

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт водных проблем Российской академии наук (ИВП РАН)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор  
Института водных проблем РАН

\_\_\_\_\_ А.Н. Гельфан  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
(текущего оценивания, промежуточной аттестации)**

**дисциплины**

*«Анализ речных систем с использованием цифровых моделей рельефа»*

Направление подготовки: 05.06.01 Науки о Земле  
Направленность (профиль): Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия  
Курс 3, семестр 5  
Форма обучения: очная  
Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва, 201\_\_ г.

Составитель ФОС: Гарцман Б.И., д.г.н., доцент  
(ФИО, степень, звание, должность)

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
(подпись)

ФОС рассмотрен на заседании кафедры \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г. (протокол № \_\_\_\_\_)

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, звание, должность)

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
(подпись)

ФОС принят на заседании Ученого совета института

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г. (протокол № \_\_\_\_\_)

Секретарь ученого совета \_\_\_\_\_  
(ФИО, степень, звание, должность)

\_\_\_\_\_ « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.  
(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Зав. аспирантурой \_\_\_\_\_ И.А. Вартамян  
(подпись)

Методист кафедры \_\_\_\_\_ Т.Б. Фащевская  
(подпись)

## Рецензия

### на фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине

#### «Анализ речных систем с использованием цифровых моделей рельефа»

ФОС по дисциплине «Анализ речных систем с использованием цифровых моделей рельефа» предназначен для проверки соответствия полученных знаний требованиям, изложенным в образовательной и рабочей программах подготовки аспирантов. Особое внимание уделено проверке знаний теоретических и практических основ работы с современными аналитическими инструментами обработки и анализа данных научных исследований, а также умений и навыков в рассматриваемой области.

В рамках профиля подготовки в ФОС предусмотрена проверка знаний о методах структурно-гидрографического анализа речных систем, индикационных методах оценивания гидрологических характеристик, а также базовых знаний о цифровых моделях рельефа и стандартном инструментарии ГИС для их обработки. Уделено внимание общепрофессиональным компетенциям, которыми должен обладать аспирант по результатам освоения основных образовательных программ аспирантуры: ведению самостоятельного исследования, работе в команде, критической оценке полученных результатов, использованию в работе открытых источников информации и т.д. ФОС соответствует данному курсу и профилю подготовки и может успешно использоваться для управления учебной деятельностью аспирантов, а также для получения объективной оценки уровня запланированных результатов обучения по дисциплине «Анализ речных систем с использованием цифровых моделей рельефа».



Бугаец Андрей Николаевич

к.т.н., старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цели и задачи фонда оценочных средств.....	3
2. Нормативные документы.....	3
3. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций.....	4
4. Показатели и критерии оценивания компетенций.....	6
5. Фонд оценочных средств.....	10
5.1. Фонд оценочных средств для текущего контроля (тестирование).....	10
5.2. Фонд оценочных средств для текущего контроля (собеседование).....	18
5.3. Фонд оценочных средств для промежуточного контроля (вопросы к зачету).....	19
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	20

## **1. Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью создания ФОС дисциплины является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательных программ, рабочих программ модулей (дисциплин). ФОС по дисциплине решает задачи:

- контроль и управление процессом приобретения аспирантами необходимых знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции, определённых в ФГОС ВО по соответствующему направлению подготовки;
- контроль (с помощью набора оценочных средств) и управление (с помощью элементов обратной связи) достижением целей реализации ОПОП, определённых в виде набора общекультурных и профессиональных компетенций выпускников;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс.

Назначение фонда оценочных средств: ФОС используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью аспирантов. А также предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины "Анализ речных систем с использованием цифровых моделей рельефа" в установленной учебным планом форме: зачет.

## **2. Нормативные документы**

ФОС разработан на основе Федерального государственного стандарта по направлению подготовки 05.06.01 НАУКИ О ЗЕМЛЕ (уровень подготовки кадров высшей квалификации), рабочей программы дисциплины «Анализ речных систем с использованием цифровых моделей рельефа».

**3. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций**

Компетенция	Этап формирования компетенции	Образовательные технологии	Тип контроля	Форма контроля
1	2	3	4	5
УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Тестирование
	Практико-ориентированный	Лекция-визуализация, тренинг	Текущий	Тестирование
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Тестирование
	Практико-ориентированный	Лекция-визуализация, тренинг	Текущий	Тестирование
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
ОПК-1 - способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Тестирование
	Практико-ориентированный	Лекция-визуализация, тренинг	Текущий	Тестирование
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
ПК-1 – владеть методологическими основами и подходами к решению	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Тестирование

теоретических проблем гидрологии;	Практико-ориентированный	Лекция-визуализация, тренинг	Текущий	Тестирование
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
ПК-2 – анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно-исследовательских работ, имеющих гидрометеорологическую направленность;	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Тестирование
	Практико-ориентированный	Лекция-визуализация, тренинг	Текущий	Тестирование
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
	Практико-ориентированный	Лекция-визуализация, тренинг	Текущий	Тестирование
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет

#### 4. Показатели и критерии оценивания компетенций

В таблицах 1 и 2 приведены показатели и критерии оценки результатов обучения; компоненты и ступени уровней освоения компетенций.

Таблица 1

Показатель оценки результатов обучения	Критерий оценки результатов обучения	Шкала оценивания
Пороговый уровень	Достигнутый уровень обучения позволяет обучаемому оперировать основными терминами и понятия предмета. Аспирант знает базовые источники открытых программных средств для проведения научной работы, на начальном уровне владеет методами получения, контроля и обработки цифровых моделей рельефа, иных пространственных данных в растровой и векторизованной формах. Аспирант способен найти способ решения базовых классов задач анализа геоданных с использованием стандартного инструментария современных ГИС, самостоятельно и в группе работать над решением научных и педагогических проблем среднего уровня сложности.	60-72 баллов (удовлетворительно)
Продвинутый уровень	Применение навыков, знаний и умений позволяет обучаемому самостоятельно выстраивать исследовательский процесс работы по анализу рельефа и структурно-гидрографическому анализу речных систем с использованием инструментария Arc Map 9.*-10.*. В процессе обработки и моделирования аспирант может использовать как стандартные инструменты ГИС, так и создавать свои реализации подобных инструментов. Аспирант способен организовывать совместную работы над исследовательским проектом с привлечением современных инструментов открытой научной коммуникации, а также самостоятельно и в группе работать над решением научных и педагогических проблем высокого уровня сложности.	73-86 баллов (хорошо)
Высокий уровень	Достигнутый уровень позволяет обучаемому разрабатывать собственные инструменты анализа рельефа и структурно-гидрографического анализа речных систем. Аспирант может самостоятельно ставить задачи в указанной предметной области, трансформировать состав и последовательность применяемых инструментов, выявлять закономерности строения речных систем и самостоятельно и в группе вести исследования по географическому обобщению и интерпретации результатов анализа.	87-100 баллов (отлично)



## Компоненты и ступени уровней освоения компетенций

Индекс компетенции	Перечень компонентов	Ступени уровней освоения компетенции (100 бальная шкала)
УК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные этапы развития структурно-гидрографического анализа речных систем как самостоятельного научного направления;</li> <li>- теоретические основы структурно-гидрографического анализа речных систем, концептуальные положения, определяющие его междисциплинарный характер.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать, оценивать и сопоставлять научные идеи и концепции изучаемой предметной области, в особенности имеющие конкурентный характер;</li> <li>- генерировать новые идеи на основе изучения литературных источников и результатов ранее выполненных исследований.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- открытыми инструментами интеллектуального анализа данных;</li> <li>- инструментами открытого обсуждения результатов исследований.</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла):</p> <p>Используя открытые источники и инструменты, аспирант способен на базовом уровне критически анализировать научные результаты, предлагать идеи при решении исследовательских задач.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов):</p> <p>Аспирант на высоком уровне использует аппарат критики полученных знаний и данных. Способен генерировать новые идеи в междисциплинарных областях.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов):</p> <p>На продвинутом и современном уровне аспирант сам ставит перед собой новые задачи, намечает пути их решения, за основу используя парадигму открытого научного процесса.</p>
УК-3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные тенденции в российских и зарубежных исследованиях в области структурно-гидрографического анализа речных систем;</li> <li>- принципиально важные результаты в части формализации</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла):</p> <p>Аспирант на базовом уровне может организовать как свою личную, так и командную работу над простым проектом.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов):</p> <p>Аспирант на высоком уровне</p>

Индекс компетенции	Перечень компонентов	Ступени уровней освоения компетенции (100 балльная шкала)
	<p>морфометрических закономерностей формирования речных бассейнов, структурно-функциональной организации речных систем.</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить научные задачи и формировать подходы к их решению.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами анализа пространственных данных, предоставляемыми в пакетах фирмы ESRI (на примере Arc Map 9.*-10.*);</li> <li>- математическими методами структурно-гидрографического анализа речных систем;</li> </ul>	<p>способен организовать и провести исследования в рамках небольшого коллектива над многосоставной темой.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов):</p> <p>Аспирант на высоком и современном уровне организует работу над междисциплинарной научной проблемой, умеет привлекать к работе специалистов разного профиля. Умеет использовать сложные инструменты планирования командной работы.</p>
ОПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные особенности организации исследовательской деятельности в выбранной профессиональной области.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовывать самостоятельную работу над поставленной исследовательской задачей.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными методами научного анализа для организации самостоятельного исследования.</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла):</p> <p>Аспирант способен вести самостоятельную работу в рамках узкой специализации.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов):</p> <p>Аспирант обладает навыками ведения самостоятельных широких, комплексных исследований.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов):</p> <p>Аспирант планирует самостоятельные исследования на высоком уровне организации процесса, способен самостоятельно разрабатывать методику анализа морфометрических закономерностей формирования речных бассейнов, структурно-функциональной организации речных систем.</p>

Индекс компетенции	Перечень компонентов	Ступени уровней освоения компетенции (100 балльная шкала)
ПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- историческое развитие методов структурно-гидрографического анализа речных систем российскими и зарубежными научными школами,</li> <li>- основные виды классификации речных систем и формализации их структурно-функциональных закономерностей.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поставить научную задачу, определить методику ее решения.</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологическими основами и подходами к решению теоретических проблем структурно-гидрографического анализа речных систем.</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла):</p> <p>Аспирант знаком с основными литературными источниками и владеет базовыми результатами развития структурно-гидрографического анализа речных систем.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов):</p> <p>Аспирант самостоятельно выполняет анализ научных подходов и результатов отдельных исследований, используя современные теоретические достижения и результаты последних исследований по проблематике .</p> <p>- Отлично (87-100 баллов):</p> <p>Аспирант самостоятельно может разрабатывать новые методы структурно-гидрографического анализа речных систем, используя современные исследовательские инструменты.</p>
ПК-2	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические и практические основы современной науки по анализу рельефа и структуре речных систем;</li> <li>- основы работы с базами пространственных геоданных.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить морфологический и структурный анализ рельефа, моделировать речную сеть и определять закономерности её строения;</li> <li>- анализировать, обобщать и систематизировать результаты</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла):</p> <p>Аспирант владеет базовыми программами обработки пространственных данных, умеет производить анализ полученных результатов этой обработки, умеет применить эти результаты для решения базовых задач анализа структуры и морфологии речного бассейна.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов):</p> <p>Аспирант самостоятельно выполняет анализ исследовательских данных, используя современные теоретические достижения и</p>

Индекс компетенции	Перечень компонентов	Ступени уровней освоения компетенции (100 балльная шкала)
	<p>научно-исследовательских работ.</p> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математическими методами анализа речных систем;</li> <li>- методами обработки и анализа пространственных геоданных.</li> </ul>	<p>результаты последних исследований по проблематике .</p> <p>- Отлично (87-100 баллов):</p> <p>Аспирант самостоятельно может разрабатывать новые методы структурно-гидрографического анализа речных систем, используя современные исследовательские инструменты.</p>

## 5. Фонд оценочных средств

### 5.1. Фонд оценочных средств для текущего контроля (тестирование)

По разделу № 3:

«Стандартный инструментарий ГИС ARC Map (9.\*-10.\*) для обработки ЦМР»

Выполнить ряд простых операций с цифровыми моделями рельефа (ЦМР) используя ARC Toolbox.

1. Загрузить фрагмент покрытия ЦМР SRTM регионального масштаба. Опробовать масштабирование фрагмента от глобального вида до уровня различимости отдельных пикселей. Подобрать оптимальную раскраску рельефа через инструмент «Легенда». Оценить содержимое пикселей с помощью инструмента «i».
2. Выполнить перепроецирование фрагмента из равноугольной в равнопромежуточную проекцию и обратно. Выполнить передискретизацию фрагмента покрытия к большему и меньшему размерам пикселя.
3. Создать объектные файлы (точечных, линейных, полигональных объектов)
4. Создать наборы точечных, линейных, полигональных объектов на основе растровой подложки – выделить произвольные точки, линеаменты, контуры с помощью линейки графических инструментов.
5. Выполнить расчеты количества однотипных объектов, длин линейных объектов, площадей и периметров полигонов.

6. Выполнить измерения расстояния между точками, линиями, полигонами.
7. Выполнить операции объединения и пересечения полигонов.
8. Выполнить операции «вырезания» растрового фрагмента по полигону и преобразования растрового фрагмента в полигон.
9. Рассчитать статистики растровых и векторизованных слоев с использованием инструментов атрибутивной таблицы.
10. Выполнить сохранение атрибутивной таблицы векторизованного слоя в формате DBF.
11. Выполнить добавление атрибута в атрибутивную таблицу и удаление атрибута из таблицы.
12. Выполнить слияние атрибутивных таблиц.
13. Рассчитать зональные статистики рельефа и выгрузить в виде таблицы с помощью инструмента ZonalStatistics.
14. Выполнить построение карты уклонов поверхности на основе ЦМР.
15. Выполнить построение схемы рельефа в горизонталях на основе ЦМР

По разделу № 4:

«Методы определения параметров речных систем и их бассейнов с помощью ARC Map (9.\*-10.\*)»

Выполнить специальную обработку ЦМР используя раздел ARC Toolbox\Hydrology

1. Выполнить на фрагменте рельефа устранения бессточных понижений – получить гидрологически корректную ЦМР.
2. Выполнить определение направлений стекания в каждом пикселе.
3. Выполнить расчет аккумуляции стока в каждом пикселе.
4. Выбрать точку замыкающего створа бассейна и выделить бассейн.
5. Выделить растровую русловую сеть бассейна на основе граничной площади водосбора.
6. Выполнить присвоение уникального индекса каждому бесприточному линку речной сети.
7. Выполнить преобразование растровой речной сети в сеть векторизованных линейных объектов.
8. Вычислить длины, средние высоты и средние уклоны для каждого линка векторизованной речной сети.

9. Выполнить классификацию речной сети по Хортону-Стралеру и присоединить соответствующий атрибут к таблице векторизованной речной сети.
10. Вычислить суммарную длину речной сети, количество линков речной сети, и рассчитать общую густоту речной сети и «частоту» (количество водотоков на км<sup>2</sup>) водотоков 1го порядка.
11. Выполнить определение частных водосборов линков растровой речной сети.
12. Преобразовать мозаику частных водосборов из растрового в полигональный (векторизованный) вид.
13. Вычислить площадь, среднюю высоту и средний уклон каждого частного водосбора.
14. Вычислить диапазоны высот каждого частного водосбора и рассчитать оценку объема и толщины бассейна «по экстремумам».
15. Вычислить разницу средней высоты каждого частного водосбора и средней высоты соответствующего водотока, и рассчитать оценку объема и толщины бассейна «по средним».

#### Пример выполнения задания по разделу №4

1. Запустить ArcMap 9.\*/10.\*, подгрузить фрагмент ЦМР и открыть **ArcToolBox**, **Spatial Analyst Tools/Hydrology**, использовать инструмент **Flow Direction** для создания слоя направлений стекания в каждой ячейке.
2. Использовать инструмент **Hydrology/Flow accumulation** для создания слоя площади (количества ячеек) водосбора в каждой ячейке.
3. Создать точечный файл и выставить точку в замыкающем створе предполагаемого водосбора. Использовать инструмент **Hydrology/ Watershed** для выделения водосбора по заданной точке замыкающего створа.

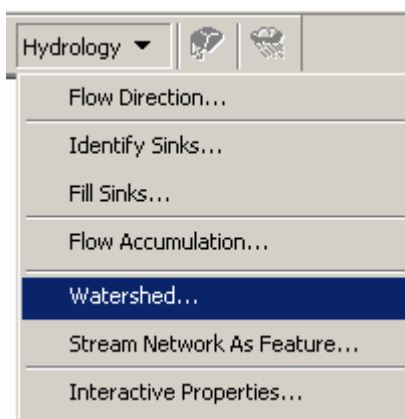


Рис.1. Вариант линейки инструментов **Hydrology**

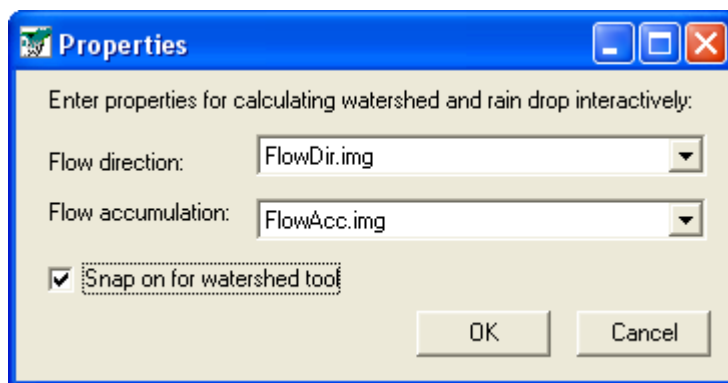


Рис.2. Вариант задания параметров инструмента **Watershed**

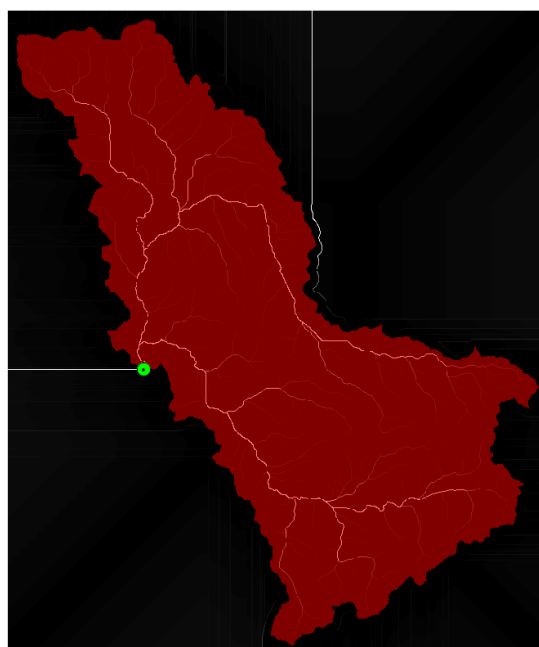
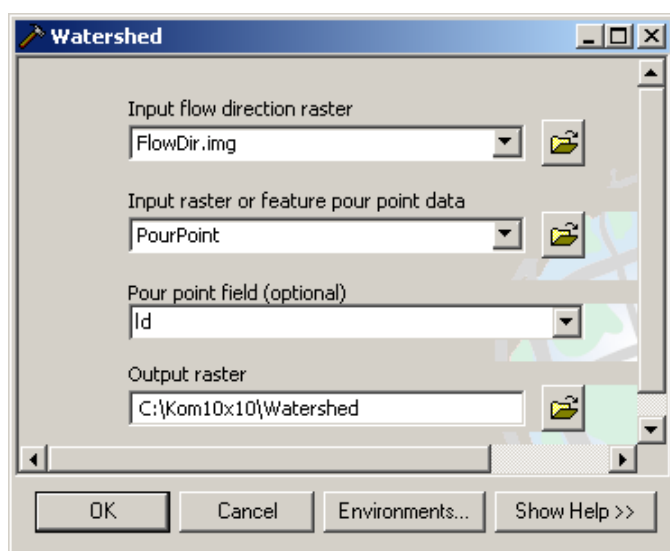


Рис.3. Результат выделения растрового водосбора и растровой речной сети в нем в результате выполнения шагов 1, 2, 3.

4. Использовать инструмент **Spatial Analyst/Raster Calculator** для выделения растровой речной сети в пределах водосбора по величине граничной площади водосбора  $DrnNetWrk = \text{con}([\text{flowacc grid}] > 10000, 1)$
5. Использовать инструмент **Hydrology/Stream Link** для преобразования единой речной сети в совокупность индивидуальных растровых бесприточных участков.
6. Использовать инструмент **Hydrology/Watershed** для выделения частных водосборов каждого бесприточного участка речной сети.

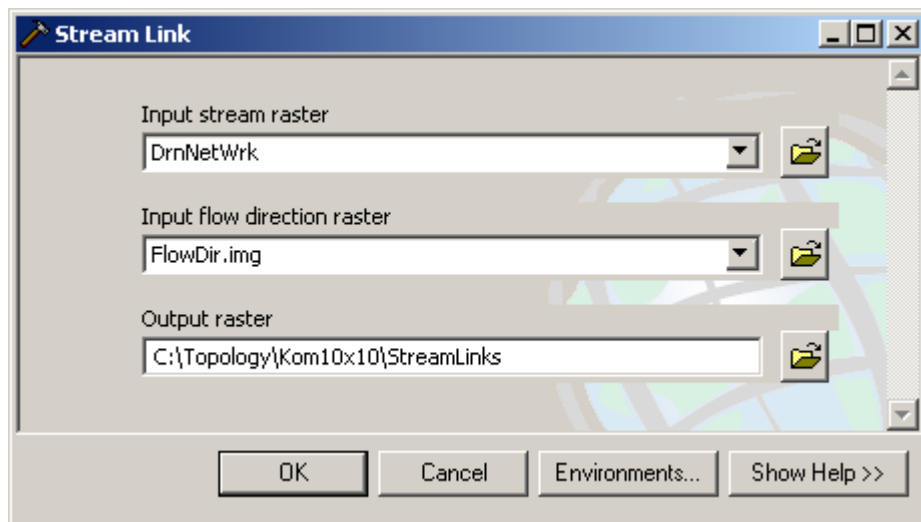


Рис. 4. Пример вызова инструмента **Stream Links**.

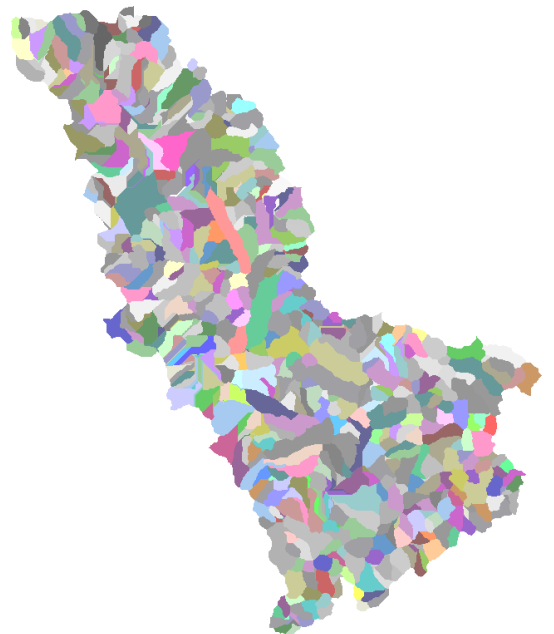
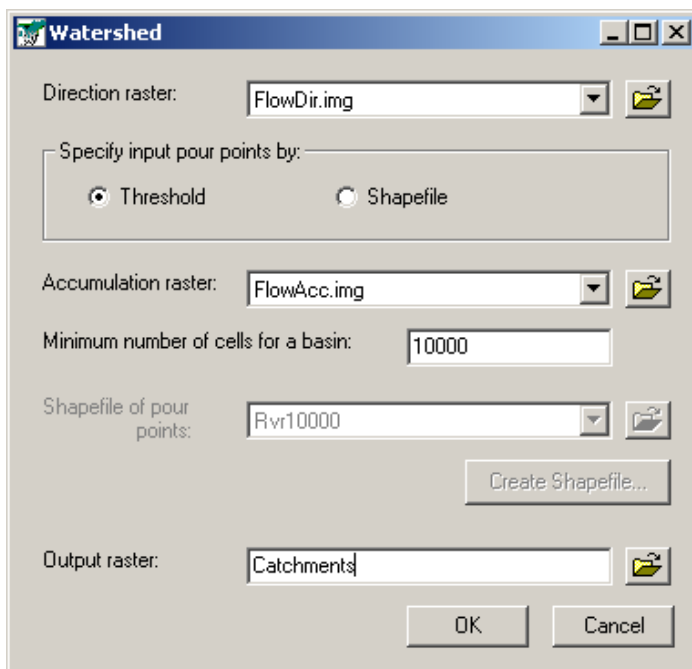


Рис. 5. Пример покрытия частных водосборов участков речной сети в пределах бассейна.

7. Использовать инструмент **Hydrology/Stream To Features** для преобразования растровой речной сети в векторизованную сеть, состоящую из **Polylines**.
8. Использовать инструмент **Surface/Slope** для преобразования ЦМР в покрытие уклонов поверхности рельефа.
9. Использовать инструмент **Zonal Statistics as Table** для вычисления статистик высот и уклонов частных водосборов.



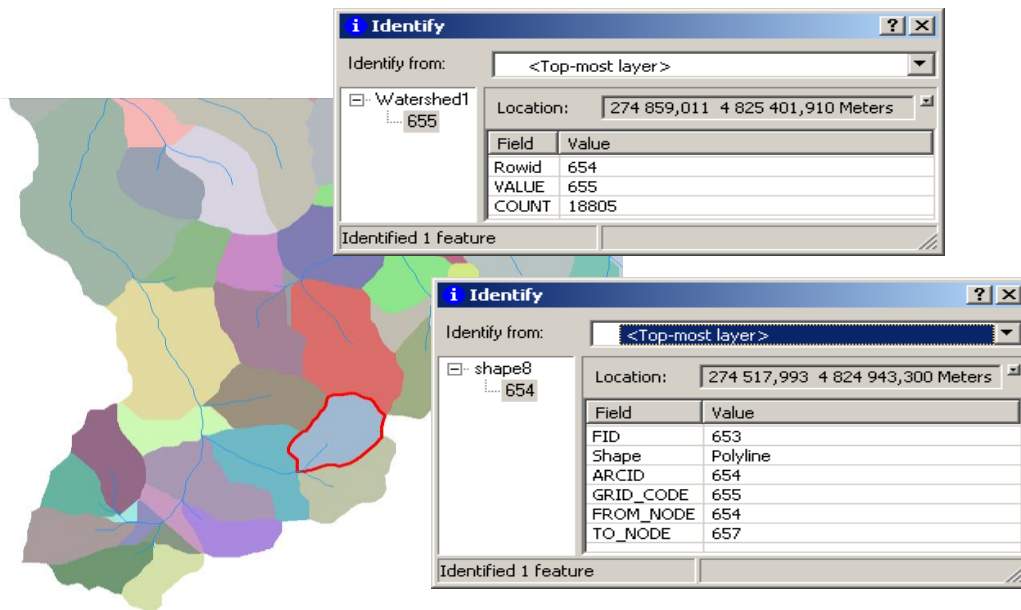


Рис. 6. Фрагмент сборки частных водосборов и векторизованной речной сети с атрибутивной таблицей.

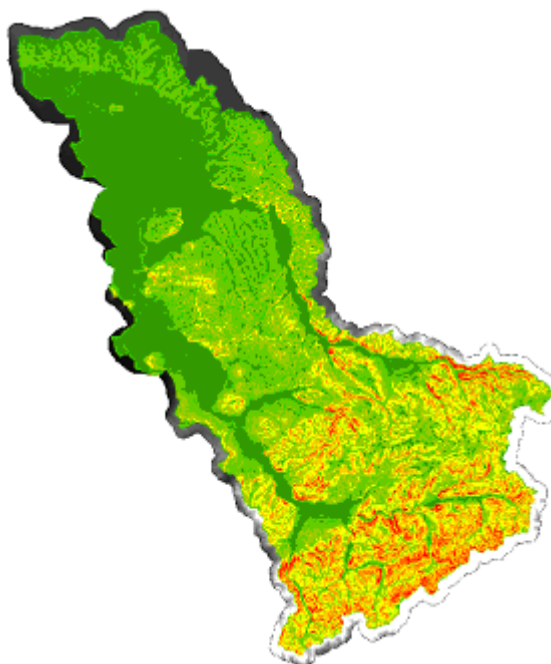


Рис. 7. Растровое покрытие уклонов поверхности рельефа в пределах бассейна.

Microsoft Excel - WsdAvrSlp

1	2	3	4	5	6	7	8	9
VALUE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
1	1810	2696000,00	2,360	361,181	358,801	59,000	37,043	106790,00
2	624	998400,00	0,442	378,455	378,013	94,359	57,022	56880,30
4	668	1068800,00	13,258	405,990	392,731	98,552	66,146	65832,60
5	394	630400,00	5,813	309,766	303,953	61,138	48,764	24088,30
6	336	537600,00	4,193	231,078	226,885	61,185	37,514	20568,00
7	28	44800,00	18,120	210,930	192,811	105,324	45,740	2949,06

Рис. 8. Фрагмент таблицы вычисленных статистик высот и уклонов частных водосборов.

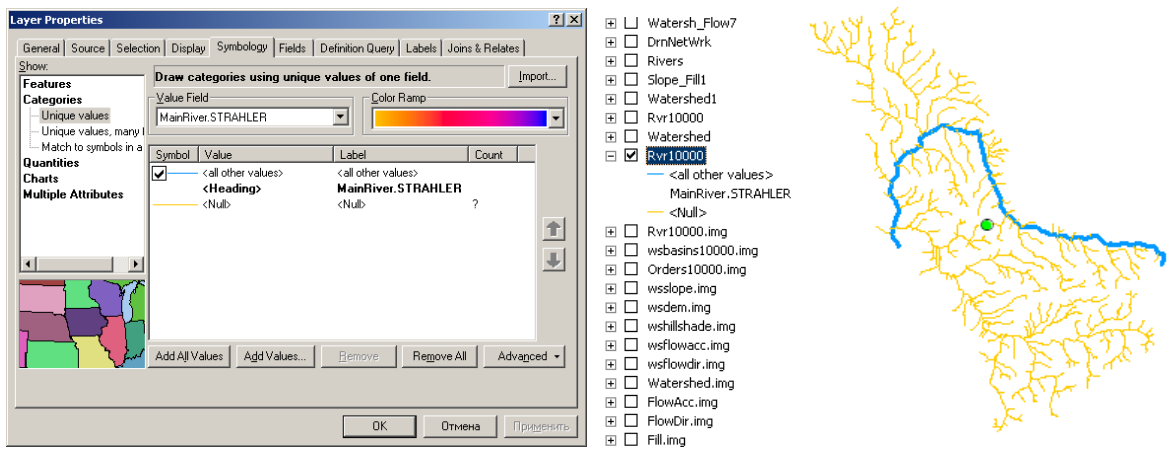


Рис. 9. Пример определения центра тяжести и главной реки бассейна.

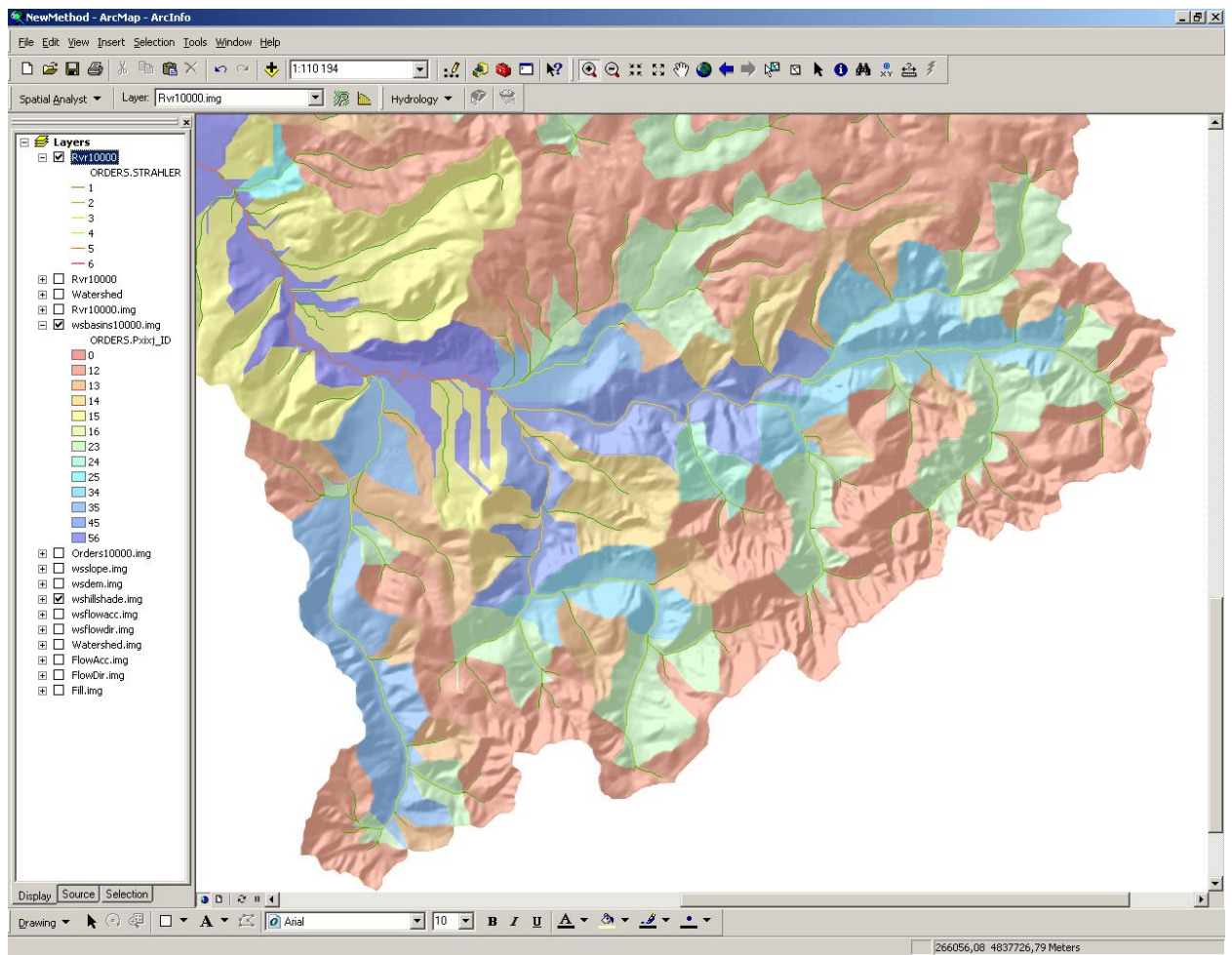


Рис. 10. Пример покрытия частных водосборов в пределах бассейна, классифицированных по порядкам Хортона-Штралера.

По разделу № 5:

«Моделирование (автоматизированная оцифровка) речной сети по ЦМР»

Выполнить моделирование речной сети на основе ЦМР используя ARC Toolbox.

1. Подготовить растровый фрагмент покрытия бассейна с расчетом аккумуляции стока
2. Подготовить растровый фрагмент покрытия бассейна с расчетом уклонов рельефа
3. Подготовить растровый фрагмент покрытия бассейна с расчетом среднегодового слоя климатического стока (осадки минус испарение).
4. Выполнить расчет индекса напряжения сдвига (shear stress) по растровому фрагменту.
5. Выполнить расчет энергетического индекса по растровому фрагменту.
6. Выполнить расчет комплексного энергетического индекса (CEI) по растровому фрагменту.
7. Выполнить оцифровку реальной речной сети и определить её морфологические и статистические характеристики
8. Выполнить моделирование речной сети бассейна при различных пороговых значениях площади водосбора.
9. Выполнить моделирование речной сети бассейна при различных пороговых значениях shear stress.
10. Выполнить моделирование речной сети бассейна при различных пороговых значениях энергетического индекса.
11. Выполнить моделирование речной сети бассейна при различных пороговых значениях CEI.
12. Выполнить обобщение статистических характеристик (суммарной длины, числа потоков) для каждого варианта моделированных сетей.
13. Выполнить построение распределений морфологических характеристик моделированных сетей (длин потоков, средних высот и уклонов).
14. Выполнить сопоставление статистических и морфологических характеристик моделированных сетей с аналогичными характеристиками реальной речной сети.

15. Обосновать выбор метода и параметров моделирования речной сети данного бассейна.

## **5.2. Фонд оценочных средств для текущего контроля (собеседование)**

Примерный список вопросов для собеседования по общетеоретическим разделам курса.

1. Понятие о цифровой модели рельефа (ЦМР).
2. Способы создания ЦМР.
3. Открытые источники глобальных ЦМР среднего масштаба.
4. Средства обработки ЦМР (ГИС).
5. Общее понятие о речной системе.
6. Объяснить разницу между восходящей и нисходящей порядковыми классификациями речных систем.
7. Порядковая классификация Хортона-Штралера.
8. Развитие порядковой классификации в работах Шрива и Шайдеггера.
9. Развитие порядковой классификации в работах Философова и Ржаницына.
10. Содержание понятия водотока 1-го порядка как основы любой нисходящей порядковой классификации.
11. Законы Хортона для речных систем.
12. Понятие и способ расчета энтропии речной сети по Шеннону.
13. Основы индикационных методов оценки гидрологических характеристик.
14. Смысл понятия и применение гидроморфологического коэффициента.
15. Картографирование речного стока на основе индикационных методов.
16. Общее представление о трехмерном моделировании структуры речных систем и рельефа их бассейнов.
17. Общее представление об основных структурных линиях рельефа речного бассейна – речных и водораздельных сетях.
18. Постановка задачи и основные подходы к порядковой классификации водораздельных сетей.
19. Возможности автоматизированной оцифровки водораздельной сети.
20. Метод порядковой классификации речной сети, основанный на полной и неполной порядковых последовательностях путей добегания.

### 5.3. Фонд оценочных средств для промежуточного контроля (вопросы к зачету)

ФОС промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины в установленной учебным планом форме: зачет.

В ходе текущего контроля проводится оценивание качества изучения и усвоения студентами учебного материала по разделам, темам, модулям (логически завершенной части учебного материала) в соответствии с требованиями программы.

Перечень вопросов к зачету:

1. Общие закономерности строения и функционирования речной сети, её взаимосвязь с характеристиками водосбора.
2. Порядковая концепция речной сети и классификации Хортон-Штралера.
3. Варианты классификации речной сети Шрива, Шайдеггера.
4. Работы по усовершенствованию классификации речной сети Философова и Ржаницына.
5. Энтропия речной сети.
6. Понятие о гидроморфометрическом коэффициенте.
7. Основы индикационных методов расчета и картографирования гидрологических характеристик на основе структурно-гидрографических показателей речной сети.
8. Цифровые модели рельефа как источник массовых данных о строении речных систем и их бассейнов.
9. Специальный инструментарий ARC Map 9.\*-10.\* для решения задач гидрологии и смежных дисциплин (метеорологии, геоморфологии и т.д.).
10. Стандартный способ выделения речного бассейна, построения модели речной сети и определения их структурных и морфометрических характеристик в ARC Map 9.\*-10.\*
11. Теоретические основы и метод расчета индекса напряжения свига (shear stress).

12. Теоретические основы и метод расчета энергетического и комплексного энергетического (CEI) индексов.
13. Моделирование речных сетей на основе различных индексов.
14. Возможности трехмерного моделирования речных систем на основе физически обоснованных моделей эрозионных процессов.
15. Существующие подходы к порядковой классификации водоразделов

### Критерии оценивания результатов зачета

Критерии оценки результатов зачета	Шкала оценивания
Аспирант прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, предложенные в билете, привел аргументированные примеры.	«зачтено»
Аспирант не ответил ни на один полученный в билетах вопрос; в ответах на один из предложенных в билете вопросов допустил существенные ошибки, либо не ответил, а также не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления об областях применения методов структурно-гидрографического анализа речных систем, специальной обработке ЦМР и геоданных для гидрометеорологических приложений у аттестуемого нет.	«не зачтено»

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Основная литература

1. Зейлигер А. М., Ермолаева О. С. Геоинформационная оценка гидрографических характеристик речной сети и ее водосборной территории с использованием цифровой модели рельефа в ArcGIS10.x - М.: Триада. - 2016. - 62с.: ил.
2. Гарцман Б.И., Бугаец А.Н., Тегай Н.Д., Краснопеев С.М. Анализ структуры речных систем и перспективы моделирования гидрологических процессов // География и природные ресурсы. - 2008. - № 2. - С. 116-123.
3. Гарцман Б.И., Галанин А.А. Структурно-гидрографический и морфометрический анализ речных систем: теоретические аспекты // География и природные ресурсы. - 2011. - №3. - С. 27-37.
4. Гарцман Б.И. Анализ геоморфологических условий формирования первичных водотоков на основе цифровых моделей рельефа // География и природные ресурсы. - 2013. - №1. - С.136-147

5. Гарцман Б.И. Опыт гидрографического и ландшафтного описания речного бассейна на основе ГИС и геоданных // Метеорология и гидрология. 2014. № 6. С. 67-79.
6. Гарцман Б.И., Шекман Е.А. Возможности моделирования речной сети на основе ГИС-инструментария и цифровой модели рельефа // Метеорология и гидрология. 2016. № 1. С. 86-98.
7. Гарцман Б.И., Шекман Е.А. Порядковая классификация речных водоразделов на основе обработки цифровых моделей рельефа // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 164-176

#### Дополнительная литература

1. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. – М.: Иностранная литература, 1948.
2. Ржаницын Н.А. Морфологические и гидрологические закономерности строения речной сети. – Л.: Гидрометеиздат, 1960.
3. Философов В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. – Саратов: Изд. Саратовского университета, 1975. 232 с.
4. Карасёв, М. С., Худяков Г. И. Речные системы (на примере Дальнего Востока) - М.: Наука, 1984.
5. Rodrigues-Iturbe I., Rinaldo A. Fractal River Basin. Chance and self-organization //Cambrige Univ. Press, - 1997.
6. Корытный Л. М. Бассейновая концепция в природопользовании. - Иркутск: Ин-т геогр. СО РАН, 2001.
7. Гарцман Б.И., Бугаец А.Н., Тегай Н.Д., Краснопеев С.М. Анализ структуры речных систем и перспективы моделирования гидрологических процессов // География и природные ресурсы. - 2008. - № 2. - С. 116-123.
8. Гарцман Б.И., Галанин А.А. Структурно-гидрографический и морфометрический анализ речных систем: теоретические аспекты // География и природные ресурсы. - 2011. - №3. - С. 27-37.
9. Гарцман Б.И. Анализ геоморфологических условий формирования первичных водотоков на основе цифровых моделей рельефа // География и природные ресурсы. - 2013. - №1. - С.136-147
10. Гарцман Б.И. Опыт гидрографического и ландшафтного описания речного бассейна на основе ГИС и геоданных // Метеорология и гидрология. 2014. № 6. С. 67-79.
11. Гарцман Б.И., Шекман Е.А. Возможности моделирования речной сети на основе ГИС-инструментария и цифровой модели рельефа // Метеорология и гидрология. 2016. № 1. С. 86-98.

12. Гарцман Б.И., Шекман Е.А. Порядковая классификация речных водоразделов на основе обработки цифровых моделей рельефа // География и природные ресурсы. 2016. № 4. С. 164-176

### Программное обеспечение

1. Windows-7,8.
2. Интернет-браузер Google Chrome.
3. ARC Map 9.\*-10.\*