**Оценка гидрохимического состояния реки Анграпы в течение трех гидрологических сезонов.**

Секция естественных наук

Золотые россыпи

Автор: Морозов Максим Юрьевич, ученик 9 «А» класса

Организация: МБОУ СОШ «Школа будущего», п. Большое Исаково Калининградской области

Руководитель: Таран Вероника Сергеевна, учитель химии

2024 год.

Содержание

[Введение. 3](#_Toc162891094)

[Глава 1. Описание реки Анграпы и прилежащей к ней территории. 4](#_Toc162891095)

[1.1 Описание реки Анграпы. 4](#_Toc162891096)

[1.2 Состояние прибрежной зоны. 5](#_Toc162891097)

[Глава 2. Материалы и методы 5](#_Toc162891098)

[Глава 3. Результаты и обсуждение. 6](#_Toc162891099)

[Глава 4. Выводы. 11](#_Toc162891100)

[Заключение. 12](#_Toc162891101)

[Список литературы 12](#_Toc162891102)

# 

# Введение.

На сегодняшний день очень важным вопросом, который нельзя игнорировать, является экологическое состояние объектов природы. В связи с интенсивной деятельностью человека и разнообразием природных особенностей, окружающая среда подвергается определенному влиянию, которое приобретает негативный характер [6].

Необходимым критерием информационной безопасности современного природопользования является систематический мониторинг состояния водотоков, необходимый для исключения экономических и экологических рисков. Актуальность данной проблемы возрастает в геометрической прогрессии, поскольку в настоящий момент огромное внимание отведено развитию местного агропромышленного комплекса и отмечено активное ведение сельскохозяйственной деятельности, что предположительно может существенно сказаться на качестве вод в используемых реках и приводит к невозможности дальнейшей эксплуатации [1].

Наибольшая вероятность риска попадания загрязняющих веществ в водоемы относится к рекам, расположенным вблизи сельскохозяйственных предприятий [3]. Одной из таких рек является Анграпа, которая расположена в Черняховском, Гусевском и Озерском округах (юго-восток Калининградской обл.), исток реки - озеро Мамры, Польша, устье - река Преголя [1]. Стоит отметить, что река Анграпа постоянно попадает под влияние антропогенного фактора – ведение работ в агропромышленном комплексе (выращивание скота, различных растений, кормов), который вырос в этих округах за последние годы, а также природного фактора – особенности расположения данного водосборного бассейна (Виштынецкая возвышенность) [6].

Ведение сельского хозяйства летом и осенью самое интенсивное, но в осенний период загрязнение водоемов снижается из-за особого режима рек в это время - межени, зимой загрязнение меньше, чем в летне-осенний период, а весной, ближе к лету, снова становится обширным.

**Гипотеза:** Качество воды в р. Анграпе наиболее неудовлетворительно во время весеннего сезона.

**Цель:** провести сравнительный анализ по оценке качества воды в р. Анграпе в течение трех гидрологических сезонов.

**Задачи:**

1. Выбрать пункты мониторинга в р. Анграпе в соответствии с возможностью подъезда и отбора проб;
2. Выполнить гидрологические измерения и некоторые гидрохимические анализы в полевых условиях в течение трех сезонов;
3. Выполнить гидрохимические анализы на базе лаборатории охраны окружающей среды БФУ им.И.Канта;
4. Рассчитать ИЗВ, определить класс качества воды в р.Анграпе;
5. Сравнить качество воды в течение трех сезонов.

# Глава 1. Описание реки Анграпы и прилежащей к ней территории.

# 1.1 Описание реки Анграпы.

Река Анграпа является трансграничным водным объектом, исток Республика Польша, в районе Виштынецкой возвышенности (оз. Мамры), устье - Калининградская область (р.Преголя). Бассейн - балтийский, впадает в такие водоемы, как р. Вика (56 км от устья) и р. Шалевка (77 км от устья). Общая длина реки составляет 172 км, а в пределах области – 120 км. Площадь водосборного бассейна— 3960 км², категория средних рек. Ширина реки доходит до 25м, а глубина – до 3 м. Площадь водосбора с территории Калининградской области составляет 3,64 тыс. км. Средняя скорость течения – 0,2-0,6 м/с. Среднегодовой расход (сток) воды – 14,5 м3/с [6]. Несмотря на то, что река Анграпа по качеству воды оценивается как «загрязненная», ей была присвоена высшая рыбохозяйственная категория.

## **1.2 Состояние прибрежной зоны.**

На реке находится небольшое количество гидротехнических сооружений (плотины, водосборные сооружения) [3], которые пребывают в крайне плачевном состоянии. Оценка их опасности не проводилась [6].

Русло реки извилистое. Пойма двусторонняя. Склоны реки крутые, заросшие кустарником и деревьями. Дно песчано-галечное [2]. На реке Анграпе расположена Озерская ГЭС, которая относится к сооружениям I категории, что означает «чрезвычайно высоко опасные». Берега – крутые и обрывистые. Также около берегов были замечены: различный мусор (покрышки, пластмассовые тары и полиэтиленовые упаковки), сточная вода, выходящая из грязных труб) [8].

# Глава 2. Материалы и методы

В р. Анграпе моим научным руководителем и мной были отобраны пробы воды в 4 исследуемых точках: в пограничной части верховья на территории Российской Федерации (точка 1) – п. Междулесье, перед Озерской ГЭС (точка 2) – с. Минское, после Озерской ГЭС (точка 3) – г. Озерск, а также в устье г. Черняховск (точка 4). Пробы отобраны на уровне 40 см от поверхности воды, при помощи специальной емкости по ГОСТ 31861-2012 (термостойкое темное стекло), при температуре воды, в среднем, 14°С, 761 мм рт. ст., ветер юго-западный, влажность атмосферного воздуха – 88%, ясно, без осадков. Пробы маркированы, описаны гидрологические параметры рек. В ходе работы были определены основные гидрохимические показатели качества воды: водородный показатель (рН) прибором «Карманный рН-метр HI 98108 pHep+», растворенный кислород «переносным оксиметром CYBERSCAN DO 300», взвешенные вещества РД 52.24.468-2019, ХПК ПНД Ф 14.1:2:4. 190-2003, БПК5 ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97, нитраты ПНД Ф 14.1:2.4-95, нитриты ПНДФ 14.1:2:4.3-95, аммоний ПНД Ф 14.1:2.1-95, фосфаты ПНД Ф 14.1:2.1-95, сухой остаток ПНД Ф 14.1:2:4.261-2010, хлориды ГОСТ 4245-72, сульфаты ПНД Ф 14.1:2.159-2000, железо ПНД Ф 14.1:2.159-2000, нефтепродукты ПНД Ф 14.1:2.116-97, солёность «карманным кондуктометром DIST 4 (HANNA)». Кроме того, определены органолептические показатели: цветность, запах и мутность ГОСТ Р 57164-2016. Все показатели измерены на специальном оборудовании, СФ-2000 (однолучевой спектрофотометр) и системы капиллярного электрофореза «КАПЕЛЬ-105М» Количественные данные по этим показателям занимают значительное место в совокупности данных о состоянии водного объекта и могут быть определены без серьезных трудностей полевыми и лабораторными методами, при соблюдении правил отбора и хранения проб.

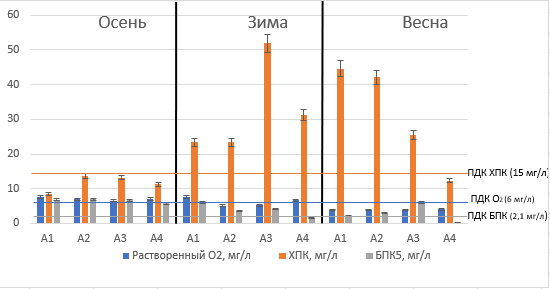
# Глава 3. Результаты и обсуждение.

В результате полевого выезда были отобраны пробы воды в 4-х точках (А1 – п.Междулесье, А2 – с. Минское, А3 – г. Озерск, А4 – г. Черняховск) в соответствии с ГОСТ (термостойкое темное стекло), все пробы отобраны в примерно одинаковых климатических условиях (с изменением в связи с гидрологическим сезоном). Так же во время сбора проб были измерены некоторые гидрологические параметры и гидрохимические показатели (табл.1). После была проведена работа в лаборатории на определение химического состава воды (показатели представлены на гистограммах 1-6). Далее была определена предельная допустимая концентрация (ПДК) в соответствии с утверждением нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, отмеченная на гистограммах в виде горизонтальных линий. Для некоторых показателей веществ в воде ПДК была соблюдена во всех точках и сезонах, для такого показателя ПДК не предусмотрено (гис.1-6).

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Точки отбора** | ***Осень*** | | | | ***Зима*** | | | | ***Весна*** | | | |
| **А1** | **А2** | **А3** | **А4** | **А1** | **А2** | **А3** | **А4** | **А1** | **А2** | **А3** | **А4** |
| **Скорость, м/с** | 0,33 | 0,52 | 0,07 | 0,18 | 1,28 | 2,5 | 0,24 | 0,77 | 1,61 | 0,32 | 1,17 | 1,52 |
| **Средняя глубина, м** | 0,58 | 0,74 | 1 | 0,95 | 1,12 | 0,87 | 1,38 | 1,25 | 1,23 | 1,02 | 1,52 | 1,31 |
| **Цветность, градусы** | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 20 | 10 | 10 | 10 | 15 | 5 |
| **Запах, баллы** | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| **Мутность, мг/л** | 15 | 10 | 15 | 10 | 5 | 2 | 15 | 20 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| **Температура, `С** | 9,6 | 12,2 | 12 | 12,7 | 3,1 | 1,3 | 1,1 | 1,8 | 14,1 | 16,1 | 11 | 12,1 |
| **рН, ед.** | 7,9 | 7.0 | 7,2 | 7,1 | 7,6 | 7,9 | 7,9 | 8 | 8 | 8,1 | 6,9 | 7,8 |

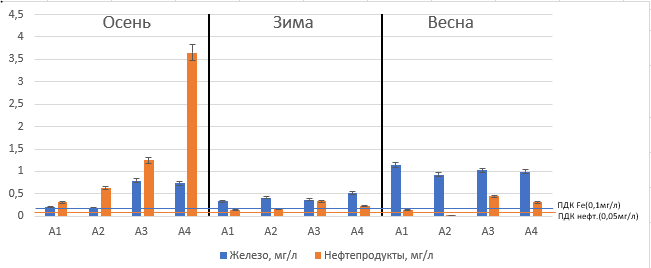
Таблица 1. Гидрологические параметры и некоторые гидрохимические показатели воды р. Анграпы.

Далее представлены гистограммы (гис.1-6), где четко отображены все значения исследуемых показателей, которые сгруппированы между собой по некоторым корреляционным особенностям, а также на рисунке четко обозначены значения ПДК по совмещенным спискам.



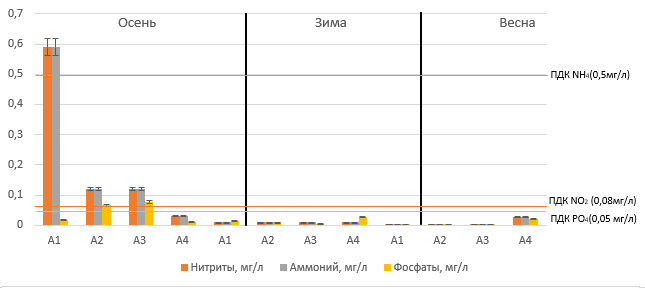
Гистограмма 1. массовое содержание растворенного кислорода (мг/л) и показатели ХПК, БПК (мг/л) на разных участках р. Анграпы.

Из гистограммы 1 видно, что наблюдается значительное превышение предельно допустимой концентрации химического потребления кислорода в зимний и весенний периоды практически на каждом участке реки, а также превышение ПДК БПК по всем трем гидрологическим сезонам. Концентрация растворенного кислорода в норме.



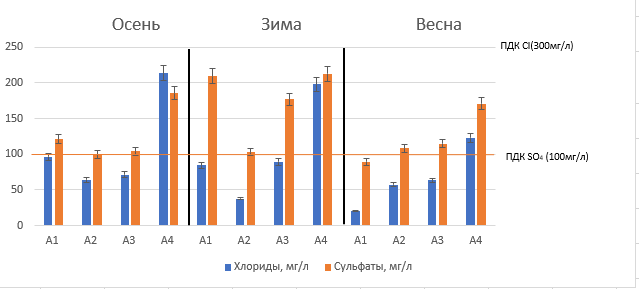
Гистограмма 2. массовое содержание форм Fe3+ (мг/л) и нефтепродуктов(мг/л) на разных участках р. Анграпы.

Из гистограммы 2 видно, что наблюдается значительное превышение ПДК массового содержания нефтепродуктов по всем точкам и сезонам, особенно осенью. Так же ПДК Fe3+ относительно превышено весной, по сравнению с зимой и осенью.



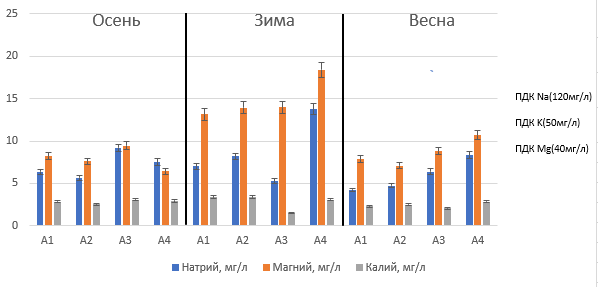
Гистограмма 3. массовое содержание ионов аммония (мг/л), нитрит-ионов (мг/л) и фосфат-ионов (мг/л) на разных участках р. Анграпы.

Из гистограммы 3 видно, что наблюдается превышение ПДК практически всех форм осенью. Превышены ПДК аммонийного иона, также значительная концентрация нитрит-ионов, фосфат-ионов.



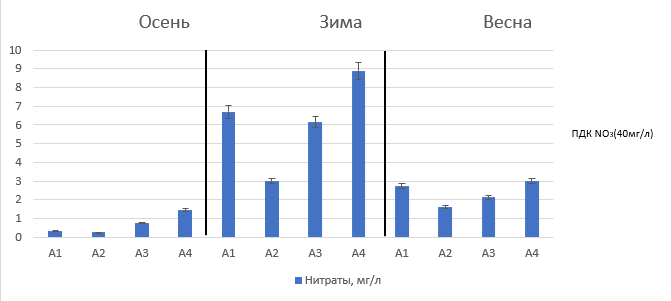
Гистограмма 4. массовое содержание сульфат-ионов (мг/л) и хлорид-ионов (мг/л) на разных участках р.Анграпы.

Из гистограммы 4 видно, что наблюдается систематически стабильное массовое содержание хлорид-ионов в воде во всех сезонах и во всех точках. В то же время концентрация сульфат-ионов в воде превышена в большей степени зимой.



Гистограмма 5. массовое содержание катионов металлов (мг/л) на разных участках р. Анграпы

Из гистограммы 5 видно, что массовое содержание ионов металлов Na+, K+, Mg2+ не превышает предельно допустимое значение



Гистограмма 6. массовое содержание нитрат-ионов (мг/л) на разных участках р.Анграпы

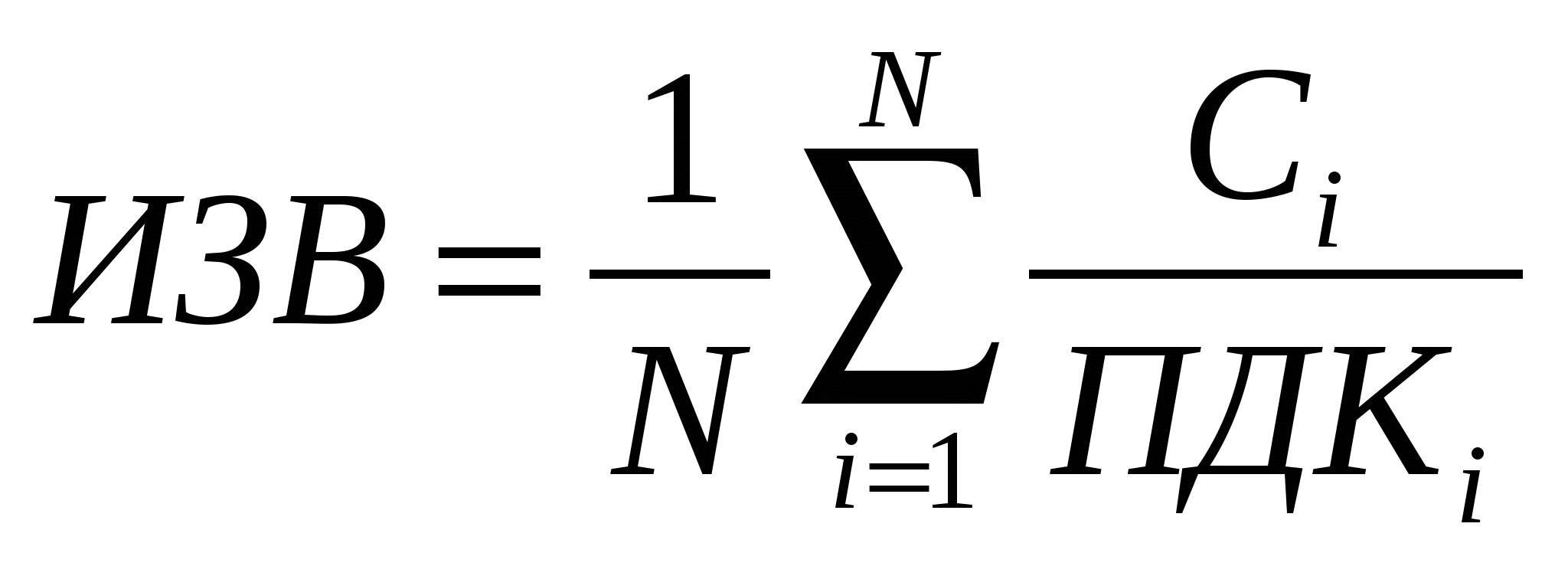
Из гистограммы 6 видно, что показатель нитрат-иона находится в норме на протяжение трех гидрологических сезонов

В соответствии с показателями была рассчитана кратность превышения ПДК по всем точкам отбора проб (табл.2).

Таблица 2. Кратность превышения ПДК.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Точки отбора | А1 | А2 | А3 | А4 | А1 | А2 | А3 | А4 | А1 | А2 | А3 | А4 |
| Железо, мг/л | 2,14 | 1,94 | 7,97 | 7,34 | 3,3 | 4,15 | 3,71 | 5,19 | 11,34 | 9,26 | 10,25 | 9,97 |
| O2, мг/л | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,17 | 1,15 | 0 | 1,55 | 1,58 | 1,57 | 1,49 |
| Нефтепродукты, мг/л | 6,2 | 12,8 | 25 | 73 | 2,8 | 3,2 | 6,6 | 4,4 | 2,8 | 0 | 9 | 6,2 |
| Сульфаты, мг/л | 1,211 | 0,997 | 1,042 | 1,855 | 2,091 | 1,03 | 1,77 | 2,13 | 0 | 1,082 | 1,15 | 1,707 |
| БПК, мг/л | 3,3 | 3,3 | 3,2 | 2,7 | 2,9 | 1,7 | 2 | 0 | 1,04 | 1,42 | 2,8 | 0 |
| ХПК, мг/л | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,56 | 1,56 | 3,46 | 2,08 | 2,97 | 2,8 | 1,69 | 0 |

Далее был произведен расчет интегрального показателя ИЗВ в соответствии с загрязняющими веществами, приведенными в таблице выше, при помощи формулы:



Где ИЗВ – индекс загрязняющих веществ, N – количество показателей (в данном случае – 6), Ci – концентрация загрязняющего компонента, ПДК – предельно допустимая концентрация данного компонента для водоема коммунально-бытового назначения. [5]

Результаты расчетов представлены в таблице 3:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сезон | Осень | | | | Зима | | | | Весна | | | |
| Точки отбора | А1 | А2 | А3 | А4 | А1 | А2 | А3 | А4 | А1 | А2 | А3 | А4 |
| ИЗВ | 2,1 | 3,2 | 6,2 | 14.2 | 2,1 | 2,1 | 3,1 | 2,3 | 3,3 | 2,7 | 4,4 | 3,2 |
| класс качества воды | IV | IV | VI | VII | IV | IV | IV | IV | IV | IV | V | IV |

Таблица 3. ИЗВ и качество воды.

Бассейн реки Анграпы был разделен на 4 участка, что соответствует количеству выбранных точек отбора проб воды. При формировании границ участков соблюдалась та же логика, что при выборе точек мониторинга.

В среднем бассейн реки Анграпы можно описать как "загрязненный". В точке 4, административный центр, осенью наблюдается крайне сильное загрязнение нефтепродуктами, превышение ПДК отмечено в 73 раза, что может быть вызвано природным фактором – особенностью расположения акватории бассейна, а также, непосредственно, деятельностью человека, вероятно, это связано с близким расположением железной дороги и с переносом и аккумуляцией из атмосферного воздуха с парами нефтепродуктов [7].

Еще одним, наиболее важным источником поступления биогенных форм элементов и прочих исследуемых показателей являются сточные воды. Это объясняет высокие концентрации нитрит-ионов в первой – в 7 раз, второй и третьей точках – в 1,5 раза, фосфат-ионов – в 1,2 раза в точке 2 осенью, которые входят в состав удобрений для зерновых культур. Также осенью ведется активный сбор урожая и подготовка почвы к зиме. Происходит интенсивный смыв удобрений и других химических веществ в сточные воды, которые поступают в ближайший большой водоток – р. Анграпу. Массовое содержание нитрат-ионов достаточно высокое в период зимнего гидрологического сезона, поскольку идет активное отмирание живых организмов и интенсивное питание и жизнедеятельность прекращаются.

Превышение ПДК ХПК отмечено в точке А3 – в 3,6 раз в период зимнего гидрологического сезона. Это может быть связано с тем, что зимой повышается количество умерших организмов, мертвого органического вещества, на окисление которого тратится кислород. По той же причине отмечено превышение сульфат-ионов, в точке А1 и А4 – в 2 раза зимой. Сульфатная форма появляется в воде вследствие отмирания живых организмов и попадания в бассейн реки сточных вод [1].

# Глава 4. Выводы.

1. Точки выбраны в верховье реки Анграпы для измерения фоновых результатов, на границе лесной и сельскохозяйственной территории, сельского хозяйства и городской черты – контрольная точка;
2. Отобраны пробы воды. Скорость течения реки осенью была самой низкой, а глубина – самой маленькой. Растворенный кислород в норме;
3. Массовое содержание нефтепродуктов и общего железа в водотоке чрезмерно превышает предельно допустимое значение практически во всех точках отбора в течение трех гидрологических сезонов;
4. Построены карты дифференциации пространственного загрязнения. Осенью качество воды можно описать как «Грязная» - V класс качества, а зимой и весной – «Загрязненная» - IV класс качества;
5. По сравнению с осенним гидрологическим сезоном гидрохимическое состояние воды в весенний и зимний сезоны оказалось гораздо лучше, что опровергает начальную гипотезу.

## **Заключение.**

В течение трех гидрологических сезонов наблюдается динамика гидрохимического состояния воды в р.Анграпе. После летнего сезона выпадало достаточно низкое количество осадков и поэтому фаза водного режима р.Анграпы, межень, установилась и в осенний период. В то же время велась активная работа по завершению сельскохозяйственной деятельности и началось интенсивное поступление сточных вод с различными загрязнителями в данную реку.

В целом, состояние реки во все сезоны можно описать как «грязная», но самый высокий показатель ИЗВ, и класс качества воды определен как «Чрезвычайно грязная» (Осень, Устье, г. Черняховск). Если сравнивать посезонно, то самое низкое загрязнение наблюдается зимой, это может быть связано с ограниченной деятельностью сельского хозяйства и уменьшением активности жизнедеятельности организмов. Весной же, напротив, вместе с таянием снега в воду попадают различные загрязнители (зимой в снегу проходит накопление веществ, осевших из воздуха). Также весной снова начинают вносить удобрения в почву. Осенью сельское хозяйство наиболее интенсивно, из-за чего вместе со сточными водами загрязнители попадают в водоток. Таким образом, гипотеза не подтвердилась.

## **Список литературы**

1. А. Н. Петин, М. Г. Лебедева, О. В. Крымская «Анализ и оценка качества поверхностных вод» – Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БелГУ, 2006. с. 17
2. Валл Е.В., Ахмедова Н.Р. (2018). Мониторинг бассейна реки Анграпы. Вестник молодежной науки, №5 (17), с. 17
3. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. с. 5
4. Изучение состояния гидротехнических сооружений в бассейне реки Анграпы. Валл Е. В., Ахмедова Н. Р., Нелюбина Е. А. с. 2
5. Оценка гидроэкологического состояния речных систем Калининградской области. Белов Н. С., Зотов С. И. с. 22
6. Оценка пространственного распределения загрязняющих веществ в реках юго-восточной части Калининградской области (осенний гидрологический сезон). Спирин Ю. А., Зотов С. И. Таран В. С., Королева Ю. В. с. 12-14
7. Результаты инженерно-гидрометеорологических изысканий в бассейне реки Анграпы. Внутригодовое распределение стока. Кустикова А. А.с. 19
8. ЭКОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ. Валл Е. В., Ахмедова Н. Р. с. 12