



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.И. Вокин

*А.И. Вокин* 2025 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА**

**Программа повышения квалификации**

**«Современные тенденции в прогнозировании и моделировании  
гидрологических процессов и явлений»**

Категория слушателей лица, имеющие и/или получающие высшее образова-  
ние

Трудоемкость программы 72 часа

Срок освоения программы от 0,44 месяца

Форма обучения очно-заочная, с применением электронного обучения, ди-  
станционных образовательных технологий

Режим занятий 4–7 часов в день

Согласовано с УМК географического фа-  
культета

Протокол № 5 от «16» апреля 2025 г.

Председатель *С.Ж. Вологжина* С.Ж. Вологжина

Рекомендовано кафедрой гидрологии и приро-  
допользования

Протокол № 11 от «18» марта 2025 г.

Зав. кафедрой *Е.Н. Сутырина* Е.Н. Сутырина

Иркутск 2025 г.

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

**1.1 Дополнительная профессиональная программа** – программа повышения квалификации направлена на формирование и совершенствование компетенций в вопросах прогнозирования и моделирования гидрологических процессов, необходимых для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации гидролога, специалиста в области инженерно-гидрометеорологических изысканий и управления водными ресурсами.

### 1.2 Нормативные документы, регламентирующие разработку дополнительной образовательной программы

Нормативно-правовую базу разработки ДОП составляют:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499;
- Приказ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки РФ от 4 августа 2023 г. N 1493 "Об утверждении Требований к структуре официального сайта образовательной организации в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и формату представления информации";
- Устав ФГБОУ ВО «ИГУ», утвержденный Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 ноября 2018 г. №1071;
- Локальные нормативные акты, регламентирующие образовательную деятельность по дополнительным образовательным программам.

Программа повышения квалификации разработана с учетом требований:

- профессионального стандарта "Специалист в области инженерно-гидрометеорологических изысканий для градостроительной деятельности"; Приказ Минтруда России от 04.10.2022 № 614н (Зарегистрировано в Минюсте России 08.11.2022 № 70863)

### 1.3 Используемые сокращения

В настоящей дополнительной образовательной программе используются следующие сокращения:

- ДОП – дополнительная образовательная программа;
- ДПО – дополнительное профессиональное образование;
- КС – квалификационный справочник;
- КУГ – календарный учебный график;
- ЛНА – локальный нормативный акт;
- ОКВЭД – общий классификатор видов экономической деятельности;
- ОТФ – обобщенная трудовая функция;
- ОМ – оценочные материалы;

ПК – профессиональные компетенции;  
ПС – профессиональный стандарт;  
ППК – программа повышения квалификации;  
СР – самостоятельная работа;  
ТД- трудовые действия  
ТФ – трудовая функция  
УП – учебный план;  
ФГОС – федеральный государственный образовательный стандарт;

#### **1.4 Область применения программы**

Настоящая программа предназначена для повышения квалификации лиц, имеющих и/или получающих среднее профессиональное и/или высшее образование, работающих в сферах гидрологии, управления водными ресурсами и инженерно-гидрометеорологических изысканий.

#### **1.5 Требования к уровню подготовки обучающихся, необходимому для освоения программы дополнительного профессионального образования – программы повышения квалификации:**

- 1) лица, имеющие высшее образование;
- 2) лица, получающие высшее образование

#### **1.6 Цель и планируемые результаты освоения программы**

**1.7 Цель** - формирование и совершенствование компетенций в вопросах прогнозирования и моделирования гидрологических процессов, необходимых для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации гидролога, специалиста в области инженерно-гидрометеорологических изысканий и управления водными ресурсами.

Задачи:

- 1 ознакомиться с основными методами физического и математического моделирования при составлении количественных прогнозов гидрологических процессов явлений;
- 2 применять знания о программных и технических средствах при прогнозировании и моделировании гидрологических процессов и явлений;
- 3 понимать значимость использования технологии информационного моделирования гидрологических процессов и явлений при решении специализированных научных и прикладных задач.

Программа повышения квалификации направлена на формирование (совершенствование) следующих профессиональных компетенций:

ПК-1. Способен выполнять текущую обработку материалов изысканий и подготовку качественного прогноза изменений инженерно-гидрометеорологических условий.

ПК-2. Способен применять знания о подготовке количественного

прогноза изменений гидрометеорологических условий и рекомендаций для принятия проектно-планировочных решений, в том числе решений по инженерной защите территории от опасных процессов.

Вид профессиональной деятельности	ОТФ	ТФ	ПК	Планируемый результат обучения
<u>Профессиональный стандарт Специалист в области инженерно-гидрометеорологических изысканий для градостроительной деятельности</u>				
10.030 Инженерно-гидрометеорологические изыскания в градостроительной деятельности	А. Выполнение инженерно-гидрометеорологических изысканий для подготовки документации по планировке территории, проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства	Выполнение полевых гидрометеорологических работ, наблюдений и исследований А/03.6	ПК-1. Способен выполнять текущую обработку материалов изысканий и подготовку качественного прогноза изменений инженерно-гидрометеорологических условий	<p><i>Знает:</i></p> <p>Методы работы в специализированных программах для проведения камеральной обработки полевых материалов инженерно-гидрометеорологических изысканий;</p> <p>Порядок и методы составления качественного прогноза изменений гидрометеорологических условий исследуемой территории</p>
		Камеральная обработка материалов инженерно-гидрометеорологических изысканий и составление технического отчета А/04.6	ПК-2. Способен применять знания о подготовке качественного прогноза изменений гидрометеорологических условий и рекомендаций для принятия проектно-планировочных решений, в том числе решений по инженерной защите территории от опасных процессов	<p><i>Знает:</i></p> <p>Методы физического и числового (математического) моделирования при составлении количественного прогноза изменений инженерно-гидрометеорологических условий исследуемой территории</p> <p><i>Умеет:</i></p> <p>Прогнозировать изменения гидрометеорологических условий в результате строительства объектов и определять перечень рекомендаций для принятия решений по инженерной защите территории и объектов от опасных процессов;</p> <p>Выбирать методы прогнозной оценки изменений гидрометеорологических</p>

				<p>условий территории в соответствии с задачами изысканий, сложностью гидрометеорологических условий и уровнем ответственности зданий и сооружений</p> <p><i>Владеет:</i></p> <p>представлениями об использовании технологии информационного моделирования при решении специализированных задач на различных этапах выполнения инженерных изысканий</p>
--	--	--	--	---

### 1.8 Документ об обучении (образовании)

Лицам, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются удостоверения о повышении квалификации.

При освоении дополнительной профессиональной программы параллельно с получением высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации.

## II. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1 Учебный план.

**УЧЕБНЫЙ ПЛАН**  
программы

повышения квалификации

**Современные тенденции в прогнозировании и моделировании гидрологических процессов и явлений**  
(наименование программы)

Наименование разделов (модулей), тем	Общая трудоемкость (час)	По учебному плану с использованием дистанцион- ных технологий*						Самостоятельная работа	Формируемые компетен- ции	Форма аттестации	
		Аудиторные занятия (час)		Дистанционные занятия (час)		Всего	Из них				
		Всего	Из них		Лекции						Практ
			Лекции	Практ							
1	14	4	2	2	8	4	4	2	ПК-1; ПК-2		
2	20	4	2	2	8	4	4	8	ПК-1; ПК-2		
3	34	4	2	2	20	10	10	10	ПК-1; ПК-2		
Итого:	72	16	6	10	36	18	18	20	ПК-1; ПК-2		
				4				-	Тестирова- ние		

Для всех видов аудиторных занятий академический час устанавливается продолжительностью 45 минут.

## 2.2 Календарный учебный график

Программа может быть реализована по заказчиком в срок не менее чем 2 недели (по 8 часов занятий) и до полугода (по 2 часа в неделю). Примерный календарный график представлен ниже.

№	Наименование компонента программы (модуль (раздел))	Контактные занятия (аудиторные занятия/он-лайн занятия)											Самостоятельная работа				
		1 день	2 день	3 день	4 день	5 день	6 день	7 день	8 день	9 день	12 день	5 день	7 день	9 день	11 день		
1	Раздел 1. Базовые понятия.	1/0	0/2	1/2	0/2	0/0	1/1	0/0	0/1	1/0				1	1	0	
2	Раздел 2. Применение ГИС-технологий в гидрологическом моделировании и прогнозировании.	1/1	0/0	1/1	0/2	0/1	1/1	0/1	1/1	0/0				2	2	2	
3	Раздел 3. Применение результатов гидрологического прогнозирования и моделирования для решения научных и прикладных задач.	1/3	0/4	1/1	0/2	0/1	1/4	0/1	0/4	1/0				2	2	4	
<b>п</b>	<b>Итоговая аттестация</b>											4					
	<b>ИТОГО:</b>	3/4	0/6	3/4	0/6	0/2	1/6	0/2	1/6	2/0			4	5	5	6	

## 2.3 Содержание учебных модулей (разделов)

**Раздел 1. Базовые понятия.** Введение и терминология. Физические основы прогнозирования и моделирования гидрологических процессов и явлений. Факторы формирования стока. Особо опасные гидрологические явления и факторы, обуславливающие их возникновение. Основные группы гидрологических моделей: модели движения водных масс в речных руслах (гидродинамические и упрощенные) и модели формирования стока на водосборе (модели типа «черного ящика», концептуальные модели формирования стока, физико-математические модели с распределёнными параметрами, динамико-стохастические модели формирования стока). Протоколы моделирования. Оценка достоверности результатов прогнозирования и моделирования гидрологических характеристик.

**Раздел 2. Применение ГИС-технологий в гидрологическом моделировании и прогнозировании.** Программные продукты для гидрологического моделирования и прогнозирования. Входные данные моделей. Предварительная обработка данных. Подготовка цифровых моделей рельефа для гидрологического моделирования. Определение границ водосборов. Схематизация водосборов. Настройка моделей. Настройка начальных и граничных условий. Выходные данные моделей. Возможности визуализации результатов моделирования с помощью ГИС-технологий.

**Раздел 3. Применение результатов гидрологического прогнозирования и моделирования для решения научных и прикладных задач.** ГИС-технологии в системах оперативного прогноза половодий, паводков, наводнений и оповещения в режиме реального времени. Моделирование засух. Моделирование зон затопления. Моделирование процесса снеготаяния. Моделирование и прогнозирование приточности и уровней в озерах и водохранилищах. Гидрологическое моделирование как инструмент интегрированного управления водными ресурсами и водными рисками.

### **III. ОРГАНИЗАЦИОННО - ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОГРАММЫ**

#### **3.1 Материально-технические условия реализации программы**

Занятия проходят в аудитории на 30 посадочных мест с учебной мебелью, мультимедийным оборудованием и доступом в Интернет. Дистанционные занятия в общедоступных программах и ВКС.

#### **3.2 Учебно-методическое и информационное обеспечение программы**

Лекции в форме презентаций, устных докладов.

ВМО. Технический регламент. Гидрология. – Всемирная Метеорологическая Организация. 2006. – Том III. № 49.

Волчек А.А. Математические модели в природопользовании / А.А. Волчек, П.В. Шведовский, Л.В. Образцов. – Минск, БГУ, 2002.

Корень В.И. Математические модели в прогнозах речного стока / В.И. Корень. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. – 198 с.

Леонов Е.А. Космос и сверхдолгосрочный гидрологический прогноз / Е.А. Леонов. – СПб., Алетея, 2010. – 352с.

Пьянков С.В. Опасные гидрометеорологические явления: режим, мониторинг, прогноз / С.В. Пьянков, А.Н. Шихов. – Пермь. ООО «Раритет-Пермь», 2014. – 296 с.

Христофоров А.В. Эколого-экономические основы водопользования. – Москва: Издательство МГУ, 2010. – 160 с.

Широкова С.Л. Основы построение ГИС управления природопользованием / С.Л. Широкова. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2003. – 188 с.

Методический кабинет, труды Гидрометцентра. – URL: <http://method.meteorf.ru/publ/tr/tr.html>

Пьянков С.В. Геоинформационное обеспечение моделирования гидрологических процессов и явлений: монография / С.В. Пьянков, А.Н. Шихов. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2017. – 148 с. – URL: [http://gis.psu.ru/wp-content/uploads/2018/01/Pyankov\\_Shikhov\\_print\\_compressed.pdf](http://gis.psu.ru/wp-content/uploads/2018/01/Pyankov_Shikhov_print_compressed.pdf)

ФГБОУ ДПО ИПК. – URL: <http://ipk.meteorf.ru/2008-12-19-12-41-25?id=289>

#### **3.3 Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Реализация дополнительной образовательной программы обеспечивается научно-педагогическими работниками соответствует требованиям ЕКС, утвержденным Приказом Минздравсоцразвития России от 11.01.2011 N 1н.

Раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования» (с изменениями на 10 марта 2023 года).

#### **3.4 Финансовые условия реализации ДОП**

Обучение осуществляется на основе договора об образовании, заключаемого со слушателем курса, или лицом, оплачивающим курс обучения за слушателя.

### **IV КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

## 4.1 Формы аттестации

Реализация программы повышения квалификации предусматривает следующие формы аттестации: итоговая аттестация.

Текущий контроль не предусмотрен.

Освоение программы повышения квалификации завершается итоговой аттестацией обучающихся в форме тестирования по трём разделам программы, состоящем из 20 тестовых заданий открытого типа (без вариантов ответа) и закрытого типа (с вариантами ответов, с выбором одного или нескольких вариантов ответов), каждый правильный ответ в тестовом задании оценивается в 5 баллов. Максимальное количество баллов за тест составляет 100 баллов.

Программа считается усвоенной, если слушатель набрал за тестирование не менее 65 баллов из 100 баллов.

## 4.2 Оценка качества освоения программы

Результат освоения программы (сформированные компетенции)	Основные показатели оценки результата	Форма контроля
ПК-1. Способен выполнять текущую обработку материалов изысканий и подготовку качественного прогноза изменений инженерно-гидрометеорологических условий	Знает методы работы в специализированных программных продуктах для проведения камеральной обработки полевых материалов инженерно-гидрометеорологических изысканий;  Понимает порядок и методы составления качественного прогноза изменений гидрометеорологических условий исследуемой территории	Тестирование
ПК-2. Способен применять знания о подготовке количественного прогноза изменений гидрометеорологических условий и рекомендаций для принятия проектно-планировочных решений, в том числе решений по инженерной защите территории от опасных процессов	Ориентируется в особенностях методов физического и числового (математического) моделирования при составлении количественного прогноза изменений инженерно-гидрометеорологических условий исследуемой территории. Ориентируется в прогнозировании изменения гидрометеорологических условий в результате строительства объектов и определять перечень рекомендаций для принятия решений по инженерной защите территории и объектов от опасных процессов; Имеет представления о выборе методов прогнозной оценки изменений гидрометеорологических условий территории в соответствии с задачами изысканий, сложностью гидрометеорологических условий и уровнем ответственности зданий и сооружений  Понимает вопросы, связанные с использованием технологии информационного моделирования при решении специализированных задач на различных этапах выполнения инженерных изысканий	Тестирование

## 4.3. Оценочные материалы

Итоговая аттестация проводится в форме тестирования. Тест состоит из 20 вопросов с тестовыми заданиями открытого типа и закрытого типа (с выбором одного или нескольких вариантов правильного ответа). Каждый правильный ответ в тестовом задании оценивается - 5 баллов. Максимальное количество баллов за тест составляет 100 баллов.

Пример теста:

**Прочитайте вопрос и запишите (впишите) правильный ответ**

- 1) Что называют научно-обоснованные методы и способы предсказания с различной заблаговременностью и степенью точности элемента гидрологического режима или явления, основанным на знании закономерностей развития гидрометеорологических процессов, определяющих это явление в конкретных условиях данной реки, озера или водохранилища?

\_\_\_\_\_ (Ответ: **Гидрологический прогноз**)

- 2) Модели \_\_\_\_\_ ящика, также известные как физически обоснованные модели или детерминированные модели, основаны на детальном понимании физических процессов, которые управляют движением воды в гидрологическом цикле. Эти модели используют математические уравнения для описания физических процессов, таких как движение воды через почву, и требуют входных данных, таких как топография, свойства почвы и климатические переменные. (Ответ: **белого**)

**Прочитайте задание и выберите несколько вариантов правильных ответов**

- 3) Какие, из приведенных ниже уравнений, используются при моделировании неустановившегося течения жидкости в системах речных русел?

- a) **Уравнения Сен-Венана**
- b) Уравнение Клапейрона
- c) **Уравнения диффузионной волны**
- d) Уравнение Стефана-Больцмана

- 4) Выберите из списка программные комплексы на основе гидродинамических моделей движения воды в **русловой сети**, которые позволяют решать широкий круг задач, включая моделирование затопления территорий, распространения примесей и оценку качества воды. (*выберите один или несколько правильных ответов*)

- a) **MIKE11**
- b) **HEC-RAS**
- c) MODFLOW
- d) **Stream 2D/3D**

- 5) На основе цифровой модели рельефа средствами ГИС можно (*выберите один или несколько правильных ответов*)

- a) **определять направление стока,**
- b) **выделять водоразделы**
- c) определять тип землепользования
- d) **создавать сети водотоков**
- e) **выполнять расчёт направлений стока**

- 6) Структура современных моделей формирования стока включает основные блоки следующих процессов (*выберите один или несколько правильных ответов*)

- a) динамики приливов и формирования ветрового волнения
- b) **поступления осадков на поверхность водосбора, их перехвата растительным покровом и испарения**
- c) **формирования и таяния снежного покрова**
- d) **динамики тепла и влаги в почвенной колонке**
- e) **поверхностного задержания воды и ее стекания по поверхности склонов и внутри почвенных горизонтов**
- f) **движения воды в русловой сети.**

- 7) Источники неопределенности моделирования формирования поверхностного стока в современных моделях (*выберите один или несколько правильных ответов*)

- a) **Неопределенности, связанные с непониманием физических основ процесса**

- формирования стока
- b) **Неопределенности, связанные с математическим описанием процесса формирования стока**
  - c) **Неопределенности, связанные с оценкой пространственного распределения метеоэлементов на водосборах**
  - d) **Неопределенности, связанные с оценкой параметров моделей на основе характеристик подстилающей поверхности**

8) Выберите из списка программные комплексы для моделирования формирования поверхностного стока (*выберите один или несколько правильных ответов*)

- a) **HEC-HMS**
- b) **MIKE SHE**
- c) **SWAT**
- d) **FVCOM**

*Прочитайте внимательно задания и выберите один правильный вариант ответа*

9) Прогноз наличия/отсутствия некоторого события, как правило экстремального или опасного: превышения критического уровня воды, прохождения быстроразвивающегося паводка, селя, лавины. Поскольку прогнозируется наступление события или его отсутствие (бинарный выбор), такие прогнозы также называются бинарными.

- a) **Прогноз качественный**
- b) Прогноз агрегированный
- c) Прогноз непрерывный

10) Гидрологическая коррекция цифровой модели рельефа перед началом гидрологического моделирования состоит в (*выберите один правильный ответ*)

- a) выравнивании уклона
- b) **удалении замкнутых локальных понижений**
- c) определении экспозиции
- d) определении «0»-графика

11) При каком моделировании учитываются вероятностные процессы и события (*выберите один правильный ответ*)

- a) функциональном
- b) детерминированном
- c) **стохастическом**

12) Модели данного типа построены методом идентификации, т.е. на основании наблюдений на входе и выходе. Априорная информация о структуре и параметрах гидрологической системы в модели практически не используется, а параметры модели стока определяются методом оптимизации применительно к каждому речному бассейну (*выберите один правильный ответ*)

- a) **модели типа «черного ящика»,**
- b) концептуальные модели формирования стока,
- c) физико-математические модели с распределёнными параметрами,
- d) динамико-стохастические модели формирования стока

13) Какой метод моделирует направление стока из каждой ячейки до соседней ячейки, расположенной вниз по склону с максимальным уклоном? (*выберите один правильный ответ*)

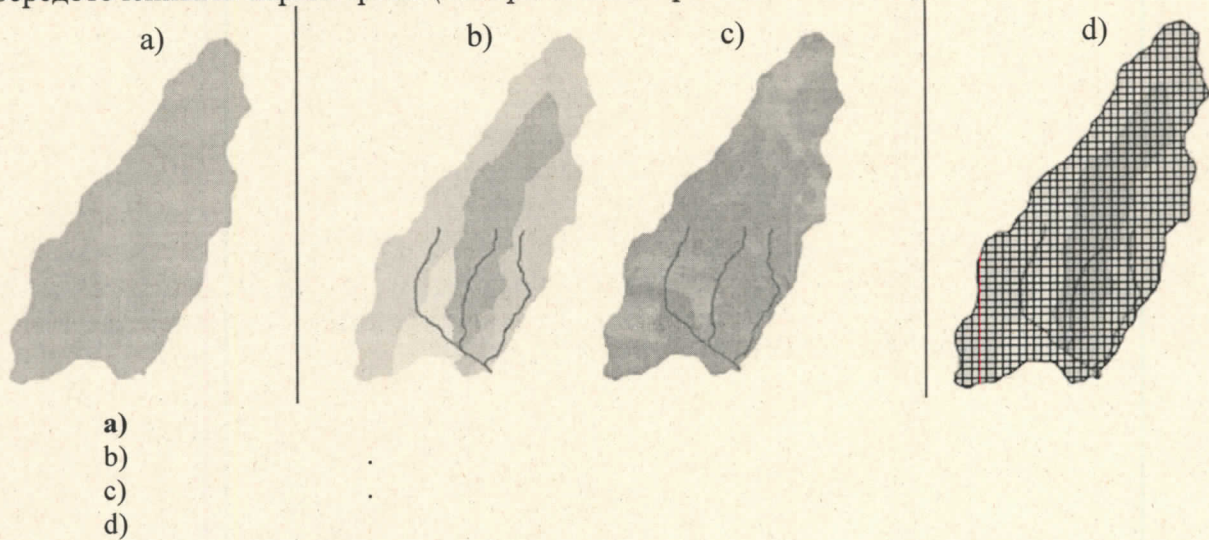
- a) **D8 (восемь направлений)**
- b) Множественное направление потока (MFD)
- c) D-бесконечность (DIFN)

14) Цифровые модели рельефа являются неотъемлемой составляющей для

гидрологического моделирования в ГИС. Назовите первую глобальную цифровую модель рельефа, где удалены лесные массивы и здания. (выберите один правильный ответ)

- a) SRTM,
- b) ALOS World 3D,
- c) **FABDEM**
- d) Copernicus Global DSM.

15) Укажите, какая из приведенных ниже схем соответствует гидрологической модели с сосредоточенными параметрами (выберите один правильный ответ)



- a)
- b)
- c)
- d)

16) Линии водоразделов визуализируются с помощью ячеек, в которых суммарный сток принимает значение (выберите один правильный ответ)

- a) 0,
- b) 1,
- c) 100,
- d) 255

17) Что представляет собой растр аккумуляции тока? (выберите один правильный ответ)

- a) показывает в каждой ячейке направление максимального уклона
- b) **в каждой ячейке хранит количество ячеек, дренируемых выше по склону**
- c) показывает отметку рельефа в каждой ячейке
- d) показывает экспозицию склонов в каждой ячейке

18) Зона затопления расчетной обеспеченности 1 % (продолжите предложение и выберите один правильный ответ)

- a) соответствует зоне затопления при наводнениях редкой повторяемости, а именно 1 раз в 10 лет
- b) **соответствует зоне затопления при наводнениях редкой повторяемости, а именно 1 раз в 100 лет**
- c) соответствует границам зон затопления при наводнениях редкой повторяемости, а именно 1 раз в 1000 лет
- d) соответствует зоне затопления при наводнениях редкой повторяемости, а именно 1 раз в 10000 лет

19) В какой, из представленных ниже ГИС, нет собственных инструментов гидрологического моделирования на основе ЦМР? (выберите один правильный ответ)

- a) GRASS



**ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ОБНОВЛЕНИЯ (изменения) ПРОГРАММЫ**

Реквизиты ЛНА, зарегистрировавшего изменения	№ модуля (раздела), пункта, подпункта			Дата внесения изменений	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменения
	Измененного	Нового	Итого			
№ _____ от _____						