE 11 предназначена для одномерного моделирования и включает в себя несколько модулей. Для моделирования реки Вида в своей работе использовали только один модуль — гидродинамический модуль HD. Река Вида — это малая река, протекающая на юге Дании и впадающая в Северное море. Модуль HD имитирует непостоянный поток в сети открытых каналов. Результат — изменение во времени расхода и воды.

Одномерная гидравлическая модель описывается уравнениями Сен-Венана .

Принятые допущения:

- вода несжимаема и однородна,
- уклон дна русла реки мал,
- линии тока везде параллельны дну русла реки.



Рис.1. Река Вида

Описание переменных:

- независимые переменные
  - пространственная координата (длина)  $x$ ;
  - временная координата  $t$ ;
- зависимые переменные
  - расход  $Q$ ;
  - уровень воды  $h$ .

Все остальные переменные являются функциями от зависимых или независимых переменных.

Модель потока:

Диффузионный перенос. Пренебрегаем двумя членами в уравнении (2), и тогда получим:

$$gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0, \quad (8)$$

(прилив учитываем).

Конвективный перенос. Пренебрегаем тремя членами в уравнении (2), и тогда получим:

$$\frac{gQ|Q|}{C^2 AR} = 0, \quad (9)$$

(относительно воды в реке без учета прилива).

Схема решения:

Переменные трансформируются в совокупность неявных ограниченных различных переменных посредством вычислительного модулятора. Чередуя  $Q$  и  $h$  точек, где  $Q$  и  $h$  вычисляются в каждом временном шагу ( см. рис. 2.).

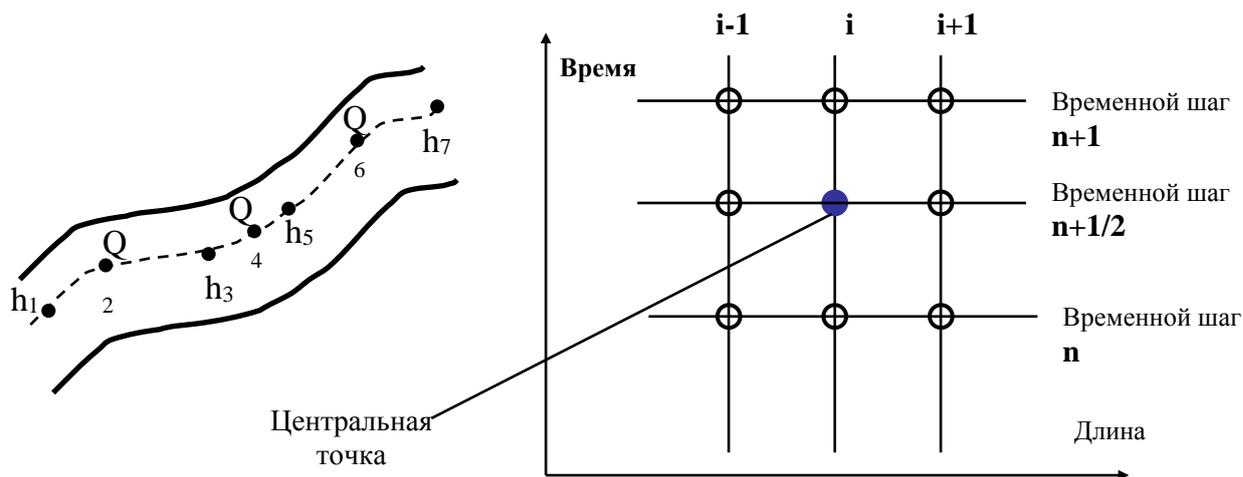


Рис. 2. Схема решения

Граничные условия:

Внешние граничные условия — сверху и снизу по течению.

Внутренние граничные условия — гидравлические сооружения (здесь уравнения Сен-Венана не применимы).

Начальное условие: время  $t=0$ .

Выбор граничных условий:

— Типичные граничные условия вверх по течению:

расход гидрографа конкретного события;  
постоянный расход из водохранилища.

— Типичные граничные условия вниз по течению:

постоянный уровень воды;  
временной цикл уровня воды (приливо–отливной цикл);  
достоверная оценка кривой (только для граничных условий вниз по течению).

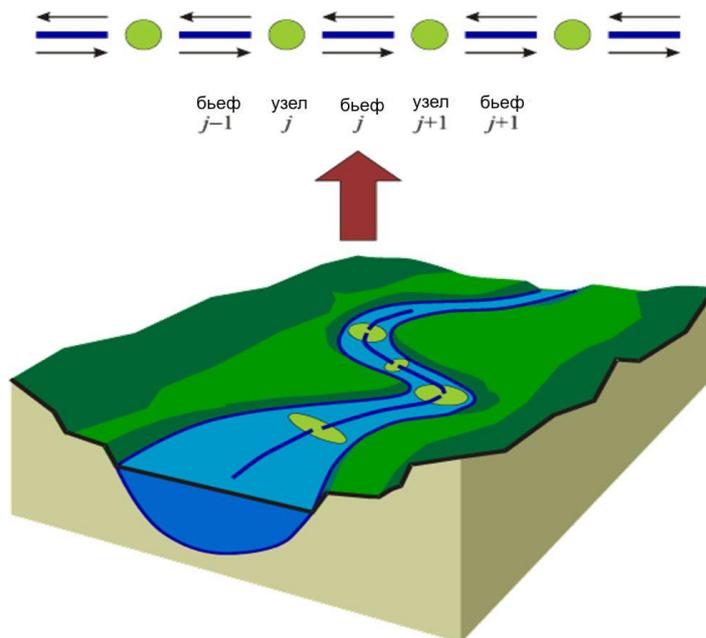


Рис. 3. Дискретизация – притоки реки

Дискретизация — рукава реки (рис. 3 и 4).

Дискретизация — поперечное сечение (рис.5):

необходимо точно представлять изменения потока, уклон дна, форму, характеристики сопротивления потока;

необходимо отображение местоположения на всей длине рукавов реки.

Для каждого сечения кривая вычисляется с учётом смоченного периметра, транспортной функции, гидравлический радиус как функция глубины.

Ограничения:

гидравлический прыжок не может быть смоделирован;  
закреплённость условий.

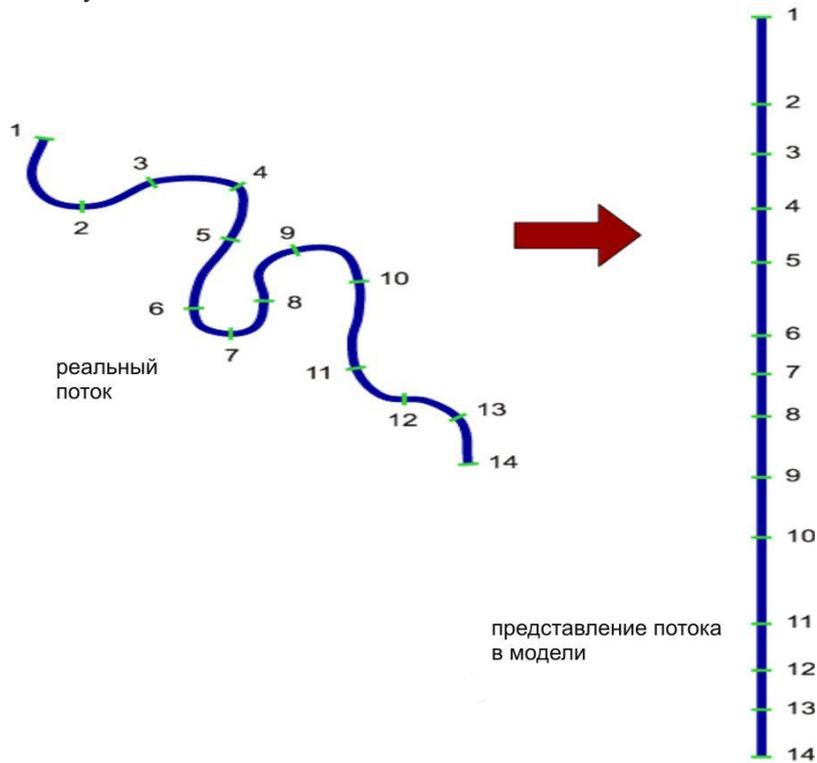


Рис. 4. Дискретизация – притоки реки

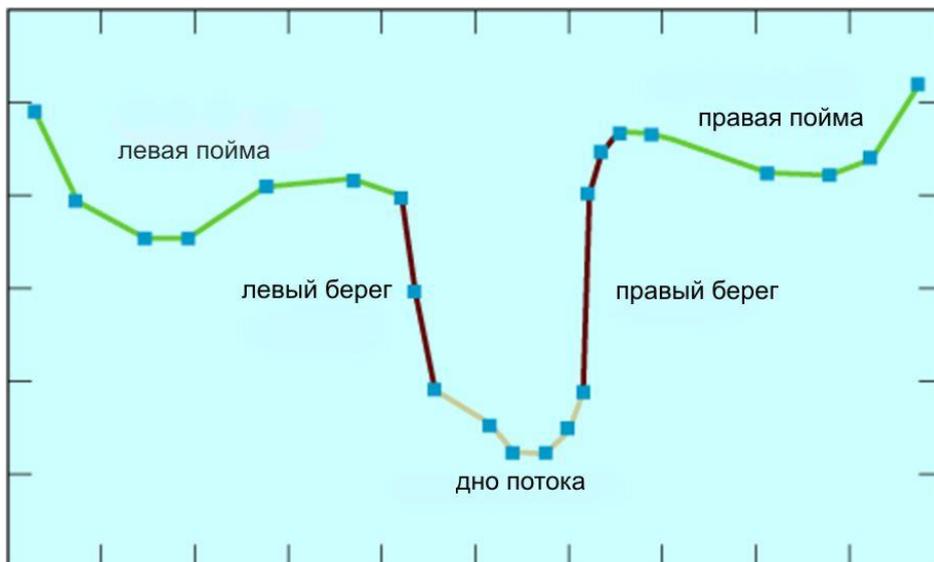


Рис. 5. Поперечное сечение

### Проблемы защиты от наводнений. Применение MIKE 11

Проблема защиты от наводнений образует специфическую группу задач управления водопользователем. Под наводнениями подразумеваются любые поднятия уровня воды в реке выше отметки бровки русла, независимо от причин их породивших (весеннее половодье, дождевой паводок, антропогенное воздействие и пр.).

Мероприятия по защите от наводнений можно условно разделить на организационные и технические. Технические мероприятия — это сооружение дамб обвалования, берегоукрепительные работы, перепрофилирование русла, строительство специальных противопаводковых водохранилищ, многочисленные

виды работ на водосборе и т. д. Организационные мероприятия включают в себя выработку правил управления ВХС с учётом возможных ущербов от высоких вод, создание служб прогноза паводков, подразделений по оперативному устранению последствий аварий и пр. Из приведённого перечня технических мероприятий видно, что выбор оптимального их сочетания требует решения сложной многоцелевой задачи и построения специальной системы математических моделей.

К организационным мероприятиям относятся те, которые обеспечивают возможно более ранний и точный прогноз о сроках и параметрах предстоящего наводнения. Если для весенних половодий такой прогноз часто удаётся осуществить, исходя из объёмов запаса снега на водосборной площади и гидрометеорологического прогноза хода температур и осадков, то долгосрочный и среднесрочный прогноз дождевых паводков, как правило, невозможен. К числу организационных мероприятий также следует отнести все действия по ликвидации последствий уже совершившихся или все ещё продолжающихся наводнений (эти мероприятия осуществляются, как правило, силами и средствами МЧС России).

Технические мероприятия по защите от наводнений на речной сети не обладают большим разнообразием: в основном они сводятся к построению дамб обвалования и регулированию стока водохранилищами, реже отводными каналами. Побочными мероприятиями иногда являются берегоукрепительные работы, различные противоэрозионные мероприятия, в том числе по предотвращению оврагообразования и т. п., а также русловыправительные работы. Между тем, все подобные мероприятия оказываются чрезвычайно капиталоемкими. Вследствие этого конкретный выбор комплекса технических решений по противопаводковой защите становится очень ответственной процедурой, требующей не только детального технико-экономического обоснования, но и оценки комплексного риска при возникновении аварийных ситуаций (разрыв дамб, разрушение плотин, сбросных сооружений и пр.).

Другой важной стороной противопаводковой защиты является выбор правил управления пропуском паводков и половодий. Такое управление возможно только при условии, что речная сеть уже зарегулирована водохранилищами, а сбросные сооружения снабжены регулирующими затворами. Таким образом, весь комплекс задач по проблеме управления противопаводковой защитой разбивается на задачи по обоснованию стратегических параметров соответствующих мероприятий и по выработке правил пропуска паводков.



Рис. 6. Река Вида в интерпретации MIKE 11

При участии в проекте Hydro Web мы выполнили следующие два задания по моделированию реки Вида. (Собственно говоря, мы не занимались непосредственно моделированием, а лишь изменяли готовую модель и смотрели результаты):

1. Отложение осадков на дне русла. Мы изменяли значения отметки дна русла по вертикали в заданных сечениях на заданную высоту. Эти модификации были вызваны незначительными морфологическими изменениями в главном канале.
2. Сопротивление дна русла реки. В данной модели мы изменяли значение коэффициента шероховатости со стандартного значения  $n=0,04$  на  $0,05$  и  $0,025$  для всех поперечных сечений и смотрели как изменяются расход и уровень воды в двух створах — в городе Тённер (Дания) и в устье реки (рис. 6). Был сделан вывод о том, что величина коэффициента шероховатости имеет большое значение (вывод сделан по анализу соответствующих графиков).

Пример графиков для расхода в городе Тённер представлен на рис. 7 (для  $n=0,05$ ). Пример графиков для уровня воды в городе Тённер представлен на рис. 8 (для  $n=0,05$ ).

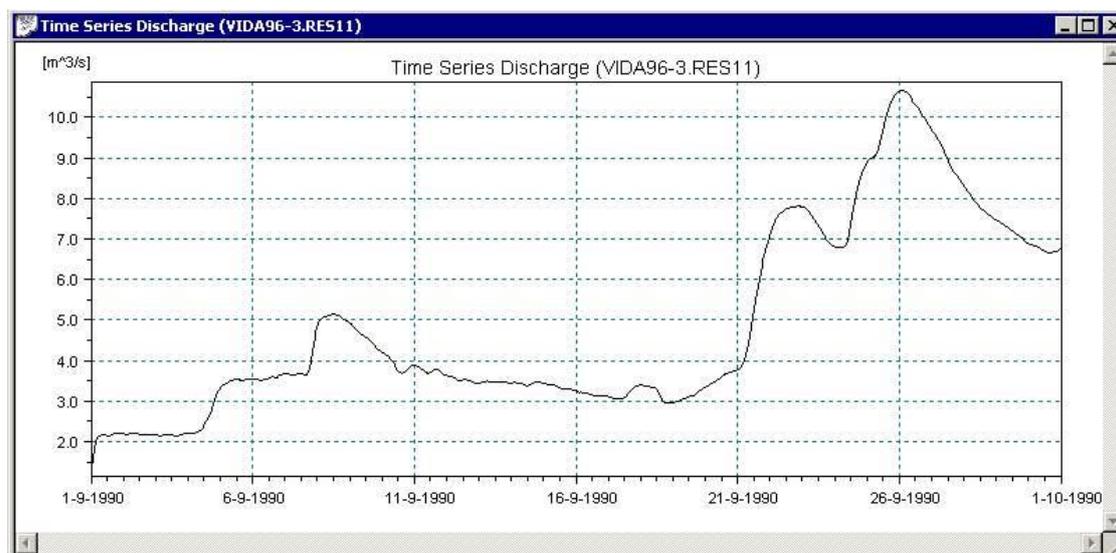


Рис. 7. График изменения расхода в городе Тённер при  $n=0,05$

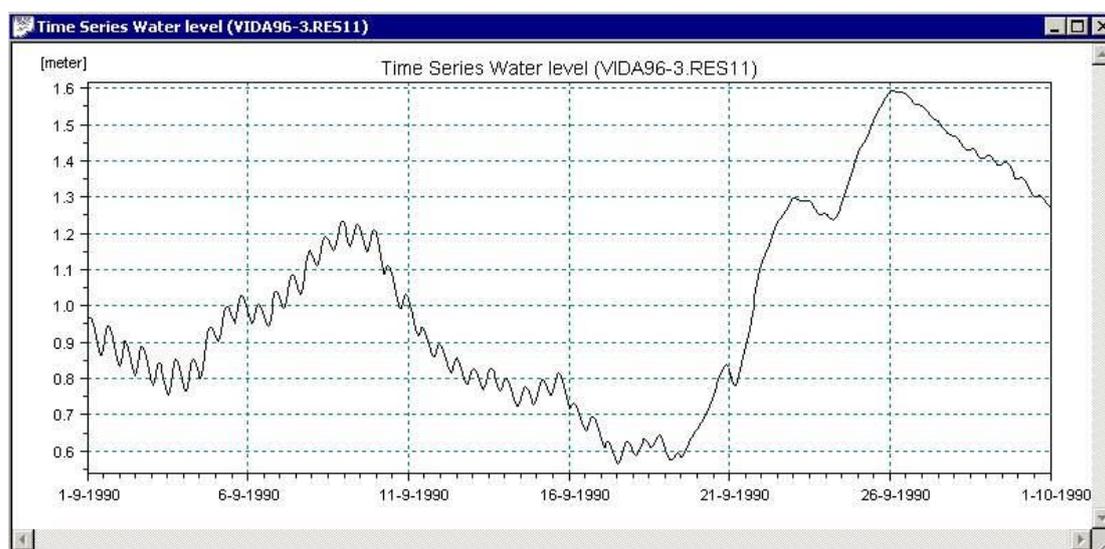


Рис. 8. График изменения уровня воды в городе Тённер при  $n=0,05$

Итак, на основании всего выше сказанного сделаем следующие выводы:

- MIKE 11 — это программа, предназначенная для имитации течений, качества воды и переноса взвешенных веществ в эстуариях, реках, ирригационных каналах и других водных объектах.
- Программа MIKE 11 предназначена для одномерного моделирования (изменение во времени по длине).
- Используемый нами гидродинамический модуль HD базируется на уравнениях нестационарного течения Сен-Венана для описания речной системы и течений на затопленных поймах.
- Модуль HD имитирует непостоянный поток в сети открытых каналов.
- Ограничения модели состоят в том, что не может быть смоделирован гидравлический прыжок и в закреплённости условий.
- Мероприятия по защите от наводнений можно условно разделить на организационные и технические.
- Технические мероприятия — это сооружение дамб обвалования, берегоукрепительные работы, перепрофилирование русла, строительство специальных противопаводковых водохранилищ, многочисленные виды работ на водосборе и т. д.
- Организационные мероприятия включают в себя выработку правил управления ВХС с учётом возможных ущербов от высоких вод, создание служб прогноза паводков, подразделений по оперативному устранению последствий аварий и пр.

— Важной стороной противопаводковой защиты является выбор правил управления пропуском паводков и половодий.

— MIKE 11 играет важную роль в принятии управленческих решений по водному менеджменту.

### **Литература**

1. Великанов А.Л., Коробова Д.Н., Пойзнер В.И. Моделирование процессов функционирования водохозяйственных систем.— М.: Наука, 1983. 271 с.
2. Вода России. Математическое моделирование в управлении водопользованием / Под ред. Черняева А.М. — Екатеринбург: Издательство АКВА–ПРЕСС, 2001. 519 с.
3. Воды России (состояние, использование, охрана). 1998 год. — Екатеринбург: Издательство РосНИИВХ, 1999. 146 с.
4. Железняк И.А. Регулирование паводочного стока. — Л.: Гидрометеиздат, 1965. 326 с.
5. Моделирование водохозяйственных систем (эколого–экономические аспекты) / Под ред. Пряжинской В.Г. — М.: ИВП РАН, 1992. 350 с.
6. Пряжинская В.Г., Ярошевский Д.М., Левит–Гуревич Л.К. Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 496 с.
7. Хранович И.Л. Управление водными ресурсами. Поточные модели. — М.: Научный мир, 2001. 295 с.
8. Чугаев Р.Р. Гидравлика. 3–е изд. — Л.: Энергия, 1975. 599 с.
9. <http://www.hydro-web.org> — основанное на www технологии совместное проектирование в гидротехнике.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ</b> .....	11
<b>2. КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОТОКОВ И ВОДОЕМОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ</b> .....	43
<b>3. ПРОГРАММЫ И СЛУЖБЫ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МОНИТОРИНГ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ</b> .....	58
<b>4. РАЗВИТИЕ ЛОКАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГЭС И ГАЭС</b> .....	67
<b>5. ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА</b> .....	95
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	148
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ I</b> .....	153
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ II</b> .....	161
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ III</b> .....	192

*Кононова Мария Юрьевна*

ЭКОЛОГИЯ  
ОЦЕНКА И ПРОГНОЗ КАЧЕСТВА ВОДЫ  
В БЬЕФАХ ГЭС (ГАЭС)

Учебное пособие

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
ОК 005-93, т. 2; 953005 – учебная литература

---

Подписано к печати 08.04.2014. Формат 60x84/16. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 14,0. Тираж 80 экз. Заказ 11761b

---

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного автором,  
в типографии Издательства Политехнического университета.  
195251, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29.  
Тел.: (812) 550-40-14.  
Тел./факс: (812) 297-57-76.