должен быть равен 55 – 80 мм. Так при диаметре корпуса 70 мм коэффициент теплоотдачи равен 40,1 Вт/м²·К. Площадь поверхности оребренного нагревателя составляет 0,185 м², а температура на его поверхности 170°C при подведенной мощности 600 Вт. Вследствие невысокой температуры на оболочке ТЭНРа радиационная составляющая теплового потока от нагревателя к пару мала (до 5%), поэтому в расчетах полного теплового потока ее можно не учитывать.

Тогда по формуле (4) тепловой поток от нагревателя к пару составил 439 Вт; тепловые потери в окружающую среду 154 Вт. Коэффициент полезного действия аппарата равен 75%.

Таким образом вследствие изменения конструкции электрического пароперегревателя удалось снизить потери в окружающую среду на 60%, повысить КПД аппарата с 55 до 75%, уменьшить массогабаритные показатели, улучшить условия работы нагревательного элемента. Кроме этого, из-за повышения эффективности работы пароперегревателя с точки зрения теплообмена появилась возможность снизить мощность нагревателя с 800 до 600 Вт без изменения технической характеристики работы аппарата по перегреву пара.

1. Тихомиров Д.А., Тихомиров А.В. Совершенствование и модернизация систем и средств энергообеспечения - важнейшее направление решения задач по-вышения энергоэффективности сельхозпроизводства / Техника и оборудование для села. –2017. № 11.– С. 32-36.
2. Расстригин В.Н. , Тихомиров Д.А. Развитие электрических систем и техниче-ских средств теплообеспечения животноводческих предприятий // Техника в сельском хозяйстве 2010.– №.6.– С. 13–15.
3. Тихомиров Д.А. Расчет тепловых потерь паропроводов паровых котлов сель-скохозяйственного назначения // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. №1(22). –С. 17-20.
4. Тихомиров Д.А. Энергосберегающая система горячего паро- и водообеспе-чения животноводческих объектов // Техника и оборудование для села. –2013. –№ 10. – С. 14–15.
5. Лебедев Д.П., Расстригин В.Н., Тихомиров Д.А. Теплообмен в электрических пароводонагревателях // Промышленная теплотехника.– 2000. – №4. – Т.22.– С. 34–39.
6. Тихомиров Д.А. Физическая модель динамики теплообмена в электрическом пароперегревателе // Техника в сельском хозяйстве 2014.– №2.– С.13–15
7. Тихомиров Д.А. Определение коэффициента теплоотдачи при кипении воды в электрическом пароводонагревателе экспериментальным путем // Инновации в сельском хозяйстве. 2015. № 3 (13). С. 85–89.
8. Письменный Е.Н. Конструктивные методы повышения теплоаэродинамиче-ской эффективности трубчатых поперечно-оребранных поверхностей теплооб-мена // Промышленная теплотехника, №2–3. Т.21, 1999.
9. Юдаев Б.Н. Теплопередача. - М.: Высш. школа, 1981. - 319 с.
10. Теплотехнический справочник: В 2-х т./ Под общ. ред. В.Н.Юренева и П.Д. Лебедева.– 2-е изд. перераб. – М.: Энергия, 1976. – Т2. – 896 с.
11. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Кни-га по птребованию, 2012. – 466 с.

Чистогова В.А., Богданец Е.С.

Исследование параметров автоматического построения гидрографической сети в программе Global Mapper

*Пермский национальный исследовательский политехнический университет
(Россия, Пермь)*

doi:10.18411/lj-05-2018-95

idsp: 000001:lj-05-2018-95

Аннотация

Выполнено исследование параметров инструмента автоматического построения гидрографической сети в программном продукте Global Mapper. В работе рассмотрена зависимость длин рек от параметра Stream Threshold «Порог потока».

Ключевые слова: Stream Threshold, порог потока, гидрографическая сеть, ГИС, Global Mapper, SRTM

В настоящее время большое количество операций с картами выполняется с помощью геоинформационных систем. Одной из таких программ является Global Mapper.

Global Mapper – это программа для работы с картами, предназначенная для просмотра, редактирования, а также конвертации любого картографического формата.

Этот программный продукт имеет обширный функционал, который позволяет выполнять большое количество операций с различными топографическими объектами. Одним из элементов анализа топографии в данной программе является инструмент автоматического построения гидрографической сети. С помощью этого инструмента можно на основе SRTM данных строить речные системы различных районов [1].

Shuttle radar topographic mission (SRTM) – радарная топографическая съемка большей части территории земного шара, за исключением самых северных (>60), самых южных широт (>54), произведенная за 11 дней в феврале 2000 г с помощью специальной радарной системы. Двумя радиолокационными сенсорами SIR-C и X-SAR, было собрано более 12 терабайт данных. Результатом съемки стала цифровая модель рельефа 85% поверхности Земли.

Стоит также отметить, что абсолютная ошибка SRTM в плане не превышает 15 м. Все ошибки, полученные в результате обработки данных, находятся в доверительном интервале 90%. [2]

Целью этой статьи является оценка точности автоматического построения гидрографической сети в программе Global Mapper.

Для исследования в качестве эталона нами была использована топографическая карта масштаба 1:100000. Для данной карты была выполнена привязка в программе. Затем по данным SRTM файлов на этом участке была построена гидрографическая сеть. Стоит отметить, что определение площади водосбора и дальнейшее построение гидрографической сетивыполнялось с параметрами, которые по умолчанию заданы в этой программе.

К этим параметрам относятся:

1. Resolution. «Разрешение» (Размер области, в которой отбираются данные ландшафта для проведения анализа водораздела)
2. Stream Threshold. «Порог потока» (Параметр определяет, сколько воды должно течь в конкретной ячейки, прежде чем она будет считаться частью «потока». Большие значения приведут к тому, что будут выделены только области мощного водотока, а малые значения приведут к тому, что более мелкие водотоки (ручьи) будут определены как реки.)
3. Depression Fill Depth «Глубина заполнения депрессий» (Определяет максимальную глубину депрессий (понижения в рельефе), которые будут заполнены для построения корректной сети водотоков.)

Также по умолчанию принято сглаживание потоков. Дополнительно можно отобразить границы водораздела.

Для удобства исследования на карте был выбран участок размером 3*4 квадрата. Исследование проводилось по трем элементам:

- Сравнение длины рек эталона и векторного файла, созданного автоматически
 - Поперечное смещение автоматически созданных рек относительно эталонных
 - Зависимость длин рек от параметра Stream Threshold «Порог потока»
1. Сравнение длины рек эталона и векторного файла, созданного автоматически (Таблица 1).

Таблица 1

Сравнение длин эталона и векторного файла

Река	Эталон, км	Автоматическое построение, км	Отклонение от эталона, км	%	Среднее значение, км
Вогулка	7,159	7,074	0,085	1,187317	7,1165
Косуха	4,485	4,332	0,153	3,411371	4,4085
Подун	3,414	3,564	-0,15	4,393673	3,489
Бол.Подун	3,163	2,834	0,329	10,40152	2,9985
1	0,423	0,406	0,017	4,018913	0,4145
2	2,393	2,021	0,372	15,54534	2,207
3	1,242	1,089	0,153	12,31884	1,1655
4	1,059	0,756	0,303	28,6119	0,9075
5	2,144	1,77	0,374	17,44403	1,957
6	0,457	0,896	-0,439	96,06127	0,6765
7	1,124	1,284	-0,16	14,23488	1,204
8	1,419	1,756	-0,337	23,74912	1,5875
9	0	0,567	-0,567	-	0,2835
10	0	0,529	-0,529	-	0,2645
11	0	1,533	-1,533	-	0,7665
12	0	1,887	-1,887	-	0,9435
Сумма	28,482	32,298			30,39

Из данной таблицы видно, что в большинстве случаев, длина рек эталона превышает длину автоматически построенных рек. Но в автоматическом построении появляются дополнительные притоки, которых на эталонном образце не наблюдалось, из-за чего суммарная длина исследуемых рек при автоматическом построении превышает эталонную.

2. Поперечное смещение автоматически созданных рек относительно эталонных

Для этого исследования вокруг эталонных рек были созданы буферные зона размерами 50, 100 и 150 м. Затем заново проводились измерения частей длин рек, построенных автоматически, но с условием их попадания в установленную буферную зону (Рис. 1).

Рисунок 1 - Исследование попадания автоматически построенных рек в буферную зону эталона 100 м.

Рисунок 2 – Процент попадания автоматически построенных рек в буферную зону эталона

Из графика (Рис.3) видно, что при размере буферной зоны 50 м в нее попадает лишь 42,8% автоматически построенных рек, при буферной зоне 100 м – 87,5%, а при 150 м -100%.

Согласно «Основным положениям...» [3] число предельных ошибок не должно превышать 10% от общего их числа. Поэтому из графика (Рис.2) можно сделать вывод, что при величине буферной зоны 105 м автоматически построенная гидрографическая сеть удовлетворит требованиям инструкции.

Таким образом, руководствуясь графической точностью, используемого масштаба, 20 м, можно сделать вывод, что для данного масштаба карта инструмент автоматического построения гидрографической сети применять нельзя. Данный инструмент подходит для масштабов 1:500000 и выше.

- Зависимость длин рек от параметра Stream Threshold «Порог потока»
Для этого исследования параметр «Порог потока» изменялся в пределах от 200 до 800 ячеек. Затем производились измерения полученных длин рек (Рис.3)

Рисунок 3 – Зависимость длин рек от величины «Порог потока»

Из графика видно, что при увеличении исследуемого параметра длина рек уменьшается. Так же на рисунке 4 обозначены длины рек эталона и длины рек вместе с пересыхающими частями. Из чего можно сделать вывод, что для рассматриваемого плана масштаба 1:100000 оптимальной величиной «Порога потока» является примерно 620 ячеек. При такой величины длина автоматически построенной гидрографической сети будет наиболее соответствовать эталону. При необходимости учесть длины рек вместе с пересыхающими частями оптимально будет выбрать величину «Порога потока» 510 ячеек, которое является близким к стандартному значению (500 ячеек).

Таким образом, перед использованием инструмента автоматического построения гидрографической сети необходимо в первую очередь учесть масштаб построения плана. Также важным элементом является параметр Stream Threshold, с помощью которого можно изменять длину рек в зависимости от обводненность региона, уровня осадков и времени года.

1. Global Mapper User's Manual Руководство по эксплуатации // [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://fieldofviewllc.com>
2. E. Rodriguez, C.S. Morris, J.E. Belz, E.C. Chapin, J.M. Martin, W. Daffer, S. Hensley. An assessment of The SRTM Topographic Products, JPL, NASA.
3. Основные положения по созданию топографических карт масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000 – М. Редакционно-издательский отдел ВТС, 1984 – 7 с.; 29 с.