

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор  
Института водных проблем РАН

\_\_\_\_\_ А.Н. Гельфан  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

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

**дисциплины**

***«Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных  
пространственно-временных масштабах»***

Направление: 05.06.01 Науки о Земле  
Направленность (профиль): Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия  
Курс 2, семестр 4  
Форма обучения: очная  
Квалификация: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Москва, 20\_\_ г.

Составитель ФОС: Мотовилов Ю.Г., д.г.н., доцент  
(ФИО, степень, звание, должность)

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

ФОС рассмотрен на заседании кафедры Водных ресурсов

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 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. Варганян  
(подпись)

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

## Рецензия

на фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине  
«Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных  
пространственно-временных масштабах»

ФОС по дисциплине «Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственно-временных масштабах» предназначен для проверки соответствия полученных знаний требованиям, изложенным в образовательной и рабочей программах подготовки аспирантов. Особое внимание уделено проверке знаний теоретических и практических основ применения методов математического моделирования гидрологических процессов на речных водосборах на примере информационно-моделирующего комплекса (ИМК) ЕСОМАГ. В рамках профиля подготовки в ФОС предусмотрена проверка знаний о структуре ИМК ЕСОМАГ, основных описываемых процессах и используемых уравнениях, возможностях применения ИМК ЕСОМАГ для решения задач прикладной гидрологии. 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 «Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственно-временных масштабах».

Фролова Наталья Леонидовна, д.г.н., профессор  
Заведующая кафедрой гидрологии суши Московского государственного  
университета имени М.В. Ломоносова

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цели и задачи фонда оценочных средств.....	5
2. Нормативные документы.....	5
3. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций.....	6
4. Показатели и критерии оценивания компетенций.....	8
5. Фонд оценочных средств.....	11
5.1. Фонд оценочных средств для текущего и промежуточного контроля.....	13
5.1.1. Темы для опроса .....	13
5.1.2 Тесты.....	15
5.1.2. Вопросы к зачету (промежуточный контроль).....	18
5.1.3. Комплект билетов к зачету .....	19
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	20

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

**Целью** создания ФОС дисциплины «Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственно-временных масштабах» является установление соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательной программы и рабочей программы дисциплины.

ФОС по дисциплине решает **задачи**:

- контроль и управление процессом приобретения аспирантами необходимых знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенции, определённых в ФГОС ВО по направлению подготовки;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности

**Назначение** фонда оценочных средств: ФОС используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью аспирантов. Также ФОС предназначен для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения дисциплины 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 «Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственно-временных масштабах».

### 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	Текущий	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	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	Текущий	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Тестирование
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
ОПК-1 - способность самостоятельно	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Опрос

осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
ПК-1 – владеть методологическими основами и подходами к решению теоретических проблем гидрологии и гидрохимии	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Опрос
	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	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет

ПК-3 – владеть методами математического моделирования гидрологических процессов с использованием ИМК ЕСОМАГ	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Зачет
ПК-5 – творчески использовать знания теории и практики гидрологических прогнозов и расчетов в научной и производственной деятельности	Теоретический (информационный)	Проблемная лекция, лекция-визуализация	Текущий	Опрос
	Оценочный	Аттестация	Промежуточный	Опрос
	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 владеет основными представлениями о закономерностях формирования стока в речных бассейнах, типизации гидрологических моделей, базовых функциях ГИС-технологий для гидрографического моделирования речных бассейнов. Аспирант способен самостоятельно и в группе работать над решением научных и педагогических проблем среднего уровня сложности.	60-72 баллов (удовлетворительно)
Продвинутый уровень	В дополнение к компетенциям порогового уровня аспирант способен применить полученные навыки, знания и умения для моделирования формирования стока в речных бассейнах с использованием ИМК ЕСОМАГ, владеет методами пространственно-временного анализа полей характеристик гидрологического цикла суши для крупных речных бассейнов, умеет самостоятельно применять критерии соответствия модельных и фактических гидрометеорологических характеристик, определять минимальные и максимальные размеры расчетных сеток. Аспирант способен самостоятельно выбрать и реализовать процедуры калибровки и проверки моделей отдельных процессов по данным наблюдений, проанализировать полученные результаты.	73-86 баллов (хорошо)
Высокий уровень	В дополнение к компетенциям продвинутого уровня обучаемый способен самостоятельно применить ИМК ЕСОМАГ для решения прикладных гидрологических задач (на тестовых примерах), в т.ч. показать возможности комплекса для Краткосрочных и долгосрочных прогнозов стока. Аспирант может, в соответствии с поставленными задачами предложить методы задания параметров, калибровки моделей, анализировать гидрологические данные.	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>- современные тенденции в российских и зарубежных исследованиях в области теоретического и натурного исследования генезиса речного стока;</li> <li>- принципиально важные результаты в области физико-математического моделирования процессов гидрологического цикла суши.</li> </ul> <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>- (на качественном уровне) методами физико-математического моделирования процессов гидрологического цикла суши;</li> <li>- методами анализа данных;</li> <li>- инструментами открытого обсуждения результатов исследований.</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла): 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): Аспирант на высоком уровне использует аппарат критики полученных знаний и данных. Способен генерировать новые идеи в междисциплинарных областях.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов): На продвинутом и современном уровне аспирант сам ставит перед собой новые задачи, намечает пути их решения, за основу используя парадигму открытого научного процесса.</p>
УК3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные тенденции в российских и зарубежных исследованиях в области теоретического и натурного исследования генезиса речного стока;</li> <li>- принципиально важные результаты в области физико-математического моделирования процессов гидрологического цикла суши.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ставить научные задачи и формировать подходы к их решению.</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла): 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): Аспирант на высоком уровне использует аппарат критики полученных знаний и данных. Способен генерировать новые идеи в междисциплинарных областях.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов): На продвинутом и современном уровне аспирант сам ставит перед собой новые задачи, намечает пути их</p>

Индекс компетенции	Перечень компонентов	Ступени уровней освоения компетенции (100 бальная шкала)
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (на качественном уровне) методами физико-математического моделирования процессов гидрологического цикла суши;</li> <li>- методами анализа данных;</li> <li>- инструментами открытого обсуждения результатов исследований.</li> </ul>	<p>решения, за основу используя парадигму открытого научного процесса.</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 анализа для организации самостоятельного исследования.</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла): Аспирант способен вести самостоятельную работу в рамках узкой специализации.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов): Аспирант обладает навыками ведения самостоятельных широких, комплексных исследований.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов): Аспирант планирует самостоятельные исследования на высоком уровне организации процесса, способен самостоятельно анализировать преимущества и недостатки физико-математических моделей гидрологического цикла.</p>
ПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы математических моделей, применяемых при моделировании речного стока.</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 исследования генезиса речного стока.</li> </ul>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла): Аспирант способен вести самостоятельную работу в рамках узкой специализации.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов): Аспирант обладает навыками ведения самостоятельных широких, комплексных исследований.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов): Аспирант планирует самостоятельные исследования на высоком уровне организации процесса, способен самостоятельно анализировать преимущества и недостатки физико-математических моделей гидрологического цикла.</p>
ПК-2	<p>Анализировать, обобщать и систематизировать с применением современных компьютерных технологий результаты научно-</p>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла): Аспирант способен вести самостоятельную работу в рамках узкой специализации.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов):</p>

Индекс компетенции	Перечень компонентов	Ступени уровней освоения компетенции (100 балльная шкала)
	исследовательских работ по моделированию речного стока	<p>Аспирант обладает навыками ведения самостоятельных широких, комплексных исследований.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов): Аспирант планирует самостоятельные исследования на высоком уровне организации процесса, способен самостоятельно анализировать преимущества и недостатки физико-математических моделей гидрологического цикла.</p>
ПК-3	<p>Знать: Основные процессы, связанные с формированием дождевого и талого стока. Формы горизонтального стекания воды в речном бассейне различия в механизмах стекания</p> <p>Владеть: - современными представлениями о методах физико-математического описания движения воды по поверхности водосбора и в речной системе, движения почвенной влаги и эвапотранспирации, формирование снежного покрова и снеготаяния и других процессов, составляющих содержание разделов дисциплины</p>	<p>- Удовлетворительно (60-72 балла): Аспирант владеет основными представлениями о генезисе речного стока в разных физико-географических условиях, имеет представление наиболее распространенных моделях формирования речного стока, о математических методах описания гидрологических процессов.</p> <p>- Хорошо (73-86 баллов): Аспирант может самостоятельно анализировать и сравнивать особенности моделей гидрологических процессов, способен самостоятельно разобраться (на качественном уровне) в применяемых алгоритмах численного решения уравнений математической физики.</p> <p>- Отлично (87-100 баллов): Аспирант может самостоятельно анализировать возможности использования моделей стока для оценок возможных оценок масштабов катастрофических наводнений, для гидрологических прогнозов, оценок антропогенных и природных изменений гидрологических систем.</p>
ПК-5	Творчески использовать знания теории и практики гидрологических прогнозов и расчетов в научной и производственной деятельности.	<p>Удовлетворительно (60-72 балла): 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>

Индекс компетенции	Перечень компонентов	Ступени уровней освоения компетенции (100 балльная шкала)
		<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):  На продвинутом и современном уровне аспирант сам ставит перед собой новые задачи, намечает пути их решения, за основу используя парадигму открытого научного процесса.</p>

## 5. Фонд оценочных средств

### 5.1. Фонд оценочных средств для текущего и промежуточного контроля

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

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.

#### 5.1.1. Темы для опроса

По разделу № 1:

«Закономерности формирования стока в речных бассейнах»

1. Структура и взаимодействие процессов гидрологического цикла речных бассейнов, включая впитывание воды в талую и мерзлую почву, просачивание впитавшейся влаги к уровню грунтовых вод, испарение, формирование поверхностного, внутрипочвенного, грунтового и руслового стока.

По разделу № 2:

«Типы и структура гидрологических моделей для описания процессов гидрологического цикла в речных бассейнах в различных пространственно-временных масштабах»

1. Типизация гидрологических моделей (модели черного ящика, концептуальные, физико-математические, динамико-стохастические).
2. Структура гидрологических моделей в различных пространственно-временных масштабах.
3. Методики и алгоритмы генерализации уравнений и параметров влагообмена в физически обоснованных моделях формирования стока при изменении масштабов моделирования

По разделу № 3:

«Гидрографическое моделирование речных бассейнов в различных пространственных масштабах с использованием ГИС-технологий»

1. Базовые функции ГИС-технологий для гидрографического моделирования речных бассейнов.
2. Методика схематизации водосборной площади и русловой сети. Структура речных систем по Хортону, Шриву и российская система.
3. Элементарные водосборы. Эволюция и самоорганизация речных бассейнов.

По разделу №4

«Моделирование формирования стока в речных бассейнах с использованием компьютерной технологии ECOMAG»

1. Структура информационно-аналитического комплекса ECOMAG (ядро программы, информационное обеспечение, базы данных, специализированная ГИС-технология, дружественный интерфейс).
2. Методика проведения диагностических и сценарных расчетов стока.

По разделу №5

«Методические подходы к пространственно-временному анализу полей характеристик гидрологического цикла суши для крупных речных бассейнов»

1. Методы пространственно-временного анализа полей характеристик гидрологического цикла суши для крупных речных бассейнов.
2. Критерии соответствия модельных и фактических полей гидрометеорологических характеристик.
3. Определение минимальных и максимальных размеров расчетных сеток пространственно-распределенных гидрологических моделей.

По разделу №6

«Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии»

1. Неопределенности в оценках влияния климатических изменений на сток.
2. Оценки противопаводкового эффекта действующих и планируемых водохранилищ.
3. Краткосрочные и долгосрочные прогнозы стока.
4. Оперативное гидрологическое обеспечение при регулировании каскадов водохранилищ.

### 5.1.2 Тесты (верные ответы выделены)

По разделу 3 «Гидрографическое моделирование речных бассейнов в различных пространственных масштабах с использованием ГИС-технологий»

*1. На каких данных основана ГИС-технология для гидрографического моделирования?*

а. На топографических картах

**б. На ЦМР**

в. На спутниковых альтиметрических данных о рельефе

*2. Какой тип схематизации речного водосбора использован в ИМК ЕСОМАГ*

а. Равномерная прямоугольная сетка

б. Конечноэлементная схематизация

**в. Разбиение на элементарные водосборы**

*3. Какая классификация речной сети используется в ИМК ЕСОМАГ*

а. По Хортону

**б. По Шрайберу**

в. По Тарботону

По разделу 4 «Моделирование формирования стока в речных бассейнах с использованием компьютерной технологии ЕСОМАГ»

*1. Какой тип гидрологической модели использован как вычислительное ядро ИМК ЕСОМАГ*

- а. Физико-математическая модель с распределенными параметрами
- б. Физико-математическая модель с полураспределенными параметрами**
- в. Концептуальная модель

2. *Какой тип калибровки модели использован в ИМК ЕСОМАГ*

**а. Ручная калибровка**

- б. Оптимизация
- в. Комбинированный подход (ручная+оптимизация)

3. *Какие метеорологические данные задаются в качестве «входной» информации в ИМК ЕСОМАГ*

**а. Среднесуточные данные о температуре и влажности воздуха, интенсивности осадков**

б. Среднемесячные данные о температуре и влажности воздуха, интенсивности осадков

в. Среднесуточные данные о температуре и влажности воздуха, интенсивности осадков и скорости ветра

4. *Какой метод интерполяции пространственных переменных использован в ИМК ЕСОМАГ:*

- а) крайгинг
- б) метод Тиссена
- в) ID-метод**

5. *Эффективные параметры модели – это*

- а) параметры, при которых получается наиболее точный результат расчета при калибровке модели
- б) параметры, при которых получается наиболее точный результат расчета при проверке модели
- в) параметры усредненных по площади уравнений**

По разделу 5 «Методические подходы к пространственно-временному анализу полей характеристик гидрологического цикла суши для крупных речных бассейнов»

1. *К какому негативному эффекту приводит использование критерия Нэша-Сатклиффа в качестве целевой функции при калибровке модели:*



- а) к завышению систематической погрешности расчета
- б) к занижению дисперсии рассчитанных значений моделируемой переменной по сравнению с дисперсией ее фактических значений**
- в) к занижению коэффициента корреляции между рассчитанной и фактической переменными

2. Проблема эквивалентности связана с недостаточностью исходной информации для:

- а) описания подсеточных эффектов
- б) проверки модели**
- в) задания входных данных

3. Назовите процедуру тестирования гидрологической модели из иерархического комплекса тестов, предложенного В. Клемешем, которая может быть использована для оценки работоспособности модели в условиях изменения климата

- а) split-sample test
- б) proxy-basin test
- в) differential split-sample test**
- г) proxy-basin differential split-sample test

4. При калибровке пространственно распределенных параметров модели ЕСОМАГ :

- а) однотипные параметры для разных типов подстилающей поверхности калибруются независимо,
- б) однотипные параметры для разных типов подстилающей поверхности калибруются с сохранением априори задаваемых относительных соотношений между параметрами**

По разделу 6 «Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии»

1. Для построения ансамблевого долгосрочного прогноза водного режима рек используется ансамбль:

- а) сценариев погоды, наблюдавшихся за период заблаговременности прогноза**
- б) начальных данных дату выпуска прогноза
- в) метеорологических прогнозов

2. Для построения ансамблевого краткосрочного прогноза водного режима рек используется ансамбль:

- а) сценариев погоды, наблюдавшихся за период заблаговременности прогноза
- б) начальных данных дату выпуска прогноза
- в) метеорологических прогнозов**

*3. Каков основной источник неопределенности оценок гидрологических последствий изменений климата в 21 веке:*

- а) гидрологические модели
- б) климатические модели**
- в) неопределенность сценариев глобального развития

### **5.1.3. Вопросы к зачету**

Перечень вопросов к зачету:

1. Структура и взаимодействие процессов гидрологического цикла речных бассейнов, включая впитывание воды в талую и мерзлую почву, просачивание впитавшейся влаги к уровню грунтовых вод, испарение, формирование поверхностного, внутрипочвенного, грунтового и руслового стока.
2. Типизация гидрологических моделей (модели черного ящика, концептуальные, физико-математические, динамико-стохастические).
3. Структура гидрологических моделей в различных пространственно-временных масштабах.
4. Методики и алгоритмы генерализации уравнений и параметров влагообмена в физически обоснованных моделях формирования стока при изменении масштабов моделирования
5. Базовые функции ГИС-технологий для гидрографического моделирования речных бассейнов.
6. Методика схематизации водосборной площади и русловой сети. Структура речных систем по Хортону, Шриву и российская система.
7. Элементарные водосборы. Эволюция и самоорганизация речных бассейнов.
8. Структура информационно-аналитического комплекса ECOMAG (ядро программы, информационное обеспечение, базы данных, специализированная ГИС-технология, дружественный интерфейс).
9. Методика проведения диагностических и сценарных расчетов стока.
10. Методы пространственно-временного анализа полей характеристик гидрологического цикла суши для крупных речных бассейнов.
11. Критерии соответствия модельных и фактических полей гидрометеорологических характеристик.
12. Определение минимальных и максимальных размеров расчетных сеток пространственно-распределенных гидрологических моделей.

13. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: неопределенности в оценках влияния климатических изменений на сток.

14. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: оценки противонаводкового эффекта действующих и планируемых водохранилищ.

15. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: краткосрочные и долгосрочные прогнозы стока.

16. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: оперативное гидрологическое обеспечение при регулировании каскадов водохранилищ.

#### **5.1.4. Комплект билетов к зачету**

##### **БИЛЕТ №1**

1. Структура и взаимодействие процессов гидрологического цикла речных бассейнов, включая впитывание воды в талую и мерзлую почву, просачивание впитавшейся влаги к уровню грунтовых вод, испарение, формирование поверхностного, внутрипочвенного, грунтового и руслового стока.

2. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: оперативное гидрологическое обеспечение при регулировании каскадов водохранилищ.

##### **БИЛЕТ №2**

1. Типизация гидрологических моделей (модели черного ящика, концептуальные, физико-математические, динамико-стохастические).

2. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: краткосрочные и долгосрочные прогнозы стока.

##### **БИЛЕТ №3**

1. Структура гидрологических моделей в различных пространственно-временных масштабах.

2. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: оценки противонаводкового эффекта действующих и планируемых водохранилищ.

#### БИЛЕТ №4

1. Методики и алгоритмы генерализации уравнений и параметров влагообмена в физически обоснованных моделях формирования стока при изменении масштабов моделирования
2. Использование результатов моделирования гидрологических процессов в задачах прикладной гидрологии: неопределенности в оценках влияния климатических изменений на сток.

#### БИЛЕТ №5

1. Базовые функции ГИС-технологий для гидрографического моделирования речных бассейнов.
2. Определение минимальных и максимальных размеров расчетных сеток пространственно-распределенных гидрологических моделей.

#### БИЛЕТ №6

1. Методика схематизации водосборной площади и русловой сети. Структура речных систем по Хортону, Шриву и российская система.
2. Критерии соответствия модельных и фактических полей гидрометеорологических характеристик.

#### БИЛЕТ №7

1. Элементарные водосборы. Эволюция и самоорганизация речных бассейнов.
2. Методы пространственно-временного анализа полей характеристик гидрологического цикла суши для крупных речных бассейнов.

#### БИЛЕТ №8

1. Структура информационно-аналитического комплекса ECOMAG (ядро программы, информационное обеспечение, базы данных, специализированная ГИС-технология, дружественный интерфейс).
2. Методика проведения диагностических и сценарных расчетов стока.

#### 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	«не зачтено»

Критерии оценки результатов зачета	Шкала оценивания
ответах на один из предложенных в билете вопросов допустил существенные ошибки, либо не ответил, а также не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.	

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература

1. Виноградов Ю.Б. Современные проблемы гидрологии. М., Изд. центр «Академия», 2008, 318 с.
2. Гельфан А.Н. Динамико-стохастическое моделирование формирования талого стока. М., Наука, 2007, 294 с.
3. Гусев Е.М., Насонова О.Н. Моделирование тепло- и влагообмена поверхности суши с атмосферой. М., Наука, 2010, 328 с.
4. Кучмент Л.С. Речной сток (генезис, моделирование, предвычисление). М., ИВП РАН, 2008, 394 с.
5. Мотовилов Ю.Г., Гельфан А.Н. Модели формирования стока в задачах гидрологии речных бассейнов. М., РАН, 2018, 300 с.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Кучмент Л.С., Демидов В.Н., Мотовилов Ю.Г. Формирование речного стока (Физико-математические модели). - М. Наука, 1984. - 216 с.
2. Кучмент Л.С., Мотовилов Ю.Г., Назаров Н.А. Чувствительность гидрологических систем (Влияние антропогенных изменений речных бассейнов и климата на гидрологический цикл). - М. Наука, 1990 - 144 с.
3. Мотовилов Ю.Г. Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственных масштабах: алгоритмы генерализации и осреднения // Водные ресурсы, 2016, 3. - С. 235-244.
4. Мотовилов Ю.Г. Гидрологическое моделирование речных бассейнов в различных пространственных масштабах: результаты испытаний // Водные ресурсы, 2016, 4. - С. 363-372.

### 6.3 Программное обеспечение

Модель ECOMAG (ECOLOGICAL Model for Applied Geophysics), разработанная Ю.Г. Мотовиловым пространственно-распределенная физически обоснованная модель формирования стока в речных бассейнах, зарегистрирована в Роспатенте (Свидетельство о государственной регистрации от 09.01.2013 №2013610703).