МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Гидрологии суши

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(дипломный проект)

На тему **ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЗОНЫ «УСТЬ-ЛУГА»**

Исполнитель Ст-ка гр. Г-64 Полякова Ирина Николаевна

Руководитель Угренинов Геннадий Николаевич

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой
Исаев Дмитрий Игоревич
(подпись)

«12» мая 2016г.

Санкт–Петербург
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Российской Федерации
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
(РГГМУ)

Допущен к защите
Зав. кафедрой,
к.г.н., доцент
Д.И. Исаев

Кафедра гидрометрии

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

ПРОБЛЕМЫ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОБУСТРОЙСТВЕ ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ЗОНЫ «УСТЬ-ЛУГА»

Выполнила: И.Н. Полякова
Г-64 ФЗО

Руководитель: к.т.н., доцент
Г.Н. Угренинов

Санкт-Петербург
2016

Оглавление

Введение **4**

1. Климатическая характеристика района **5**

2. Гидрологическая изученность района проектирования **8**

2.1. Общие сведения 8

2.2. Гидрологическая характеристика водосборов рр. Белой и Чёрной 10

3. Характеристики жидкого стока рр. Белой и Чёрной **14**

3.1. Среднегодовые расходы воды в устьях рр. Белой и Черной 14

3.2. Максимальные и минимальные расходы воды в устьях рр. Белой и Черной 15

3.3. Внутригодовое распределение расходов воды в устьях рр. Белой и Черной в маловодный год 20

4. Оценка изменения жидкого стока рр. Белой и Чёрной в связи с переформированием их водосборов при обустройстве Индустриальной зоны «Усть-Луга» **22**

4.1. Характеристики частных водосборов рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны 22

4.2. Расходы воды с частных водосборов рр. Белой и Черной в естественных условиях 26

5. Возможные пути компенсации стока **32**

6. Анализ причин возможных ограничений по сбросу сточных вод **36**

7. Возможное решение задачи по водообеспечению Индустриальной зоны «Усть-Луга» **38**

7.1. Методологические предпосылки 38

7.2. Хаболовская система рек и озёр 38

7.2.1. Характеристика водосборов озер Копанского, Глубокого, Бабинского, Судачьего и Хаболовского 38

7.2.2. Морфометрические характеристики озер 43

7.2.3. Режим уровней воды озер 43

7.2.4. Ледовый режим озер 47

7.2.5. Термический режим озер 49
7.3.Общая оценка возможного использования водных ресурсов системы Хаболовских озёр для водообеспечения Индустриальной зоны 51
Заключение 52
Список использованных источников 58

Введение

Основными задачами дипломного проектирования была оценка характеристик жидкого стока рр. Белой и Черной в естественных условиях в створах на нижней границе образуемых территорий. Планировалась оценка изменений режима рек в связи с обустройством Индустриальной зоны.

Подвергнуты анализу причины возможных ограничений на сброс в рр. Белую и Черную сточных вод.

Оценка гидрологических характеристик производились согласно рекомендациям СП 33-101-2003 и СНиП 2.01.14-83 [1, 2].

Работа выполнена на основании камеральной обработки имеющихся материалов изысканий прошлых лет и гидрологических расчётов, в объёме, необходимом для принятия концептуальных решений.

1. Климатическая характеристика района

Климат рассматриваемого района носит черты морского климата умеренных широт и переходного от морского к континентальному.

Зима неустойчивая, мягкая. Для нее характерны резкие колебания температуры воздуха вплоть до оттепелей, преобладание пасмурной погоды, большое количество выпадающих осадков и частые туманы.

Весна прохладная, затяжная, сопровождается частыми возвратами холодов, а иногда и установлением снежного покрова. Часто отмечаются туманы.

Лето нежаркое со значительным количеством осадков.

Осенью температура воздуха понижается, увеличивается облачность, чаще возникают туманы. Скорости ветра возрастают, повторяемость штормов становится наибольшей в году [2-3].

Температура воздуха. Среднегодовая температура воздуха по данным м/сУсть-Луга равна плюс 4,2 ˚С. Самым теплым месяцем является июль со среднемесячной температурой воздуха 16,9 ˚С, самым холодным – февраль, среднемесячная температура которого составляет минус 7,7 ˚С.

Абсолютный максимум температур составляет плюс 32˚С и отмечается в июне-июле. Абсолютный минимум - минус 42˚С (январь).

Средняя дата первого заморозка приходится на 28 сентября, а средняя дата последнего заморозка приходится на 19 мая. Средняя продолжительность безморозного периода - 131 день. Расчетная температура самой холодной пятидневки равна минус 23˚С.

Влажность воздуха. Средняя годовая относительная влажность воздуха равна 80 %.

Осадки. Территория данного региона относится к зоне избыточного увлажнения. Среднегодовое количество осадков составляет 700 - 760 мм.

Снежный покров. Средняя дата появления снежного покрова в рассматриваемом районе приходится на 4 ноября, образования устойчивого снежного покрова - на 11 декабря, дата разрушения снежного покрова - на 6

апреля.

Среднее количество дней со снежным покровом за многолетие составляет 132 дня. Максимальная высота снежного покрова достигает 32 см.

Метели, туманы, грозы. В холодное время года в данном районе наблюдаются метели, связанные с прохождением атмосферных фронтов, преимущественно теплых.

Среднее число дней с метелью за зиму составляет 20-23 дня.

Среднее количество дней с туманом за год в районе Усть-Луги составляет 28 дней.

Грозовая деятельность наиболее развита в теплый период - с мая по август и в среднем за год наблюдается 19 дней.

Ветер. В течение всего года преобладают ветры южного, юго-западного и западного направлений. Повторяемость ветра этих направлений достигает 50 %. В летние месяцы повторяемость ветров юго-западной четверти несколько уменьшается, северной - увеличивается.

Повторяемость штилевой погоды в течение года составляет 6,7 %.

Средняя годовая скорость ветра в районе Усть-Луги равна 4,7 м/с. Наибольшие средние месячные скорости ветра наблюдаются в ноябре и декабре о составляют 5,4 м/с и 5,5 м/с соответственно. Наименьшие среднемесячные скорости ветра наблюдаются в июле и августе - 4,1 м/с и 3,9 м/с соответственно.

Наиболее часто отмечаются ветры со скоростью в диапазоне 4-8 м/с.

Повторяемость штормовых ветров (14-20 м/с) невелика и составляет 1,33-1,21 %.

За год в районе Усть-Луги в среднем наблюдается 18 дней с сильным ветром (15 м/с и более).

Максимальные скорости ветра по румбам за период наблюдений за многолетний период наблюдений на м/с Усть-Луга приведены в табл. 1.1, а среднее число дней со скоростью ветра свыше 15 м/с - в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Максимальные скорости ветра по разным румбам, м/с Усть-Луга

Направление ветра, румб	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Скорость ветра, м/с	20	12	12	20	20	24	20	24

Таблица 1.2. Среднее число дней со скоростью ветра свыше 15 м/с, м/с Усть-Луга

Месяц												Год
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1.7	1.2	1.2	1.1	0.6	1.0	0.8	1.1	1.7	3.5	2.2	1.4	18

Розы ветров по данным многолетних наблюдений м/с Усть-Луга, представлены на рис. 1.1

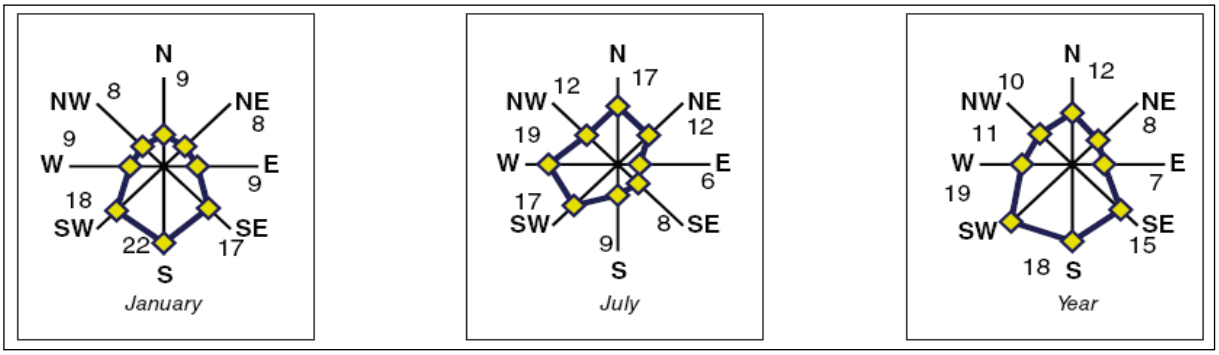

Рис. 1.1. Розы ветров по данным многолетних наблюдений

2. Гидрологическая изученность района проектирования

2.1. Общие сведения

На рассматриваемых водных объектах в пределах района проектирования регулярные гидрологические наблюдения производились на гидрологических постах:

- р. Луга – г. Кингисепп;
- р. Луга – с. БольшоеКуземкино;
- р. Систа – д. Среднее Райково;
- оз. Глубокое – д. Корвитино (1945-1987 гг.);
- морской пост п. Усть-Луга.

В настоящее время действуют гидрологические посты: р. Луга-г. Кингисепп, р. Систа – д. Среднее Райково [1].Список гидрологических постов приведен в табл. 2.1, а гидрографические характеристики в опорных створах – в табл. 2.2. Схема гидрологической изученности дана на плане рис. 2.1.

Таблица 2.1. Список постов СЗУГМС

Название поста	Расстояние от устья, км	Площадь бассейна, км^2	Период действия		Период, за который имеются данные наблюдений за:				
			открыт	закрыт	уровнем воды	стоком воды	температурой воды	толщи-ной льда	волнени-ем
р. Луга – г. Кингисепп	60	12800	28.12 1932	действует	1933-1941 1944-1986	1944-н/вр.	1945-н/вр.	1944-н/вр.	
р. Луга – с. Большое Куземкино	17	13700	27.03 1927	31.05 1964	1927-1941 1944-1964	-	1935-1941 1944-1964	1935-1941 1944-1964	
Финский залив – Усть-Луга	0,5	13800	1922	31.08 1985	1922-1941 1944-1985	-	1923-1941 1944-1985	1920-1940 1947-1985	1954-1957 1977-1985
р. Систа – ж.-д. ст. Куммолово	43	211	11.02 1970	31.12 1972					
р. Систа – д. Среднее Райково	14	573	1922	действует	1944-н/вр.	1946-н/вр.	1945-н/вр.	1944-н/вр.	
оз. Глубокое – д. Корвитино		30,8	1945	1987	1945-1987		1945-1987	1945-1987	

н/вр. – действует по настоящее время.

Таблица 2.2. Гидрографические характеристики в расчетных и опорных створах

Водоток, створ	Расстояние, км		Средний уклон, ‰	Площадь бассейна, км^2	Залесенность, %	Заболоченность, %	Озерность, %
	от истока	от устья					
р. Луга – г. Кингисепп	293	60	0,18	12800	61	8	2
р. Луга – с. Большое Куземкино	336	17	0,0114	13700	61	8	2
р. Систа – д. Среднее Райково	50	14	1,72	573	77	3	<1

Эпизодические наблюдения за уровнями производились на ряде гидрологических постов в нижнем течении р. Луги (СЗУГМС), на рр. Лужице, Краколке, Хаболовке, Кямиши, Святой, Огневище, Сепке, Белой и Черной (ЛенТИСИЗ – VII 1989 – VI 90 гг.; ЛенТИСИЗ – 1992 г.).

Рис. 2.1. Схема расположения ближайших постов наблюдений за гидрологическим режимом*

* – нумерация постов дана согласно Государственному водному кадастру.

307 – р. Коваши – д. Лендовщина;

311 – р. Систа – д. Среднее Райково;

308 – р. Рудица – б.д. Вяреполь;

315 – р. Луга – г. Кингисепп;

309 – р. Воронка – кордон;

333 – р. Хревица – д. Хревицы;

310 – р. Систа – ж.-д. ст. Куммолово;

335 – р. Азика – кордон Азика.

2.2. Гидрологическая характеристика водосборов рр. Белой и Чёрной

В гидрологическом отношении рр. Белая и Черная – правобережные притоки р. Хаболовки - не изучены. Систематических наблюдений на реках не производилось.

При анализе архивных и фондовых опубликованных материалов сведений о режимах русел рр. Белой и Черной не обнаружено.

Общие сведения о режиме р. Белой получены по результатам наблюдений ЛенТИСИЗ, при полевом обследовании реки и по опросным данным, полученным в ноябре – декабре 2009 года.

Водосбор р. Белой расположен на юго-восточном побережье Лужской губы Финского залива и представляет собой часть Лужско-Нарвской предглинтовой низменности. Территория сложена рыхлыми песчано-глинистыми породами, перекрытыми четвертичными отложениями. Почвы торфяно-подзолисто-глеевые, по механическому составу – песчаные.

Река Белая на своём протяжении принимает 6 незначительных правобережных притоков, стекающих с юго-восточного склона возвышенности, пересекающей в меридиональном направлении Сойкинский полуостров, причем сток части из них формируется на сравнительно пониженных территориях, являющихся продолжением нижней террасы этого полуострова.

Река Черная не обследована. Абсолютная высота водосбора реки меньше, чем на соседней р. Белой. Уклоны лога в 2,6 раза уступают таковым на р. Белой. Наиболее значительные притоки – 4 правобережных и 3 левобережных ручья.

Аналогом для обеих рек принятруч. Чернецкий - д. Ситенка.

Гидрографические характеристики этих водотоков приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3. Гидрографические характеристикирр. Белой, Черной и руч. Чернецкий

Название водотока	Площадь водосбора, км^2	Длина, км	Ср. уклон русла, ‰	Озер-ность, %	Заболо-ченность, %	Залесен-ность, %
р. Белая, устье	20,6	10,2	6,0	< 1	15	50
р. Черная, устье	44,2	17,8	2,3	< 1	18	60
руч. Чернецкий – д. Ситенка	10,2	9,0	3,95	0	10	76

Русла рек в среднем и нижнем течении трапецеидальные, глубоко врезанные, четко прослеживаемые (см. фото рис. 2.2).

На рис. 2.2 показаны водосборы рр. Белой и Черной.

Рис. 2.2. Река Белая в створе перехода шоссейной дороги №121.

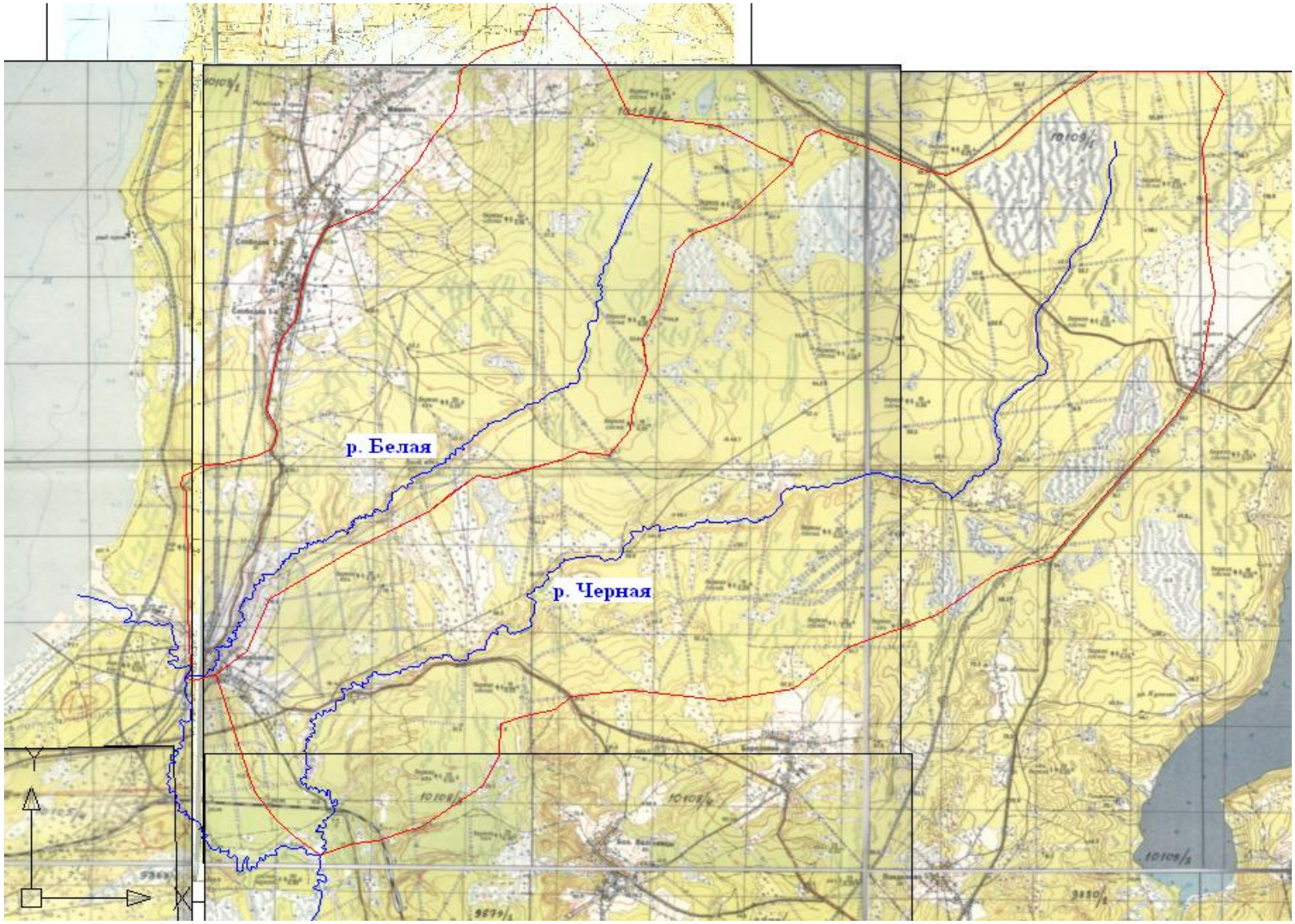

Рис. 2.3. Водосборы рр. Белой и Черной.

3. Характеристики жидкого стока рр. Белой и Чёрной

3.1. Среднегодовые расходы воды в устьях рр. Белой и Черной

Характеристики годового стока рр. Белой и Черной определены с привлечением данных о норме годового стока по руч. Чернецкий - д. Ситенка.

Расчёт нормы стока водотоков на участке проектирования произведён по формуле 3.1 [1-3]:

$$\bar{Q}_{i,\text{водотока}} = \frac{\bar{Q}_{\text{Чернецкий}} \cdot F_{i,\text{водотока}}}{F_{\text{Чернецкий}} \cdot k} \quad ; \qquad (3.1)$$

где: $\bar{Q}_{i,\text{водотока}}$ – норма среднегодового расхода воды i-го водотока, м^3/с;

$\bar{Q}_{\text{Чернецкий}}$ = 0,085 м^3/с – норма среднегодового расхода воды руч. Чернецкого;

$F_{i,\text{водотока}}$ – площадь водосбора i-го водотока, км^2;

$F_{\text{Чернецкий}}$ = 10,2 км^2 – площадь водосбора руч. Чернецкого;

k - поправочный коэффициент для малых водотоков на неполное дренирование реками подземных вод или потери стока на испарение с поверхности водосборов (табл. 3.1).

Таблица 3.1. Поправочные коэффициенты на неполное дренирование малыми реками подземных вод и потери стока на испарение с поверхности водосборов

Район	Площадь водосбора, км^2					
	0,01	0,1	1	3	5	10
I. Северо-запад и север Европейской территории СССР	0,66	0,76	0,87	0,93	0,96	1,0

Площади водосборов, среднегодовые расходы воды и их статистические характеристики приведены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Статистические характеристики среднегодовых расходов воды

Номер водотока	Общий водосбор (устье)		C_v	C_s
	F, км^2	Q, м^3/с		
р. Белая - устье	20,6	0,17	0,44	1,40
р. Черная - устье	44,2	0,37	0,44	1,40

Рассчитанные ординаты кривой среднегодовых расходов воды разной обеспеченности в устьях рр. Черной и Белой представлены в табл. 3.3.

Таблица 3.3. Среднегодовые расходы воды в устьях рр. Черной и Белой различной обеспеченности в устье, м^3/с.

Номер водотока	Обеспеченность, %								
	1	5	10	25	50	75	90	95	99
р. Белая - устье	0,43	0,31	0,27	0,20	0,16	0,12	0,097	0,085	0,068
р. Черная - устье	0,91	0,67	0,58	0,44	0,34	0,26	0,20	0,18	0,14

3.2 Максимальные и минимальные расходы воды в устьях рр. Белой и Черной

Максимальные расходы весеннего половодья и дождевых паводков в устьях рр. Белой и Черной определены с учетом данных о гидрографических характеристиках рек по схемам, рекомендованным СП 33-101-2003 [1]. Результаты расчетов сведены в табл. 3.4 – 3.7.

Таблица 3.4. Водоток р. Белая - устье

Расчет максимумов весеннего стока

Исходные данные:

Местоположение бассейна	12
Природная зона	Тундровая и лесная
Тип водотока	Равнинный
Площадь бассейна, км^2	20,60
Уклон лога или водотока, промиль	6,00
Параметр дружности половодья	0,008
Средний слой весеннего стока, мм	121,00
коэффициент к слою стока, снятому с карты	1,00
Коэффициент вариации C_v	0,35
Поправочный коэффициент к коэффициенту вариации C_v	1,25
Отношение C_s к C_v	C_s=3C_v
Площадь снижения редукции, км^2	1,00
Показатель степени редукции	0,17
Площадь леса, км^2	10,30
Расположение леса на бассейне	Равномерное
Тип почво-грунтов под лесом	1
Зональная лесистость	65,00
Залесенность бассейна, %	50,00
Коэффициент снижения расхода, Delta1	0,42
Площадь болот, км^2	3,09
Тип болот	2
Заболоченность бассейна, %	15,00
Коэффициент снижения расхода, Delta2	0,72

Результаты расчета:

Вероятность превышения, %	Расход стока, м^3/с
0,1	10,7
1	7,66
2	6,89
3	6,19
5	5,57
10	4,64
25	3,50

Таблица 3.5. Водоток р. Черная - устье

Расчет максимумов весеннего стока

Исходные данные:

Местоположение бассейна	13
Природная зона	Тундровая и лесная
Тип водотока	Равнинный
Площадь бассейна, км^2	44,20
Уклон лога или водотока, промиль	2,30
Параметр дружности половодья	0,008
Средний слой весеннего стока, мм	121,00
Коэффициентк слою стока, снятому с карты	1,00
Коэффициент вариации C_v	0,35
Поправочный коэффициент к коэффициенту вариации C_v	1,25
Отношение C_s к C_v	C_s=3C_v
Площадь снижения редукции, км^2	1,00
Показатель степени редукции	0,17
Площадь леса, км^2	26,52
Расположение леса на бассейне	Равномерное
Тип почво-грунтов под лесом	1
Зональная лесистость	65,00
Залесенность бассейна, %	60,00
Коэффициент снижения расхода, Delta1	0,40
Площадь болот, км^2	7,96
Тип болот	2
Заболоченность бассейна, %	18,01
Коэффициент снижения расхода, Delta2	0,69

Результаты расчета:

Вероятность превышения, %	Расход стока, м^3/с
0,1	20,1
1	14,4
2	13,0
3	11,7
5	10,5
10	8,74
25	6,58

Таблица 3.6. Водоток р. Белая - устье

Расчет максимумов дождевогостока

Исходные данные:

Местоположение бассейна	12
Природная зона	0
Номер района кривой редукции	3
Номер района для ВП%	2
Мах суточный слой осадков ВП%, мм	100
Тип водотока	Равнинный
Площадь бассейна, км^2	20,60
Длина лога или водотока, км	10,20
Уклон лога или водотока, ‰	6,00
Гидравлический параметр русла	7
Средняя длина безрусловых склонов	1,122
Шероховатость склонов водосбора	0,15
Средний уклон склонов, ‰	14,00
Коэффициентстока F_i	0,17
Тип почв и их мехсостав	5
Расчетный слой стока ВП 1%	16,8

Результаты расчета:

Вер.превышения, %	Расход стока, м^3/с
0,1	6,68
1	4,45
2	3,78
3	3,43
5	2,98
10	2,45
25	1,60

Таблица 3.7. Водоток р. Черная- устье

Расчет максимумов дождевого стока

Исходные данные:

Местоположение бассейна	13
Природная зона	0
Номер района кривой редукции	3
Номер района для ВП%	2
Мах суточный слой осадков ВП%, мм	100
Тип водотока	Равнинный
Площадь бассейна, км^2	44,20
Длина лога или водотока, км	17,80
Уклон лога или водотока, ‰	2,30
Гидравлический параметр русла	7
Средняя длина безрусловых склонов	1,380
Шероховатость склонов водосбора	0,15
Средний уклон склонов, ‰	4,00
Коэффициентстока F_i	0,08
Тип почв и их мехсостав	5
Расчетный слой стока ВП 1%	8,1

Результаты расчета:

Вер.превышения, %	Расход стока, м^3/с
0,1	5,03
1	3,35
2	2,85
3	2,58
5	2,25
10	1,84
25	1,21

Минимальные расходы летне-осенней и зимней межени в устьях рр. Белой и Черной вычислены по редукционной формуле [1, 2]. Результаты расчетов приведены в табл. 3.8-3.9.

Таблица 3.8. Минимальные 30-суточные расходы воды водотоков в расчетных створах за периоды межени, л/с

№ водотока	F, км^2	Период межени	Обеспеченность, %				
			75	80	90	95	97
р. Белая - устье	20,6	лето-осень	13,8	13,0	11,2	10,1	9,1
		зима	13,8	13,0	11,2	10,1	9,1
р. Черная - устье	44,2	лето-осень	30,7	29,0	24,9	22,6	20,3
		зима	30,7	29,0	24,9	22,6	20,3

Таблица 3.9. Минимальные суточные расходы воды водотоков в расчетных створах за периоды межени, л/с

№ водотока	F, км^2	Период межени	Обеспеченность, %				
			75	80	90	95	97
р. Белая - устье	20,6	лето-осень	11,0	10,4	8,9	8,1	7,3
		зима	11,6	10,9	9,4	8,5	7,6
р. Черная - устье	44,2	лето-осень	24,6	23,2	20,0	18,1	16,2
		зима	25,9	24,4	21,0	19,0	17,1

3.3. Внутригодовое распределение расходов воды в устьях рр. Белой и Черной в маловодный год

По данным о стоке малых рек района получено типовое внутригодовое распределение расходов воды (отношение среднемесячных расходов к среднегодовому).

При отсутствии наблюдений допустимо воспользоваться этим распределением, ориентируясь на наиболее важные при проектировании системы водоснабжения и водоотведения условия маловодья, к примеру, водность обеспеченностью Р=90%.

Внутригодовое распределение расходов воды в устьях рр. Белой и Черной в маловодье повторяемостью 1 раз в 10 лет (Р=90 %) приведено в табл. 1.12.

Таблица 3.10. Внутригодовое распределение расходов воды в устьях рр. Белой и Черной в маловодье повторяемостью 1 раз в 10 лет, $м^3/с$

Месяц, сезон	Месячный сток												Сезонный сток		
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	Весна (IV-VI)	Лето-осень (VII-XI)	Зима (XII-III)
р. Белая	0,32	0,18	0,072	0,045	0,045	0,054	0,090	0,099	0,045	0,032	0,032	0,063	0,572	0,333	0,172
р. Черная	0,72	0,40	0,16	0,10	0,10	0,12	0,20	0,22	0,10	0,070	0,070	0,14	1,28	0,74	0,38

4. Оценка изменения жидкого стока рр. Белой и Чёрной в связи сепереформированиемих водосборов при обустройстве Индустриальной зоны «Усть-Луга»

4.1. Характеристики частных водосборов рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны

Индустриальная зона расположена на территории водосборов рр. Белой и Черной.

План-схема района с обозначенными границами Индустриальной зоны, частными водосборами и расчетными гидростворами приведена на рис. 4.1. На нижней границе Индустриальной зоны расположен гидроствор № 1 р. Белой.

Гидростворы №№ 2, 3 на р. Черной расположены, соответственно, на верхней и нижней границах Индустриальной зоны.

Как следует из приведенного рисунка (4.1), образование Индустриальной зоны отсекает от бассейна р. Белой значительную часть водосбора этой реки. Более того, учитывая, что исток реки находится в пределах Индустриальной зоны, участок реки до гидроствора №1 практически лишается естественного притока.

Исток р. Черной находится за пределами Индустриальной зоны, поэтому формирование стока в бассейне выше по течению от территории Индустриальной зоны (до гидроствора №2), будет проходить в естественных условиях. Ниже гидроствора №2 до гидроствора №3 формирование стока будет нарушено, т.к. вследствие строительства Индустриальной зоны отсекается часть водосбора, расположенного к юго-востоку.

Для определения изменения стока рр. Белой и Черной в связи со строительством Индустриальной зоны, частные водосборы участков рек до нижней границы Индустриальной зоны условно подразделены на:

- частные водосборы с территории, непосредственно входящей в Индустриальную зону;

- частные водосборы с территорий, отсекаемых Индустриальной зоной от рассматриваемых участков рр. Белой и Черной, но сохраняющихся в естественных условиях.

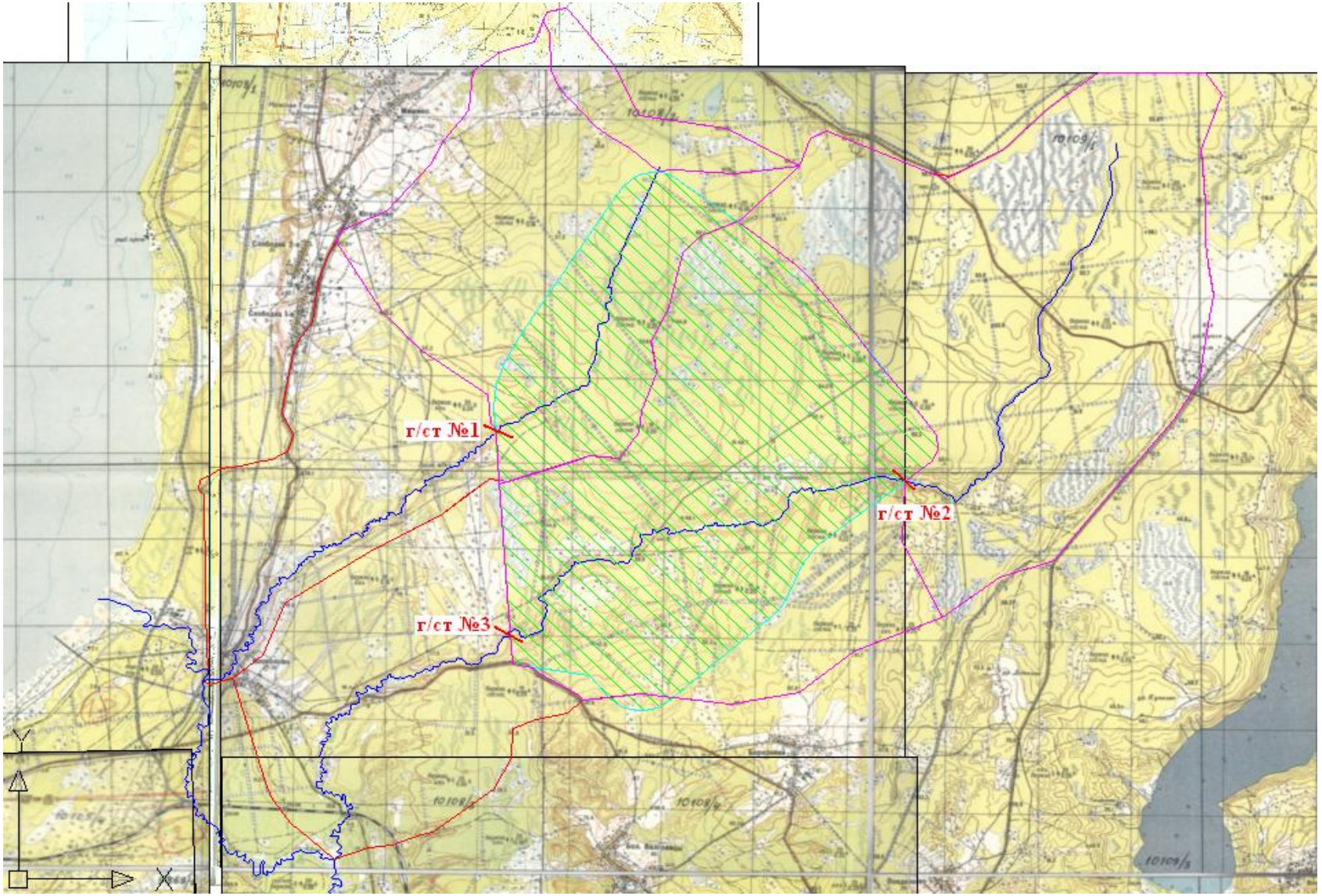

Рис. 4.1. Частные водосборы рр. Белой и Черной

Гидрографические характеристики частных водосборов рр. Черной и Белой приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1. Гидрографические характеристики частных водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны в естественных условиях

Название водотока и их участков	Площадь водосбора, км^2	Длина, км	Средний уклон русла, ‰	Озер-ность, %	Заболо-ченность, %	Залесен-ность, %
I. Характеристики общего водосбора участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны						
р. Белая - от истока до гидроствора №1	13,1 1,55[1)]	4,07 -	5,7 -	<1 <1	15 1	70 65
р. Черная - от истока до гидроствора №2	18,1	5,72	2,4	<1	24	60
р. Черная -от гидроствора № 2 до гидроствора №3	17,0	6,09	2,3	<1	16	68
II. Характеристики водосбора участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону [2)]						
р. Белая - от истока догидроствора №1	4,58	4,07	5,7	<1	17,9	70
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	14,0	6,09	2,3	<1	14	70

Примечание:

[1)]- в знаменателе указаны гидрографические характеристики водосбора р. Белой в истоке.

[2)]– площади водосборов участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону, входят в общую площадь водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны.

4.2. Расходы воды с частных водосборов рр. Белой и Черной в естественных условиях

Расчет расходов, формируемых в естественных условиях с частных водосборов, произведен:

- применительно к истоку и к гидроствору №1 на р. Белой (расход включает в себя сток, приходящий с водосбора в истоке);

- в гидростворе №2 (для оценки стока приходящего к верхней границе Индустриальной зоны);

- гидростворе №3 (водосбор между гидростворами №2 и №3) на р. Черной.

В табл. 4.2- 4.7 приведены среднегодовые, максимальные и минимальные расходы различной обеспеченности рр. Белой и Черной с частных водосборов в естественных условиях.

Таблица 4.2. Среднегодовые расходы, $м^3/с$

Водоток	Обеспеченность, %			
	5	50	90	95
I. Расходы с общего водосбора участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	0,20 0,020[1)]	0,098 0,0105	0,063 0,0061	0,056 0,0052
р. Черная - от истока до гидроствора №2	0,27	0,14	0,086	0,063
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	0,26	0,13	0,082	0,073
II. Расходы с водосбора участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону [2)]				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	0,066	0,032	0,023	0,022
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	0,21	0,10	0,067	0,060

Примечание:

[1)]–в знаменателе указаны расходы р. Белой в истоке.

[2)]– расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону, входят в общие расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы

Индустриальной зоны.

Таблица 4.3. Максимальные расходы весеннего половодья, $м^3/с$

Водоток	Обеспеченность, %				
	1	2	3	5	10
I. Расходы с общего водосбора участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны					
р. Белая - от истока до гидроствора №1	5,72 1,22[1)]	5,15 1,10	4,62 0,99	4,16 0,89	3,46 0,74
р. Черная - от истока до гидроствора №2	6,26	5,63	5,05	4,55	3,79
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	6,95	6,25	5,61	5,05	4,21
II. Расходы с водосбора участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону [2)]					
р. Белая - от истока до гидроствора №1	2,23	2,01	1,80	1,62	1,35
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	6,15	5,53	4,97	4,47	3,72

Примечание:

[1)]–в знаменателе указаны расходы р. Белой в истоке.

[2)] – расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону, входят в общие расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны.

Таблица 4.4. Максимальные расходы дождевых паводков, $м^3/с$

Водоток	Обеспеченность, %				
	1	2	3	5	10
I. Расходы с общего водосбора участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны					
р. Белая - от истока до гидроствора №1	2,58	2,19	1,99	1,73	1,42
р. Черная - от истока до гидроствора №2	0,78	0,66	0,60	0,52	0,43
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	1,85	1,57	1,42	1,24	1,02
II. Расходы с водосбора участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону [1)]					
р. Белая - от истока до гидроствора №1	0,76	0,64	0,58	0,51	0,42
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	1,48	1,26	1,14	0,99	0,81

Примечание:

[1)]– расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону, входят в общие расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны.

Таблица 4.5. Минимальные 30-суточные расходы за летне-осеннюю и зимнюю межень, л/с

Водоток	Обеспеченность, %			
	75	80	90	95
I. Расходы с общего водосбора участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	8,62 0,93	8,13 0,88	6,99 0,76	6,34 0,69
р. Черная - от истока до гидроствора №2	12,1	11,4	9,8	8,89
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	11,3	10,7	9,20	8,35
II. Расходы с водосбора участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону [2)]				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	2,88	2,72	2,34	2,12
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	9,23	8,71	7,49	6,79

Примечание:

[1)]– в знаменателе указаны расходы р. Белой в истоке.

[2)] – расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону, входят в общие расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны.

Таблица 4.6. Минимальные суточные расходы за летне-осеннюю межень, л/с

Водоток	Обеспеченность, %			
	75	80	90	95
I. Расходы с общего водосбора участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	6,89 0,74	6,50 0,70	5,59 0,60	5,07 0,55
р. Черная - от истока до гидроствора №2	9,67	9,12	7,84	7,11
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	9,07	8,56	7,36	6,68
II. Расходы с водосбора участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону [2)]				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	2,31	2,18	1,88	1,70
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	7,39	6,97	5,99	5,44

Примечание:

[1)] - в знаменателе указаны расходы р. Белой в истоке.

[2)] – расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону, входят в общие расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны.

Таблица 4.7. Минимальные суточные расходы за зимнюю межень, л/с

Водоток	Обеспеченность, %			
	75	80	90	95
I. Расходы с общего водосбора участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	7,24 0,78	6,83 0,74	5,87 0,64	5,33 0,58
р. Черная - от истока до гидроствора №2	10,2	9,58	8,24	7,47
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	9,53	8,99	7,73	7,01
II. Расходы с водосбора участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону [2)]				
р. Белая - от истока до гидроствора №1	2,42	2,28	1,96	1,78
р. Черная - от гидроствора № 2 до гидроствора №3	7,76	7,32	6,30	5,71

Примечание:

[1)]- в знаменателе указаны расходы р. Белой в истоке.

[2)] – расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону, входят в общие расходы с водосборов участков рр. Белой и Черной до нижней границы Индустриальной зоны.

5. Возможные пути компенсации стока

Как сказано выше, предусмотренная планировка территории Индустриальной зоны в районе протекания р. Белой может вообще лишить здесь реку естественного поверхностного стока – образованная территория практически перекрывает исток реки и склоновый сток по обоим берегам на всем протяжении Индустриальной зоны. Северо-западная часть водосбора, хотя и остается в прежнем состоянии, оказывается отрезанной от места естественной разгрузки.

Таким образом, компенсации подлежит не только объем стока с право- и левобережной частей водосбора, занятых территорией Индустриальной зоны, но и объем стока с части водосбора, отсекаемого образованной территорией по правому берегу р. Белой.

Задача сохранения проточности р. Белой на рассматриваемом участке осложняется еще и тем, что северная граница территории Индустриальной зоны (в районе истока реки) практически упирается в линию водораздела водных объектов, разгружающихся в Лужскую губу и Копорскую губу. Так ручей, вытекающий из озера Суйдово, которое расположено всего в 0,75 км от истока р. Белой (по карте масштаба 1:25000), разгружается уже в Копорскую губу.

Для сохранения приемлемой водности р. Белой в пределах Индустриальной зоны целесообразно предусмотреть отвод поверхностного стока на этот участок искусственными водотоками с части бассейна выше истока р. Белой. Этот вариант требует детальной проработки по результатам обследования прилегающей местности. Судя по картографическим материалам, ранее в этом районе была проложена сеть канав, отводящих воду с бассейна р. Белой, минуя ее русло. Возможно, что ликвидация этих канав или их перепрофилирование позволит хотя бы частично направить сток в русло реки в районе ее истока.

То же касается и части бассейна, отсеченного территорией Индустриальной зоны на северо-западе. Нарушение естественных условий

разгрузки склонового стока может привести к нежелательному заболачиванию территории, и вопрос отведения поверхностных вод в свое время всё равно возникнет. Вследствие этого целесообразно в процессе образования территории предусмотреть возможность отведения стока в этом районе созданием системы искусственных водотоков, имеющих разгрузку в р. Белую в пределах Индустриальной зоны.

Кроме того, возможна компенсация стока на этом участке сбросными водами при их соответствующей очистке. В этом случае разгрузка с северо-западной части бассейна может быть осуществлена в замыкающем створе (г/ст 1, рис. 4.1) без пересечения территории зоны искусственными водотоками.

Похожая ситуация складывается и на р. Черной – компенсации подлежит не только объем стока с право- и левобережной частей водосбора, занятых территорией Индустриальной зоны, но и объем стока с юго-восточной части водосбора, отсекаемого образованной территорией по левому берегу р. Черной. Южная часть Индустриальной зоны практически пересекает линию водораздела водных объектов, разгружающихся в Лужскую губу и оз. Глубокое, и препятствует разгрузке склонового стока в русло р. Черной..

Схожесть ситуации на рассматриваемом участке р. Черной с таковым на р. Белой диктует и подобное решение вопроса – организацию системы искусственных водотоков. Однако проточность по руслу р. Черной в пределах Индустриальной зоны будет обеспечена транзитным стоком, сформированным на водосборе, замыкаемым г/ст 2 на верхней границе зоны. Здесь также возможна компенсация стока сбросными водами.

Очевидно, однако, что при любом способе компенсации сохранение природной водности для рассматриваемых рек практически не представляется возможным. Это обусловлено как невозможностью компенсации стока по объему и времени относительно существующих условий, так и изменением русел в пределах территории Индустриальной

зоны, условий протекания по руслам и самих характеристик водосборов рек, связанных с образованием территорий.

Значимость изменения жидкого стока рр. Белой и Черной в связи с созданием Индустриальной зоны «Усть-Луга» зависит от концепции водоотведения с территории Индустриальной зоны и от этапа обустройства этой территории.

Теоретически возможные варианты системы водоотведения:

а) Сброс канализированного стока в р. Хаболовку или в Лужскую губу, минуя рр. Белую и Черную.

Этот вариант сопряжен с уменьшением водности рассматриваемых рек.

б) Сброс канализированного стока в замыкающие частный водосбор Индустриальной зоны гидростворы № 1 - на р. Белой и № 3 - на р. Черной. Не исключено, что в этом случае окажется недостаточной пропускная способность русел в створах сброса.

в) Сброс канализированного стока равномерно по длине русел в пределах Индустриальной зоны. Это, с экологической точки зрения, лучший вариант, обеспечивающий наименьшее нарушение гидрологического режима рек, но сопряженный с необходимостью создания системы локальных очистных сооружений и многочисленных выпусков.

г) Сброс и очистка канализированного стока по секторам производств:

- нефтяной сектор;
- сектор полимеров;
- газовый сектор;
- ТЭЦ;
- общий сектор.

Количественная оценка вариантов («б», «в», «г») возможна только с учетом состояния урбанизированной территории на том или ином этапе обустройства Индустриальной зоны «Усть-Луга». Отметим, что при реализации этих трех этапов неизбежно существенное повышение водности рр. Белой и Черной, вследствие увеличения доли площадей водосборов с

повышенными коэффициентами стока (твердые покрытия, крыши, и т.д.). Кроме того, сбросу будут подлежать дополнительные объемы вод, забранных из других источников, поскольку водности рр. Белой и Черной не хватит для водообеспечения Индустриальной зоны «Усть-Луга».

В настоящее время корректной оценке доступен только вариант «а», т.е. изъятие из стока рр. Белой и Черной объемов талого и дождевого стока, формирующегося на территории Индустриальной зоны.

6. Анализ причин возможных ограничений по сбросу сточных вод

В разделе 3 настоящего дипломного проекта кратко рассмотрен вариант водоотведения «б» - сброс канализированного стока в замыкающие частный водосбор Индустриальной зоны гидростворы № 1 – на р. Белой и № 3 – на р. Черной. При такой организации водоотве-дения весьма вероятно проявление недостаточной пропускной способности русел рек в створах сброса. Следует иметь в виду, что экстремально большие расходы сбросов с Индустриальной зоны практически всегда будут соответствовать по времени наступления естественным максимальным расходам рр. Белой и Черной, поскольку площади бассейнов этих рек выше точек сброса очень малы и сопоставимы с площадями частных водосборов в Индустриальной зоне.

В результате превышения критических показателей максимальных расходов в створах сброса возникают нежелательные русловые деформации и подпоры, способные вызвать подтопление и даже затопление части территории Индустриальной зоны. Такие явления зафиксированы в августе 1992 г. на р. Хаболовке при прохождении дождевого паводка на р. Черной, когда р. Хаболовка направила свои воды вспять – в исток из Хаболовского озера. Следует отметить, что пропускная способность р. Хаболовки значительно выше таковой на рр. Белой и Черной.

Установление критических показателей максимальных расходов возможно по результатам полевых работ на участках проектируемых выпусков сточных вод (русловые съемки, нивелирование морфостворов и т.д.). Обработка результатов таких работ позволит определить пропускную способность русел при том или ином их наполнении.

Создание системы сброса канализируемого стока по секторам производства (вариант водоотведения «г» - раздел 3) также возможно лишь на основе гидравлического расчета русел рек – реципиентов. Необходимо учитывать, что функционирование нефтехимических производств сопряжено

со значительным оборотом закачиваемой и сбрасываемой воды.

7. Возможное решение задачи по водообеспечению Индустриальной зоны «Усть-Луга»

7.1. Методологические предпосылки

Как было показано в предыдущих разделах, водные ресурсы рр. Белой и Чёрной крайне ограничены. Даже при сохранении природного состояния водосборов этих рек имеющихся в наличии водных ресурсов недостаточно для водообеспечениянефте-химических предприятий и производств Индустриальной зоны.

Одним из источников водоснабжения может стать расположенная вблизи Индустриальной зоны система Хаболовских озёр и собственно река Хаболовка.

7.2. Хаболовская система рек и озёр

Как было показано в предыдущих разделах, водные ресурсы рр. Белой и Чёрной крайне ограничены. Даже при сохранении природного состояния водосбора этих рек имеющиеся в наличии водные ресурсы недостаточны для водоснабжения нефте-химических предприятий и других производств индустриальной зоны.

Дополнительным источником водоснабжения могут стать расположенные вблизи Индустриальной зоны система Хаболовских озёр и собственно река Хаболовка.

7.2.1. Характеристика водосборов озер Копанского, Глубокого, Бабинского, Судачьего и Хаболовского

Группа озер - Копанское, Глубокое, Бабинское, Хаболовское и Судачье - расположена в северной части Кингисеппского района Ленинградской области (см. план рис. 7.1).

Окружающая местность носит типично моренный характер с сильно пересеченной поверхностью: гряды холмов, достигающие высоты нескольких десятков метров, чередуются с глубокими долинами и низинами, занятыми озерами и болотами. Всюду в большом количестве встречаются

нагромождения валунов.

Озера принадлежат к группе реликтовых водоемов эрозионного образования и залегают в древних русловых понижениях, открытых со стороны Финского залива, и в низовьях долины р. Луги.

Озера Глубокое, Бабинское, Хаболовское и Судачье соединены между собой короткими протоками и имеют незначительную разницу в абсолютных отметках уровня воды.

Нижнее из системы озер - оз. Хаболовское – разгружается в Лужскую губу по р. Хаболовке. Между оз. Глубоким и Копанским водотока нет, они разделены перемычкой, являющейся водоразделом между ручьями, стекающими в эти озера.

Озера Хаболовское и Бабинское являются типичными представителями группы мелководных озер с мощным слоем ила, отметки дна которых на несколько метров выше уровня моря.

Озера Глубокое и Копанское представляют собой типичный случай криптодепрессии: дно их лежит на несколько метров ниже уровня моря.

Судачье озеро имеет котловину промежуточного типа между глубоководными и мелководными озерами.

Основные морфометрические характеристики озер представлены в табл. 7.1.

Озеро Хаболовское возвышается над уровнем моря примерно на 7 м. Берега его, высотой 0,3 - 0,6 м, - заболочены. В западной части к урезу примыкают моховые болота, поросшие угнетенной сосной, в южной - заболоченный луг, в северной части берег сухой.

Дно озерной котловины покрыто мощным слоем сапропелевых отложений. Озеро сильно зарастает тростником и хвощом, особенно у берегов. В южной части озера впадает река Огневика, вытекающая из оз. Судачьего, и река Святая, вытекающая из озера Бабинского.

Нормы среднегодовых расходов рек системы Хаболовских озёр:

- р. Кямиши 0,31 м3/с;

- р. Святая 1,31 м3/с;
- р. Огневища 0,58 м3/с;
- р. Сепка 0,27 м3/с;
- р. Хаболовка (исток) 2,47 м3/с.

Рис. 7.1. План водосборов Хаболовских озёр и реки Хаболовки.

Таблица 7.1. Морфометрические характеристики озер

Название озера	Генезис	Площадь водосбора, км^2	Площадь зеркала, км^2	Длина береговой линии, км	Коэффициент развития береговой линии	Длина озера, км	Ширина, км		Глубина, м		Объем озера, 10^6 м^3	Многолетняя амплитуда колебаний уровня, макс/средн, см
							наиб.	средн.	наиб.	средн.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Копанское	Реликтовое эрозионного образования, криптодепрессия	45,1	9,40	20,0	1,84	6,9	2,24	1,36	24,0	2,34	22,0	60/33
Глубокое	Реликтовое эрозионного образования, криптодепрессия	30,8	4,20	12,8	1,76	5,2	0,95	0,81	23,0	2,38	10,0	88/47
Бабинское	Реликтовое эрозионного образования	107	6,90	17,3	1,86	7,70	1,15	0,90	2,60	1,59	11,0	144/84
Судачье	Реликтовое эрозионного образования	45,4	4,40	9,09	1,22	2,8	1,85	1,57	5,50	2,39	10,5	129/72
Хаболовское	Реликтовое эрозионного образования	209	5,0	9,09	1,13	3,0	2,10	1,70	2,02	1,52	7,60	200/118

7.2.2. Морфометрические характеристики озер

Копанское и Глубокое озеро – типичный случай криптодепрессии, наибольшая глубина при ординаре уровней воды достигает, соответственно, 24 и 23 м, тогда как средние глубины относительно невелики – 2,34 и 2,38.

Морфология Судачьего озера – промежуточный тип котловины между глубоководными – Копанским и Глубоким – и мелководными – Бабинским и Хаболовским озерами. Средняя глубина Судачьего озера (2,39 м) соответствует средним глубинам Копанского и Глубокого озер, а максимальная глубина меньше и составляет 5,50 м.

Форма Судачьего и Хаболовского озер в плане близка к овалу. Коэффициенты развития береговой линии (отношение длины периметра к длине окружности равновеликого по площади озера) составили, соответственно, 1,22 и 1,13.

7.2.3. Режим уровней воды озер

Регулярные наблюдения за уровнями воды на озерах Копанском, Бабинском, Судачьем и Хаболовском не производятся. В период с 1945 по 1987 гг. действовал гидрологический пост на оз. Глубоком в д. Корвитино. Отметка среднего многолетнего уровня воды оз. Глубокое составляет 8,72 м БС, наивысший уровень наблюдался в мае 1962 г. и был равен 9,22 м БС. Показатели наивысших уровней редкой повторяемости приведены в табл. 7.2:

Таблица 7.2. Наивысшие уровни редкой повторяемости

Обеспеченность, %	1	2	4	10
Отметка, м БС	9,28	9,23	9,15	9,08

Наинизший уровень летне-осенней межени на оз. Глубоком наблюдался в сентябре 1955 г. и в августе 1959 г. и составил 8,34 м БС. Наинизший уровень зимней межени (8,36 м БС) отмечен в середине марта – начале апреля 1960 г.

Средние, наивысшие и наинизшие среднемесячные уровни воды оз. Глубокое за 1945-1987 гг. представлены в табл. 7.3.

Таблица 7.3. Средние месячные уровни воды (м БС) оз. Глубокое - д. Корвитино (1945 - 84гг.)

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Средний за год
Средний	8,65	8,61	8,59	8,73	8,76	8,63	8,57	8,56	8,56	8,61	8,66	8,69	8,72
Наибольший	8,88	8,87	8,90	9,05	8,99	8,93	8,88	8,89	8,93	8,98	8,88	8,88	
Наименьший	8,41	8,40	8,37	8,54	8,58	8,50	8,41	8,40	8,35	8,37	8,39	8,45	

Характерные уровни оз. Глубокое приведены в табл. 7.4.

Таблица 7.4. Характерные уровни оз. Глубокое (отметка нуля графика 8,23 м БС)

Характеристика	Высший уровень				Низший уровень				Годовая амплитуда колебаний уровня, $\frac{\text{см}}{\text{год}}$
	за год		за период вскрытия и таяния льда		за зимний период		за период открытого водоема		
	уровень	дата	уровень	дата	уровень	дата	уровень	дата	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Уровень средний	69		63		31		24		47
высший	99	2/V 1966	82	6/IV 1968	54	22,23/XI 1965	49	3,4,12,13,23-26/IX 1946, 24-27/VI 1966	$\frac{65}{1955}$
низший	52	22-24/XI 1963	40	20-25/IV 1954	13	16-18/III, 6-10/IV 1960	11	16-19,23-30/IX 1955 25/VIII 1959	$\frac{26}{1965}$
Дата средняя		22/IV (69%)		23/IV		21/III (76%)		20/VIII	
ранняя		5/I 1975		6/IV 1968		4/XI 1950		16/VI 1965	
поздняя		29/XII 1974		10/V 1966		16/IV 1955		2/XI 1951	

Эпизодические наблюдения (июль 1989-июнь 1990 гг.) за уровнями Хаболовского озера произвёл ЛенТИСИЗ. По результатам этих наблюдений и опросам местных жителей составлена табл. 7.5.

Таблица 7.5. Характерные уровни Хаболовского озера

Характеристика уровня	Средний многолетний	Наивысший 3-5% обеспеченности	Наинизший 95% обеспеченности
Отметки, м БС	6,90-7,00	8,30-8,40	6,35-6,40

Определено, что отметка порога слива из Хаболовского озера составляет 6,15 м БС. Это очень важная характеристика, если решается задача использования водных ресурсов озера, так как порог слива определяет рабочую емкость озера при том или ином уровне воды.

За годовой период наблюдений (07.1989-06.1990 гг.) наивысший уровень достиг 28.02.1990 г. отметки 7,83 м БС, наинизший летний (6,65 м БС) зафиксирован 30.07-01.08.1989 г., а зимний минимум (6,98 м БС) – 19-24.01.1990 г.

По расчетам ЛенТИСИЗ, наблюденный максимальный уровень имеет обеспеченность P=15-20%, т.е. повторяемость 1 раз в 5-7 лет, наинизший наблюденный близок к среднемноголетнему минимуму (P=40-50%). В целом за 1989-1990 гг. отметки уровней, по мнению ЛенТИСИЗ, были несколько выше обычных (P=35-40%).

Средняя за период от 07.1989-06.1990 гг. отметка поверхности Хаболовского озера составила 7,08 м БС.

Фактические данные об уровнях Копанского озера отсутствуют. В первом приближении допустимо принять ординар близким к среднемноголетнему уровню оз. Глубокое, т.е. 8,72 м БС, но диапазон колебания уровней, по всей вероятности, меньше, чем это наблюдается на оз. Глубокое.

Ординары уровней озер Бабинского и Судачьего близки по высоте и составляют порядка 7,30-7,50 м БС.

По отрывочным сведениям, опирающимся на данные наблюдений и опросов местных жителей, установлены максимальная за многолетие и среднегодовая амплитуды колебаний уровней озер. Эти амплитуды представлены в табл. 7.1 графа 13.

Наиболее изменчивы отметки уровней мелководных озер: Хаболовского и Бабинского. Наименее изменчивы отметки глубоководных озер, особенно Копанского и Глубокого. Промежуточное положение занимает Судачье озеро.

7.2.4. Ледовый режим озер

По данным наблюдений на оз. Глубокое – д. Корвитино и по эпизодическим наблюдениям ЛенТИСИЗ, средняя дата начала ледовых явлений на озерах – конец второй декады ноября. Очищение озер ото льда происходит в среднем в третьей декаде апреля – начале мая.

Появление льда на Хаболовском и Бабинском озерах наблюдается на несколько дней раньше, чем на глубоководных: Судачьем, Глубоком и, особенно, Копанском. Вскрытие ледяного покрова и очищение на мелководных озерах также происходит раньше, чем на глубоководных.

Сведения о датах наступления ледовых фаз и об их продолжительности представлены в табл. 7.6.

Максимальная толщина льда на озерах наблюдается во второй-третьей декадах марта (табл. 7.7). Максимальная средняя толщина льда 0,47 м. Наибольшая из отмеченных толщин (0,65 м) зафиксирована на оз. Глубоком в марте 1960 г.

Таблица 7.6. Даты наступления ледовых фаз на оз. Глубокое – д. Корвитино, 1945-1975 гг.

Характеристика	Осенние и зимние ледовые явления				Вскрытие водоема			Продолжительность периода свободного ото льда, дни
	появление осенних ледяных образований	начало ледостава	продолжительность, дни		подвижка льда или появление закраин	очищение ото льда	продолжительность периода таяния льда, дни	
			осенних ледовых явлений	ледостава				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Средняя	25/XI	10/XII	15	129	18/IV	30/IV	12	209
Ранняя (наибольшая)	4/XI 1970	18/XI 1946	$\frac{42}{1960}$	$\frac{168}{1965-66}$	31/III 1968	19/IV 1950	$\frac{21}{1946}$	$\frac{247}{1950}$
Поздняя (наименьшая)	22/XII 1950	7/I 1975	$\frac{1}{1948,\ 1950}$	$\frac{91}{1974-75}$	10/V 1966	14/V 1955,1956	$\frac{1}{1966}$	$\frac{179}{1956}$

Таблица 7.7. Толщина льда на оз. Глубокое – д. Корвитино, 1945-1975 гг.

Характеристика	X		XI			XII			I			II			III			IV			V		
	20	31	10	20	30	10	20	31	10	20	31	10	20	28	10	20	31	10	20	30	10	20	31
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Средняя						5	12	17	23	28	34	38	41	43	44	46	47	40	-				
Наибольшая / Год				$\frac{-}{1946}$	-	$\frac{22}{1959}$	$\frac{31}{1946}$	$\frac{34}{1959}$	$\frac{41}{1974}$	$\frac{48}{1974}$	$\frac{50}{1960}$	$\frac{58}{1960}$	$\frac{58}{1960}$	$\frac{62}{1960}$	$\frac{64}{1960}$	$\frac{64}{1960}$	$\frac{65}{1960}$	$\frac{63}{1960}$	$\frac{58}{1956}$	-	-		
Наименьшая / Год (% случаев)				$\frac{0}{97\%}$	$\frac{0}{77\%}$	$\frac{0}{50\%}$	$\frac{0}{23\%}$	$\frac{0}{1974}$	$\frac{-}{1975}$	$\frac{-}{1975}$	$\frac{-}{1975}$	$\frac{6}{1975}$	$\frac{22}{1975}$	$\frac{22}{1975}$	$\frac{22}{1961}$	$\frac{22}{1975}$	$\frac{-}{1975}$	$\frac{-}{1975}$	$\frac{0}{1950,\ 1968}$	$\frac{0}{53\%}$	$\frac{0}{93\%}$		

7.2.5. Термический режим озер

Максимальная температура воды оз. Глубокое отмечена в июне 1953 г. и достигла +27ºС. Наивысшая в среднем за 1945-75 гг. среднемесячная температура воды наблюдается в июле и составляет около 19,2 ºС. Мелководные озера прогреваются быстрее и остывают раньше. Стратификация температуры по глубине особенно четко выражена в Копанском и Глубоком озерах: летом это прямая стратификация (у дна вода холоднее, на поверхности теплее), зимой - обратная стратификация. В конце октября – начале ноября температура воды выравнивается по глубине (осенняя гомотермия).

После очищения озер ото льда (в мае) наблюдается весенняя гомотермия.

Данные о температуре воды оз. Глубокое приведены в табл. 7.8.

Таблица 7.8. Температура воды, оз. Глубокое

Характеристика	Дата перехода температуры воды весной через			Температура воды, °С																						Дата перехода температуры воды осенью через			Наибольшая температура воды из срочных наблюдений и ее даты	
				средняя декадная									средняя месячная				средняя декадная														
				III			IV			V							X			XI			XII							
	0,2°С	4°С	10°С	1	2	3	1	2	3	1	2	3	VI	VII	VIII	IX	1	2	3	1	2	3	1	2	3	10°С	4°С	0,2°С	Т°С / дата	Даты (средняя, крайние)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Средняя	14/IV	2/V	26/V					0,8	2,7	5,2	7,9	10,7	15,8	19,2	18,2	13,7	9,5	8,0	6,4	4,8	3,2	1,7	1,0			7/X	13/XI	11/XII	22,9	16/VII
Наибольшая (ранняя)	22/III 1967	17/IV 1950	8/V 1975		(0,2) / 1967	(0,4) / 1967	0,8 / 1948	3,0 / 1948, 1950	6,8 / 1950	8,7 / 1950	12,9 / 1975	15,6 / 1963	18,1 / 1948, 1953	22,8 / 1972	21,2 / 1955	16,0 / 1951, 1959	12,9 / 1967	11,0 / 1967	9,1 / 1967	8,3 / 1967	6,6 / 1967	5,0 / 1967	3,2 / 1972	2,7 / 1972	1,5 / 1972	20/IX 1959	24/X 1960	11/XI 1945	27,0 / 25/IV 1953	11/VII 1961
Наименьшая (поздняя)	4/V 1955	21/V 1946	8/VI 1946		0,0 / 97%	0,0 / 94%	0,0 / 61%	0,0 / 32%	0.0 / 1946, 1955	0,9 / 1955	4,3 / 1947	6,8 / 1955	12,4 / 1945	16,4 / 1968	15,2 / 1965	11,0 / 1945	4,8 / 1945	3,3 / 1945	3,7 / 1960	1,8 / 1956	0,0 / 1945	0,0 / 10%	0,0 / 19%	0,0 / 52%	0,0 / 81%	20/X 1950	29/XI 1967	15/I 1973	19,1 / 24/VII 1965	25/VIII 1968

7.3. Общая оценка возможного использования водных ресурсов системы Хаболовских озёр для водообеспечения Индустриальной зоны

В качестве предельного объёма возможного забора воды из системыХаболовских озёр может служить сумма динамических объёмов этих озёр в маловодный год. Обычно в гидролого-экологических расчётах в качестве характеристики маловодья принимают водность засушливого года повторяемостью 1 раз в 20 лет.

В реальности предельный объём возможного забора воды окажется меньше суммы динамических объёмов в маловодье повторяемостью 1 раз в 20 лет, т.к. озёрной водой пользуются и другие потребители.

Количественная оценка величины возможного объёма забора озёрной воды потребует выполнения комплекса гидрологических работ:

- оценка динамики планируемых объёмов забора озёрной воды в обозримой перспективе;

- дополнительное гидрологическое обследование озёр, в частности, с целью установления гидрохимических и гидробиологических показателей озёрной воды;

- построение кривых обеспеченности динамических объёмов;

- обоснование системы подачи озёрной воды в Индустриальную зону;

- решение проблем отведения части этой воды после её использования нефте-химическими предприятиями и другими производствами.

Заключение

1. В результате камеральной обработки архивных данных и выполнения аналитических расчетов получены основные характеристики жидкого стока рр. Белой и Черной, а также частных водосборов этих рек в пределах территории проектируемой Индустриальной зоны «Усть-Луга».

2. Предусмотренная планировка территории Индустриальной зоны в районе протекания р. Белой может лишить здесь реку естественного поверхностного стока, поскольку образованная территория практически перекрывает исток реки и склоновый сток по обоим бере-гам на всем протяжении Индустриальной зоны. Северо-западная часть водосбора, хотя и остается в природном состоянии, оказывается отрезанной от места естественной разгрузки.

Похожая ситуация складывается и на р. Черной – компенсации подлежит не только объем стока с право- и левобережных частей водосбора, занятых территорией Индустриальной зоны, но и объем стока с юго-восточной части водосбора, отсекаемого образованной территорией по левому берегу р. Черной. Южная часть Индустриальной зоны практически пересекает линию водораздела водотоков, сбрасывающих воду в Лужскую губу и оз. Глубокое, а также препятствует разгрузке склонового стока в русло р. Черной.

Таким образом, компенсации подлежит не только объем стока с право- и левобережной частей водосборов этих рек, занятых территорией Индустриальной зоны, но и объем стока с части водосборов, отсекаемых образованной территорией.

Объемы, подлежащие компенсации указаны далее в таблицах.

Среднегодовые расходы, $м^3/с$

Водоток	Обеспеченность, %			
	5	50	90	95
р. Белая - непосредственно с территории, занятой под Индустриальную зону	0,066	0,032	0,023	0,022
р. Белая - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	0,134	0,066	0,04	0,034
р. Черная - непосредственно с территории, занятой под Индустриальную зону	0,21	0,10	0,067	0,060
р. Черная - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	0,05	0,03	0,015	0,013

Максимальные расходы весеннего половодья, $м^3/с$

Водоток	Обеспеченность, %				
	1	2	3	5	10
р. Белая - непосредственно с территории, занятой под Индустриальную зону	2,23	2,01	1,80	1,62	1,35
р. Белая - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	3,49	3,14	2,82	2,54	2,11
р. Черная - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	6,15	5,53	4,97	4,47	3,72
р. Черная - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	0,80	0,72	0,64	0,58	0,49

Максимальные расходы дождевых паводков, $м^3/с$

Водоток	Обеспеченность, %				
	1	2	3	5	10
р. Белая - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	0,76	0,64	0,58	0,51	0,42
р. Белая - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	1,82	1,55	1,41	1,22	1,00
р. Черная, непосредственно с территории, занятой под Индустриальную зону	1,48	1,26	1,14	0,99	0,81
р. Черная - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	0,37	0,31	0,28	0,25	0,21

Минимальные 30-суточные расходы, л/с

Водоток	Обеспеченность, %			
	75	80	90	95
р. Белая - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	2,88	2,72	2,34	2,12
р. Белая - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	5,74	5,41	4,65	4,22
р. Черная - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	9,23	8,71	7,49	6,79
р. Черная - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	2,07	1,99	1,71	1,56

Минимальные суточные расходы за летне-осеннюю межень, л/с

Водоток	Обеспеченность, %			
	75	80	90	95
р. Белая - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	2,31	2,18	1,88	1,70
р. Белая - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	4,58	4,32	3,71	3,37
р. Черная - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	7,39	6,97	5,99	5,44
р. Черная - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	1,68	1,59	1,37	1,24

Минимальные суточные расходы за зимнюю межень, л/с

Водоток	Обеспеченность, %			
	75	80	90	95
р. Белая - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	2,42	2,28	1,96	1,78
р. Белая - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	4,82	4,55	3,91	3,55
р. Черная - непосредственно на территории, занятой под Индустриальную зону	7,76	7,32	6,30	5,71
р. Черная - с отсекаемого водосбора за пределами территории Индустриальной зоны	1,77	1,67	1,43	1,30

Для сохранения приемлемой водности рр. Белой и Черной в пределах Индустриальной зоны целесообразно предусмотреть сбор поверхностного стока искусственными водотоками с последующим отведением в русла рр. Белой и Черной с отсекаемого водосбора за пределами Индустриальной

зоны. Этот вариант требует детальной проработки по результатам обследования прилегающей местности.

3. Кроме того, компенсация стока как на р. Черной, так и на р. Белой возможна сбросными водами ливневых стоков при соответствующей их очистке.

Возможны следующие варианты отведения ливневых стоков:

а) Сброс канализированного стока в р. Хаболовку или в Лужскую губу, минуя рр. Белую и Черную. Этот вариант сопряжен с уменьшением водности рассматриваемых рек без соответствующей компенсации стока.

б) Сброс канализированного стока в замыкающие частный водосбор Индустриальной зоны гидростворы № 1 - на р. Белой и № 3 - на р. Черной. Не исключено, что в этом случае окажется недостаточной пропускная способность русел в створах сброса.

в) Сброс канализированного стока равномерно по длине русел в пределах Индустриальной зоны. Это, с экологической точки зрения, лучший вариант, обеспечивающий наименьшее нарушение гидрологического режима рек, но сопряженный с необходимостью создания системы локальных очистных сооружений и многочисленных выпусков.

г) Сброс и очистка канализированного стока по секторам производств:

- нефтяной сектор;
- сектор полимеров;
- газовый сектор;
- ТЭЦ;
- общий сектор.

Таким образом, дополнительная компенсация стока рр. Белой и Черной возможна за счет очищенных ливневых стоков по вариантам «б», «в», «г».

Количественная оценка вариантов («б», «в», «г») предполагает учет состояния урбанизированной территории на том или ином этапе обустройства Индустриальной зоны «Усть-Луга. При реализации этих вариантов неизбежно существенное повышение водности рр. Белой и

Черной, вследствие увеличения доли площадей водосборов с повышенными коэффициентами стока (твердые покрытия, крыши, и т.д.). Кроме того, сбросу будут подлежать дополнительные объемы вод, забранных из других источников, поскольку водности рр. Белой и Черной не хватит для водообеспечения Индустриальной зоны «Усть-Луга».

4. Все рассмотренные варианты требуют на дальнейших стадиях проектирования выполнения инженерно-гидрометеорологических изысканий в полном объеме (полевые работы, камеральная обработка материалов, гидравлический расчет русел рек).

Очевидно, однако, что при любом способе компенсации сохранение существующих условий на водосборах рассматриваемых рек практически не представляется возможным. Это обусловлено как невозможностью компенсации стока по объему и времени относительно существующих условий, так и изменением русел в пределах территории Индустриальной зоны, условий протекания по руслам и самих характеристик водосборов рек, связанных с обустройством искусственных территорий.

Подлежит рассмотрению вопрос об использовании в качестве дополнительного источника воды ресурсов Хаболовских озёр и реки Хаболовки.

Список использованных источников

1. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик» - М.: Госстрой России, 2004.

2. СНиП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – М.: Стройиздат, 1985.

3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

4. Материалы Государственного водного кадастра по территории Северо-Западного управления Гидрометеорологической службы и мониторинга окружающей среды.