Российский Государственный Геологоразведочный Университет им. С. Орджоникидзе

Гидрогеологический факультет

Кафедра гидрогеологии

Итоговая работа

на тему

«Диагностирование экологического состояния ПТГГС»

Составила:

Проверила:

Москва, 2010г.

Оглавление

[Введение 3](#_Toc228456134)

[Глава 1. Геолого-гидрогеологические условия 4](#_Toc228456135)

[Глава 2. Техногенные условия 6](#_Toc228456136)

[Глава 3. Формирование информационной модели 9](#_Toc228456137)

[Глава 4. Диагностирование информационной модели 21](#_Toc228456138)

[Заключение 24](#_Toc228456139)

# Введение

Итоговая работа направлена на закрепление теоретического материала и освоение навыков построения информационных моделей, используемых для диагностирования экологического состояния ПТГГС.

В ходе итоговой работы необходимо решить ряд задач:

1. Проанализировать эколого-гидрогеологические условия исследуемой территории;
2. Оценить влияние этих условий на загрязнение подземных вод подольско-мячковского горизонта среднего карбона;
3. Построить информационную модель загрязнения подземных вод, протестировать ее и выполнить с ее помощью диагностирование экологической ситуации на соседней территории.

В процессе данной итоговой работы был выполнен 6 вариант.

В качестве данных для выполнения итоговой работы были использованы реальные эколого-гидрогеологические условия восточной части Московской области.

# Глава 1. Геолого-гидрогеологические условия

**Геологические условия описываемого района.**

Нижняя толща, которую вскрывают имеющиеся скважины, относится к C2rst и сложена глинами. Подошва толщи не вскрыта, однако мощность отложений больше 2 м. Выше по разрезу залегают подольско-мячковские известняки с прослоями глинистых известняков среднего карбона (C2pd-mc), мощность которых варьируется от 31 до 46 м. Перекрывает отложения C2pd-mc кревякинский горизонт, сложенный глинами пестроцветными (C3kr). Мощность его колеблется от 0 до 14 м и лишь в северо-западной части исследуемой территории, в районе скважины № 15 мощность толщи достигает 23 м. Глины кревякинской толщи подстилают отложения касимовского горизонта (C3ksm), представленных, так же, как и для подольско-мячковского горизонта, известняками с прослоями глинистых известняков большой мощности (до 51 м). Лежащие выше отложения имеют среднеюрский возраст (J2k) и представлены черными глинами, мощностью порядка 20 - 30 м. Лишь в скважине №17 (восточная часть района) была вскрыта мощность этих отложений всего 13 м. Выше по разрезу залегают нижнемеловые аптские пески средней мощности (10 – 20 м; однако в восточной части территории, в скважине №16 мощность этой толщи достигает всего 4 м). Все вышележащие толщи являются четвертичными отложениями. Среди них выделяются отложения гляциальные (gQIIms), флювио-лимногляциальные (f,lgQIIms) и пролювиальные (prQII-III). Первые представлены моренными суглинками от 7 до 24 м мощности, вторые - песками и супесями до 3 м (местами и вовсе отсутствующими), третьи – суглинками от 1 до 6 м.

В приложении 1 представлен схематический геолого-гидрогеологический разрез.

**Гидрогеологические условия описываемого района.**

В пределах исследуемой территории выделяются два водоносных горизонта:

1. Касимовский водоносный горизонт.

Глубина до уровня воды колеблется в пределах 30 – 45 м, причем в районе 6 скважины на севере описываемой территории образуется некоторая воронка, в центре которой и достигается значение глубины до уровня подземных вод 45 м. Воронка имеет вытянутую овальную форму в восточном направлении. К северу от воронки глубина до уровня воды резко снижается (до 30 м через 1км). К западу и к югу от воронки значения глубин также снижаются, однако гораздо медленнее. На юго-западе же от воронки имеет место некоторое повышение отметки уровня воды (здесь глубина до воды составляет 29 м), однако затем, еще юго-западнее, глубина до уровня подземных вод вновь увеличивается. Мощность водоносного горизонта достаточно равномерна: на большей западной части территории она колеблется в пределах 48 – 51 м; на востоке слегка падает до 45 м.

Карта положения пьезометрического уровня касимовского водоносного горизонта представлена в приложении 2.

1. Подольско-мячковский водоносный горизонт.

Глубина до уровня воды варьируется в от 30 до 49 м. В пределах этого водоносного горизонта имеют место две воронки. Одна из них расположена на севере исследуемого района. Глубина до уровня воды достигает здесь 49 м, к северу от воронки всего через 1,5 км глубина до уровня воды резко уменьшается до 30 м. К юго-западу от воронки отметки уровня воды также повышаются, но плавно так, что через 6 000 м глубина до воды составляет 39 м. Другая воронка заняла свое место на юго-востоке территории. Она не столь глубока (максимальное значение глубины до воды составляет 42 м). Между двумя этими воронками залегла область со значительным повышением отметки уровня подземных вод: н6а расстоянии всего 1000 м от каждой из воронок глубина до воды составляет всего 34 м. Мощность водоносного горизонта меняется весьма интересно: так, в западной и юго-западной частях она колеблется в пределах 30 – 35 м, к центру повышается до 42 – 46 м, а затем на востоке и северо-востоке вновь падает до 33 м, то есть через описываемую территорию с северо-запада на юго-восток проходит диагональ повышенных (43 – 46 м) мощностей, от которой к западу и к востоку значения мощности уменьшаются.

Карта положения пьезометрического уровня подольско-мячковского водоносного горизонта представлена в приложении 3.

# Глава 2. Техногенные условия

Воды подольско-мячковского водоносного горизонта защищены лежащим выше крвякинским водоупором. Карта защищенности подольско-мячковского горизонта представлена на рис. 4. Согласно этой карте, защищенность водоносного горизонта весьма неравномерна. Так, наиболее защищенным водоносный горизонт можно считать в восточной части территории, где с севера на юго-восток протянулась полоса кревякинской толщи мощностью до 23 м. Однако чуть восточнее и чуть западнее воды оказываются вообще не защищены, поскольку здесь кревякинский водоупор и вовсе отсутствует. Западная территория района также весьма неплохо защищена, здесь мощность водонепроницаемой толщи достигает 12 м. В центральной части подольско-мячковский водоносный горизонт достаточно уязвим: кревякинская толща не отсутствует, но ее мощность достигает максимум 8 м.

Карта защищенности подольско-мячковского водоносного горизонта представлена в приложении 4.

Однако, несмотря на водонепроницаемую толщу глин, воды подольско-мячковского водоносного горизонта оказались загрязнены. Проследим загрязнение горизонта по концентрации в воде хлора. Содержание хлоридов в подольско-мячковском водоносном горизонте отображено на рис. 1.

Зная, что описываемая территория делится на три функциональных типа: индустриальный, селитебный и сельскохозяйственный; отобразим распределение этих типов по району (рис. 2)

Сопоставив рис.1 и рис. 2, можно заметить, что максимальное содержание хлоридов наблюдается на сельскохозяйственном участке, то есть именно с/х деятельность оказывается главным загрязнителем территории.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 |
| 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 |
| 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 |

Рис.1. Содержание хлоридов в подольско-мячковском водоносном горизонте.

 < 1 ПДК 1 – 3 ПДК > 3 ПДК

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 |
| 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 |
| 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 |
| 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 |
| 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 |

Рис.2. Функциональный тип территории

 Индустриальный Селитебный Сельскохозяйственный

# Глава 3. Формирование информационной модели

Таблица 1. Средние значения показателей по блокам

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № блока | Защищенность mK1 | УровеньC3ksm | УровеньC2pd-mc | Вертикальный градиент |
| 1 | 5 | 30.5 | 29 | 0.3 |
| 2 | 6 | 31.5 | 31 | 0.08 |
| 3 | 6.5 | 33 | 34.5 | -0.23 |
| 4 | 8.5 | 37 | 39.5 | -0.29 |
| 5 | 11.5 | 40 | 43 | -0.26 |
| 6 | 13 | 39 | 44.5 | -0.42 |
| 7 | 13 | 34.5 | 40.5 | -0.46 |
| 8 | 15 | 29.5 | 35.5 | -0.4 |
| 9 | 15.5 | 29.5 | 33 | -0.26 |
| 10 | 14 | 32 | 32.5 | -0.04 |
| 11 | 10 | 34.5 | 32.5 | 0.2 |
| 12 | 5 | 35.5 | 32 | 0.7 |
| 13 | 7.5 | 31.5 | 35 | -0.47 |
| 14 | 9.5 | 31 | 38.5 | -0.79 |
| 15 | 10.5 | 33 | 42 | -0.86 |
| 16 | 10.5 | 37.5 | 45 | -0.71 |
| 17 | 11 | 42.5 | 47 | -0.41 |
| 18 | 11.5 | 42.5 | 47 | -0.39 |
| 19 | 12.5 | 38 | 43 | -0.4 |
| 20 | 16 | 33.5 | 38 | -0.28 |
| 21 | 18.5 | 34 | 36 | -0.11 |
| 22 | 17.5 | 37 | 35.5 | 0.09 |
| 23 | 12.5 | 39 | 35.5 | 0.28 |
| 24 | 6.5 | 39 | 34 | 0.77 |
| 25 | 9 | 33 | 39.5 | -0.72 |
| 26 | 10.5 | 32 | 43 | -1.05 |
| 27 | 11 | 33 | 47 | -1.27 |
| 28 | 10 | 37.5 | 48.5 | -1.1 |
| 29 | 9 | 42 | 49 | -0.78 |
| 30 | 9 | 44.5 | 48.5 | -0.44 |
| 31 | 11 | 41 | 45 | -0.36 |
| 32 | 14 | 37 | 41 | -0.29 |
| 33 | 18.5 | 37.5 | 38 | -0.03 |
| 34 | 21 | 41 | 38.5 | 0.12 |
| 35 | 14.5 | 42 | 37 | 0.34 |
| 36 | 5.5 | 40 | 35.5 | 0.82 |
| 37 | 8 | 34.5 | 41 | -0.81 |
| 38 | 7 | 33.5 | 43.5 | -1.43 |
| 39 | 6 | 33.5 | 45 | -1.92 |
| 40 | 6.5 | 36 | 46.5 | -1.62 |
| 41 | 7 | 39.5 | 46.5 | -1 |
| 42 | 7.5 | 41.5 | 46 | -0.6 |
| 43 | 8.5 | 40.5 | 45 | -0.53 |
| 44 | 10 | 34 | 40 | -0.6 |
| 45 | 15 | 33.5 | 35.5 | -0.13 |
| 46 | 18 | 37 | 37.5 | -0.03 |
| 47 | 12.5 | 41 | 37.5 | 0.28 |
| 48 | 4.5 | 39 | 35.5 | 0.78 |
| 49 | 8 | 34 | 40.5 | -0.81 |
| 50 | 5 | 33.5 | 41.5 | -1.6 |
| 51 | 3 | 33 | 42 | -3 |
| 52 | 3.5 | 34 | 43 | -2.57 |
| 53 | 5 | 36 | 43 | -1.4 |
| 54 | 6 | 37 | 43 | -1 |
| 55 | 5 | 37 | 42 | -1 |
| 56 | 6 | 33.5 | 40 | -1.08 |
| 57 | 9 | 31.5 | 38.5 | -0.78 |
| 58 | 12.5 | 35 | 37.5 | -0.2 |
| 59 | 10 | 38 | 38.5 | -0.05 |
| 60 | 5 | 36.5 | 37 | -0.1 |
| 61 | 8.5 | 32.5 | 39 | -0.76 |
| 62 | 6.5 | 32.5 | 40 | -1.15 |
| 63 | 5 | 32 | 41 | -1.8 |
| 64 | 3.5 | 33 | 42 | -2.57 |
| 65 | 4.5 | 32.5 | 42 | -2.11 |
| 66 | 5 | 33 | 40.5 | -1.5 |
| 67 | 3.5 | 33 | 39.5 | -1.86 |
| 68 | 2 | 34.5 | 39 | -2.25 |
| 69 | 3 | 35 | 38.5 | -1.17 |
| 70 | 7.5 | 36.5 | 38 | -0.2 |
| 71 | 16 | 38.5 | 41 | -0.16 |
| 72 | 8 | 38 | 39 | -0.13 |
| 73 | 12 | 31.5 | 39 | -0.63 |
| 74 | 9.5 | 31 | 39.5 | -0.89 |
| 75 | 6 | 32.5 | 41 | -1.42 |
| 76 | 4 | 33 | 41 | -2 |
| 77 | 5 | 32 | 41 | -1.8 |
| 78 | 5.5 | 31 | 40 | -1.64 |
| 79 | 4 | 32.5 | 37 | -1.13 |
| 80 | 1.5 | 34 | 35 | -0.67 |
| 81 | -1 | 35.5 | 34.5 | -1 |
| 82 | 4 | 37 | 37.5 | -0.13 |
| 83 | 10.5 | 38.5 | 40.5 | -0.19 |
| 84 | 12 | 39 | 41 | -0.17 |
| 85 | 13 | 31 | 39 | -0.62 |
| 86 | 10.5 | 32 | 39.5 | -0.71 |
| 87 | 6.5 | 33.5 | 41 | -1.15 |
| 88 | 4.5 | 33.5 | 42 | -1.89 |
| 89 | 5 | 32.5 | 41 | -1.7 |
| 90 | 5 | 32 | 38.5 | -1.3 |
| 91 | 4.5 | 32 | 35 | -0.67 |
| 92 | 3 | 33 | 32.5 | 0.17 |
| 93 | 2 | 34.5 | 32 | 1.25 |
| 94 | 2 | 36 | 35.5 | 0.25 |
| 95 | 7 | 37.5 | 38 | -0.07 |
| 96 | 9 | 38 | 39 | -0.11 |
| max | 21 | 44.5 | 49 | 1.25 |
| min | -1 | 29.5 | 29 | -3 |

Таблица 2. Ранжирование показателей.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №№ | Показатели | Значения показателей по рангам |
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Защищенность mK1 |  |  |  |
| 2 | Уровень C3ksm |  |  |  |
| 3 | Уровень C2pd-mc |  |  |  |
| 4 | Вертикальный градиент |   |  |  |
| 5 | Водопроводимость | < 100 | 100-200 | > 200 |
| 6 | Тип территории | индустриальная | селитебная | с/х |
| 7 | Содержание Cl | < 1ПДК | 1-3 ПДК | > 3ПДК |

Таблица 3. Ранжированные значения показателей по блокам модели

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № блока | Защищенность | Уровень C3ksm | Уровень C2pd-mc | Вертикальный градиент | Водопроводимость | Тип территории | Содержание Cl |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 6 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 7 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 8 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 9 | 3 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 10 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 11 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| 13 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 14 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 15 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 16 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 17 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 18 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 19 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 20 | 3 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 21 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 22 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 23 | 2 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 24 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| 25 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 26 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 27 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 28 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 29 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 30 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 31 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 32 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 33 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 34 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 35 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 36 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| 37 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 |
| 38 | 2 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 39 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 40 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 41 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 42 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 43 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 44 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 45 | 3 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 46 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| 47 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| 48 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 3 | 3 |
| 49 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 50 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 51 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 52 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 53 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 54 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 55 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 56 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 57 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 58 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 59 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 60 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| 61 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 62 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 63 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| 64 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 65 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 66 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 67 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| 68 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 69 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 70 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 3 |
| 71 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 72 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| 73 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 74 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 75 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 76 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 77 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 78 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| 79 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 80 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 81 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |
| 82 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 83 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 84 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| 85 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 |
| 86 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| 87 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| 88 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 1 |
| 89 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| 90 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 |
| 91 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| 92 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 2 | 1 |
| 93 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 94 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| 95 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 |
| 96 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 1 |

**Расчет полной информативности выходного показателя (содержания ионов хлора в подольско-мячковском водоносном горизнте).**

***J(Cl)*** = ;

n1, n2, n3 – количество блоков, соответствующих рангам 1, 2 и 3;

n - сумма всех блоков модели (96);

n1 = 39; n2 = 38; n3 = 19;

 ***J(Cl)*** = =

= (0.5280 + 0.5292 + 0.4626)·96 = 145,9 бит.

**Расчет взаимной информативности показателей модели**

1. **Защищенность.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***1*** | 16 | 9 | 11 | 36 | (16/36;9/36;11/36) |
| ***2*** | 14 | 24 | 7 | 45 | (14/45;24/45;7/45) |
| ***3*** | 9 | 5 | 0 | 14 | (9/14;5/14) |
| **Σ** | 39 | 38 | 18 | 95 |  |

А1 = 36(0.52+0.5+0.52) = 55.44 бит;

А2 = 45(0.52+0.49+0.42) = 64.35 бит;

А3 = 14(0.41+0.53) = 13.16 бит;

А = 132.95 бит;

*J*(y:x) = 145.9 – 132.95= 12.95 бит.

1. **Уровень C3ksm.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***1*** | 28 | 19 | 5 | 52 | (28/52;19/52;5/52) |
| ***2*** | 9 | 13 | 10 | 32 | (9/32;13/32;10/32) |
| ***3*** | 2 | 6 | 4 | 12 | (2/12;6/12;4/12) |
| **Σ** | 39 | 38 | 19 | 96 |  |

А1 = 52(0.48+0.53+0.33) = 69.68 бит;

А2 = 32(0.51+0.53+0.52) = 49.92 бит;

А3 = 12(0.43+0.5+0.53) = 17.52 бит;

А = 137.12 бит;

*J*(y:x) = 145.9 – 137.12 = 8.78 бит.

1. **Уровень C2pd-mc.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***1*** | 10 | 7 | 4 | 21 | (10/21;7/21;4/21) |
| ***2*** | 22 | 22 | 9 | 53 | (22/53;22/53;9/53) |
| ***3*** | 7 | 9 | 6 | 22 | (7/22;9/22;6/22) |
| **Σ** | 39 | 38 | 19 | 96 |  |

А1 = 21(0.51+0.53+0.46) = 31.5 бит;

А2 = 53(0.53+0.53+0.43) = 78.97 бит;

А3 = 22(0.53+0.53+0.51) = 34.54 бит;

А = 145.01 бит;

*J*(y:x) = 145.9 – 145.01 = 0.89 бит.

1. **Вертикальный градиент.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***1*** | 7 | 5 | 3 | 15 | (7/15;5/15;3/15) |
| ***2*** | 20 | 25 | 10 | 55 | (20/55;25/55;10/55) |
| ***3*** | 12 | 8 | 6 | 26 | (12/26;8/26;6/26) |
| **Σ** | 39 | 38 | 19 | 96 |  |

А1 = 15(0.51+0.53+0.46) = 22.5 бит;

А2 = 55(0.53+0.52+0.46) = 83.05 бит;

А3 = 26(0.52+0.52+0.49) = 39.78 бит;

А = 145.33 бит;

*J*(y:x) = 145.9 – 145.33 = 0.57 бит.

1. **Водопроводимость.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***1*** | 0 | 6 | 10 | 16 | (6/16;10/16) |
| ***2*** | 13 | 18 | 9 | 40 | (13/40;18/40;9/40) |
| ***3*** | 26 | 14 | 0 | 40 | (26/40;14/40) |
| **Σ** | 39 | 38 | 19 | 96 |  |

А1 = 16(0.53+0.42) = 15.2 бит;

А2 = 40(0.53+0.52+0.49) = 61.6 бит;

А3 = 40(0.4+0.53) = 37.2 бит;

А = 114 бит;

*J*(y:x) = 145.9 – 114 = 31.9 бит.

1. **Тип территории.**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***1*** | 12 | 7 | 0 | 19 | (12/19;7/19) |
| ***2*** | 16 | 23 | 3 | 42 | (16/42;23/42;3/42) |
| ***3*** | 11 | 8 | 16 | 35 | (11/35;8/35;16/35) |
| **Σ** | 39 | 38 | 19 | 96 |  |

А1 = 19(0.42+0.53) = 18.05 бит;

А2 = 42(0.53+0.47+0.27) = 53.34 бит;

А3 = 35(0.52+0.49+0.52) = 53.55 бит;

А = 124.94 бит;

*J*(y:x) = 145.9 – 124.94 = 20.96 бит.

Таблица 4. Информативность показателей

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Информативность |
| бит | % |
| 1 | Защищенность | 12.95 | 18.9 |
| 2 | Уровень C3ksm | 8.78 | 12.8 |
| 3 | Уровень C2pd-mc | 0.89 | 1.3 |
| 4 | Вертикальный градиент | 0.57 | 0.8 |
| 5 | Водопроводимость | 31.9 | 46.5 |
| 6 | Тип территории | 20.96 | 30.6 |
| 7 | Содержание cl- в pd-mc | 145.9 | 100 |

Наиболее информативные признаки: защищенность, водопроводимость и тип территории.

**Расчет информативности сложных признаков.**

1. **Защищенность × водопроводимость**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x1×x2\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***11*** | 12 | 3 | 0 | 15 | 12/15; 3/15 |
| ***12*** | 0 | 5 | 7 | 12 | 5/12; 7/12 |
| ***13*** | 4 | 1 | 4 | 9 | 4/9; 1/9; 4/9 |
| ***21*** | 0 | 1 | 3 | 4 | 1/4; 3/4 |
| ***22*** | 9 | 14 | 5 | 28 | 9/28; 14/28; 5/28 |
| ***23*** | 5 | 9 | 0 | 14 | 5/14; 9/14 |
| ***32*** | 0 | 3 | 0 | 3 | →0 |
| ***33*** | 9 | 2 | 0 | 11 | 9/11; 2/11 |

А1 = 15(0.26+0.46) =10.8 бит;

А2 = 12(0.53+0.46) = 11.88 бит;

А3 = 9(0.52+0.35+0.52) = 12.51 бит;

А4 = 4(0.5+0.31) = 3.24 бит;

А5 = 28(0.53+0.5+0.45) = 41.44 бит;

А6 = 14(0.53+0.41) = 13.16 бит;

А7 = 0 бит;

А8 = 11(0.23+0.45) = 7.48 бит;

A = 100.51 бит;

*J*(y:x1×x2) = 145.9 – 100.51= 45.39 бит.

1. **Водопроводимость × тип территории**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x2×x3\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***11*** | 0 | 4 | 0 | 4 | →0 |
| ***12*** | 0 | 1 | 3 | 4 | 1/4; 3/4 |
| ***13*** | 0 | 1 | 7 | 8 | 1/8; 7/8 |
| ***21*** | 5 | 3 | 0 | 8 | 5/8; 3/8 |
| ***22*** | 4 | 8 | 0 | 12 | 4/12; 8/12 |
| ***23*** | 4 | 7 | 9 | 20 | 4/20; 7/20; 9/20 |
| ***31*** | 7 | 0 | 0 | 7 | →0 |
| ***32*** | 12 | 14 | 0 | 26 | 12/26; 14/26 |
| ***33*** | 7 | 0 | 0 | 7 | →0 |

А1 = 0 бит;

А2 = 4(0.5+0.31) = 3.24 бит;

А3 = 8(0.38+0.16) = 4.32 бит;

А4 = 8(0.38+0.53) = 7.28 бит;

А5 = 12(0.53+0.39) = 11.04 бит;

А6 = 20(0.46+0.53+0.52) = 30.2 бит;

А7 = 0 бит;

A8 = 26(0.52+0.48) = 26 бит;

A9 = 0 бит;

А = 82.08 бит;

*J*(y:x1×x3) = 145.9 – 82.08 = 63.82 бит.

1. **Защищенность × тип территории**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **х1×x3\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***11*** | 7 | 4 | 0 | 11 |  |
| ***12*** | 6 | 4 | 1 | 11 |  |
| ***13*** | 3 | 1 | 10 | 14 |  |
| ***21*** | 2 | 3 | 0 | 5 |  |
| ***22*** | 4 | 15 | 2 | 21 |  |
| ***23*** | 8 | 6 | 6 | 20 |  |
| ***31*** | 3 | 0 | 0 | 3 | →0 |
| ***32*** | 6 | 4 | 0 | 10 |  |
| ***33*** | 0 | 1 | 0 | 1 | →0 |

А1 = 11(0.41+0.53) = 10.34 бит;

А2 = 11(0.48+0.53+0.31) = 14.52 бит;

А3 = 14(0.47+0.27+0.35) = 15.26 бит;

А4 = 5(0.53+0.44) = 4.85 бит;

А5 = 21(0.46+0.35+0.33) = 23.94 бит;

А6 = 20(0.53+0.52+0.52) = 31.4 бит;

А7 = 0 бит;

А8 = 10(0.44+0.53) = 9.7 бит;

A9 = 0 бит;

А = 110.01 бит;

*J*(y:x2×x3) = 145.9 – 110.01 = 35.89 бит.

1. **Защищенность × водопроводимость × тип территории**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **x1×x2×x3\y** | ***1*** | ***2*** | ***3*** | **Σ** |  |
| ***111*** | 0 | 3 | 0 | 3 | →0 |
| ***112*** | 0 | 1 | 1 | 2 |  |
| ***113*** | 0 | 1 | 6 | 7 |  |
| ***121*** | 3 | 1 | 0 | 4 |  |
| ***123*** | 1 | 0 | 4 | 5 |  |
| ***131*** | 4 | 0 | 0 | 4 | →0 |
| ***132*** | 6 | 3 | 0 | 9 |  |
| ***133*** | 2 | 0 | 0 | 2 | →0 |
| ***211*** | 0 | 1 | 0 | 1 | →0 |
| ***212*** | 0 | 0 | 2 | 2 | →0 |
| ***213*** | 0 | 0 | 1 | 1 | →0 |
| ***221*** | 2 | 2 | 0 | 4 |  |
| ***222*** | 4 | 6 | 0 | 10 |  |
| ***223*** | 3 | 6 | 5 | 14 |  |
| ***232*** | 0 | 9 | 0 | 9 | →0 |
| ***233*** | 5 | 0 | 1 | 6 |  |
| ***322*** | 0 | 2 | 0 | 2 | →0 |
| ***323*** | 0 | 1 | 0 | 1 | →0 |
| ***331*** | 3 | 0 | 0 | 3 | →0 |
| ***332*** | 6 | 2 | 0 | 8 |  |

А1 = 0 бит;

А2 = 2(0.5+0.5) = 2 бит;

А3 = 7(0.4+0.19) = 4.13 бит;

А4 = 4(0.31+0.5) = 3.24 бит;

А5 = 5(0.46+0.26) = 3.6 бит;

А6 = 0 бит;

А7 = 9(0.33+0.53) = 7.74 бит;

А8 = 0 бит;

А9 = 0 бит;

А10 = 0 бит;

А11 = 4(0.5+0.5) = 4 бит;

А12 = 10(0.53+0.44) = 9.7 бит;

А13 = 14(0.48+0.52+0.53) = 21.42бит;

А14 = 0 бит;

А15 = 6(0.22+0.43) = 3.9 бит;

А16 = 0 бит;

А17 = 0 бит;

А18 = 0 бит;

А19 = 8(0.31+0.5) = 6.48 бит;

А = 66.21 бит;

*J*(y: x1×x2×x3) = 145.9 – 66.21 = 79.69 бит.

Таблица 5. Сводная

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Информативность |
| бит | % |
| 1×2 | Защищенность × водопроводимость | 45.39 |  |
| 1×3 | Водопроводимость × тип территории | 63.82 |  |
| 2×3 | Защищенность × тип территории | 35.89 |  |
| 1×2×3 | Защищенность × водопроводимость × тип территории | 79.69 |  |
|  | Содержание Сl- в pd-mc | 145,9 | 100 |

# Глава 4. Диагностирование информационной модели

Модель состоит из трех частей:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 13 | 25 | 37 | 49 | 61 | 73 | 85 | 97 | 109 |  |  |
| 2 | 14 | 26 | 38 | 50 | 62 | 74 | 86 | 98 | 110 |  |  |
| 3 | 15 | 27 | 39 | 51 | 63 | 75 | 87 | 99 | 111 |  |  |
| 4 | 16 | 28 | 40 | 52 | 64 | 76 | 88 | 100 | 112 |  |  |
| 5 | 17 | 29 | 41 | 53 | 65 | 77 | 89 | 101 | 113 |  |  |
| 6 | 18 | 30 | 42 | 54 | 66 | 78 | 90 | 102 | 114 |  |  |
| 7 | 19 | 31 | 43 | 55 | 67 | 79 | 91 | 103 | 115 |  |  |
| 8 | 20 | 32 | 44 | 56 | 68 | 80 | 92 | 104 | 116 |  |  |
| 9 | 21 | 33 | 45 | 57 | 69 | 81 | 93 | 105 | 117 |  |  |
| 10 | 22 | 34 | 46 | 58 | 70 | 82 | 94 | 106 | 118 |  |  |
| 11 | 23 | 35 | 47 | 59 | 71 | 83 | 95 | 107 | 119 |  |  |
| 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 |  |  |
| обучающая | тестовая | прогнозная |

Ранжированные данные для первых 96 блоков были представлены в таблице №3 (глава 3). Ранжированные же значения для блоков с 97 по 120 – в таблице №6.

Таблица 6. Ранжированные данные для тестирования

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № блока | Уровень C3ksm | Уровень C2pd - mc | Защищенность | Вертикальный градиент | Водопроводимость | Тип территории | Содержание Сl- вC2pd - mc |
| 97 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| 98 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| 99 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| 100 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 101 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 102 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| 103 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 104 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 105 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 106 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 107 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 108 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |
| 109 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 |
| 110 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| 111 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 |
| 112 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 113 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 114 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 |
| 115 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 116 | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| 117 | 2 | 3 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 |
| 118 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 |
| 119 | 2 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| 120 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 |

Таблица 7. Тестирование информационной модели

|  |  |
| --- | --- |
| № блока | Содержание Сl- вC2pd - mc |
| фактическое | прогнозное |
| 97 | 2 | - |
| 98 | 1 | 2 |
| 99 | 3 | 1 |
| 100 | 2 | 3 |
| 101 | 2 | 2 |
| 102 | 2 | 3 |
| 103 | 3 | 2 |
| 104 | 2 | 2 |
| 105 | 2 | 1 |
| 106 | 1 | 3 |
| 107 | 2 | 2 |
| 108 | 1 | 3 |
| 109 | 2 | - |
| 110 | 1 | 2 |
| 111 | 3 | 1 |
| 112 | 2 | 3 |
| 113 | 2 | 2 |
| 114 | 2 | 3 |
| 115 | 3 | 2 |
| 116 | 2 | 2 |
| 117 | 2 | 1 |
| 118 | 1 | 3 |
| 119 | 2 | 2 |
| 120 | 1 | 3 |

Ошибка прогноза составляет

 =(24-6) / 24 = 0.75 = 75%.

Классификация ошибок прогноза:

1. Высокоэффективная модель <5%;
2. Эффективная модель 5-15%;
3. Среднеэффективная модель 15 – 25%;
4. Низкоэффективная модель 25 – 30%;
5. Неэффективная модель >35%.

Таким образом, рассчитанная модель является весьма неэффектинвой.

# Заключение

Учитывая что полученная модель является неэффектинвой, рекомендуется снизить ошибку прогноза за счет нескольких факторов:

1. Пересчитать средние показатели по блокам более точно.
2. Изменить диапазоны рангов, так чтобы их оказалось примерно равное количество.
3. Уточнить расчет информативности.
4. Разбить карту территории на блоки сеткой менее чем 1х1 км.