

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики**

**Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента  
Российской Федерации Б.Н. Ельцина**

**Факультет архитектуры, дизайна и строительства**

### **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине «**Основы математического моделирования**»

**Уровень высшего образования: БАКАЛАВРИАТ**

**Направление подготовки: 20.03.02 (РФ) / 761000 (КР) «Природообустройство и  
водопользование»**

**Профиль: «Комплексное использование и охрана водных ресурсов»**

**Форма обучения: очная**

**Курс/семестр: 4 курс / 7 семестр**

**Трудоёмкость: 3 ЗЕТ (96 часов)**

**Форма промежуточной аттестации: экзамен**

**Бишкек 2025 г.**


**Фонд оценочных средств рассмотрен и утверждён  
на заседании кафедры Инженерных дисциплин и водных ресурсов**

протокол № 1 от «28» 08. 2025 г.

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент  / Логинов Г.И.

Руководитель образовательной программы

Председатель УМС 

\_ 30.08.2025 г.

Исполнител(и):

к.т.н., доцент



/ Султаналиева Т.С.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования
2. Технологическая карта дисциплины
3. Типовые контрольные задания и иные материалы для оценки планируемых результатов обучения
  - Блок А. Задания репродуктивного уровня («**знать**»)
  - Блок В. Задания реконструктивного уровня («**уметь**»)
  - Блок С. Задания практико-ориентированного уровня («**владеть**»)
  - Блок D. Задания для промежуточной аттестации (**зачет с оценкой**)
4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания
5. Методические указания для обучающихся по выполнению контрольных заданий

## 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды оценочных средств / шифр раздела
<p><b>ПК-1:</b> Участие в выполнении технологических процессов по инженерным изысканиям, проектированию, строительству, эксплуатации и реконструкции объектов природообустройства водопользования и обводнения: мелиоративных и рекультивационных систем, систем сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения, водохозяйственных систем, природоохранных комплексов, систем комплексного обустройства водосборов.</p>	<p><b>Знать:</b>                      -методы создания и обоснования технологических схем водозабора, водораспределения и водоотведения при проектировании, эксплуатации и реконструкции водохозяйственных систем;                      - методы расчета коэффициентов использования водных ресурсов и полезного действия отдельных сооружений и комплексов.</p>	<p>Блок А — тестовые задания, вопросы для фронтального опроса                      Блок Д — теоретические вопросы экзаменационных билетов</p>

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Виды оценочных средств / шифр раздела
ПК-1	<b>Уметь:</b> - обосновывать технологические схемы водоподачи и водопользования; - определять коэффициенты использования водных ресурсов, полезного действия отдельных сооружений и комплексов с применением правил первичного учета воды.	Блок В — практические задачи, расчётно-графические задания (пп. 2.7–2.11, 3.1–3.2 РПД) Блок D — практические задания экзаменационных билетов
ПК-1	<b>Владеть:</b> - методами создания технологических схем водозабора, водораспределения и водоотведения при обосновании рациональных условий эксплуатации различных водохозяйственных систем; - правилами первичного учета воды.	Блок С - кейс-задачи, ситуационные задания Блок D - комплексные задания экзаменационных билетов

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: «Основы математического моделирования.»

Курс/семестр: 4/7

Количество кредитов (ЗЕТ): 3

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Минимум	Максимум	График контроля
Модуль 1. Введение в математическое моделирование. (Раздел 1 РПД)	Текущий контроль	Посещаемость лекций (16 ч) Активность на практических занятиях (4 ч) Выполнение СРС (2 ч)	9	17	1–5 недели

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Минимум	Максимум	График контроля
	Рубежный контроль	Тестирование (15 вопросов по разделу 1.)	4	6	5 неделя
<b>Модуль 2.</b> Математическое моделирование гидрологических процессов. (Раздел 2 РПД)	Текущий контроль	Посещаемость практических занятий (14 ч) Активность, выполнение СРС (4 ч)	9	17	6–10 недели
	Рубежный контроль	Контрольная работа №1: Проработка теоретического материала по теме: «Основные понятия и определения. Линейное программирование. Динамическое программирование. Стохастическое программирование» СРС. Тестирование по разделам 1,2.	4	6	10 неделя
<b>Модуль 3.</b> Коррекционный анализ стохастических моделей. (Раздел 3 РПД)	Текущий контроль	Посещаемость практических занятий (6 ч) Активность, выполнение СРС (5 ч)	10	17	11–16 недели
	Рубежный контроль	Контрольная работа №2: Составлению модели подсчета стока по региональным зависимостям модуля стока от высоты. Тестирование по разделу 3.	4	7	16 неделя
<b>Итого за семестр</b>			<b>40</b>	<b>70</b>	

Название модулей дисциплины (по разделам РПД)	Вид контроля	Форма контроля	Минимум	Максимум	График контроля
Промежуточный контроль (зачет с оценкой)		Письменный ответ по вопросам (3 вопроса).	20	30	16–17 недели
Семестровый рейтинг			60	100	

Примечания:

1. Минимальный порог допуска к экзамену — 60 баллов (п. 3.3 Положения о ФОС КРСУ).
2. За каждое пропущенное без уважительной причины занятие снимается 0,5 балла.
3. За активное участие в обсуждении, предложение оригинальных решений — +0,5 балла за занятие (максимум +3 балла за модуль).
4. Студенты, набравшие менее 60 баллов по текущему и рубежному контролю, направляются на обработку заданий перед допуском к экзамену.

### 3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

#### Блок А. Задания репродуктивного уровня («знать»)

##### А.1. Полный перечень контрольных вопросов

Знать:

1. Основные виды моделирования
2. Основные этапы математического моделирования
3. Методика подсчета снеготаяния
4. Методика подсчета испарения
5. Методика подсчета ледникового таяния
6. Методика подсчета нормы стока по региональным кривым
7. Методика подсчета максимального стока по формуле Шези
8. Восстановление неизвестных значений методом корреляционного анализа
9. Стохастические модели.
10. Корреляционные модели
11. Пространственные математические модели
12. Стохастические модели

Уметь:

1. Применять программы для составления математической модели максимального стока по формуле Шези
2. Применять программы для составления математической модели для восстановления данных
3. Применять программы для составления математической модели для подсчета нормы стока

Владеть:

1. Основные элементы и операторы языка программирования “R”. Простые переменные, массивы, оператор INPUT, оператор PRINT, оператор REM, оператор GOTO, оператор IF, оператор цикла FOR-NEXT, операторы GOSUB и RETURN, оператор CLS, оператор LINE.
2. Созданием цифровых моделей рельефа в ARCMAP
3. Созданием гидрологической модели в ARCMAP

## **А.2. Тестовые задания (выборка)**

**1. Какая из моделей наиболее часто применяется для описания процессов водного баланса?**

- А) Стохастическая модель
- В) Физическая модель
- С) Детерминированная модель
- Д) Вербальная модель

**Правильный ответ: С**

**2. Какой процесс чаще всего описывается дифференциальными уравнениями?**

- А) Классификация водных объектов
- В) Распределение водных ресурсов
- С) Картографирование территории
- Д) Динамика изменения уровня воды во времени

**Правильный ответ: D**

**3. Что является независимой переменной в моделях изменения стока реки?**

- А) Скорость течения
- В) Площадь водосбора
- С) Время
- Д) Расход воды

**Правильный ответ: А**

## **БЛОК В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)**

### **В.1. Расчётно-аналитические задания**

**Задание В.1.1. Построение и расчёт простой математической модели водного баланса водохозяйственного объекта**

**Условие:**

Рассматривается водохозяйственная система, включающая водоём, используемый для орошения и хозяйственно-бытового водоснабжения. Необходимо построить математическую модель водного баланса за расчётный период и определить изменение объёма воды в водоёме.

**Исходные данные:**

- Начальный объём воды в водоёме:  $(V_0 = 2,5 \cdot 10^6) \text{ м}^3$
- Приток воды за период:  $(Q_{\text{пр}} = 420\,000) \text{ м}^3$
- Расход воды на орошение:  $(Q_{\text{ор}} = 310\,000) \text{ м}^3$
- Расход воды на хозяйственно-бытовые нужды:  $(Q_{\text{хб}} = 95\,000) \text{ м}^3$
- Потери на испарение и фильтрацию:  $(Q_{\text{п}} = 60\,000) \text{ м}^3$

**Требуется:**

1. Составить уравнение водного баланса.
2. Определить конечный объём воды в водоёме.
3. Сделать вывод о водообеспеченности системы.

**Методика решения:**

1. Записать уравнение водного баланса:

$$[V_{\text{к}} = V_0 + Q_{\text{пр}} - (Q_{\text{ор}} + Q_{\text{хб}} + Q_{\text{п}})]$$

2. Подставить числовые значения:

$$[V_{\text{к}} = 2,500,000 + 420,000 - (310,000 + 95,000 + 60,000)]$$

$$[V_{\text{к}} = 2,500,000 + 420,000 - 465,000 = 2,455,000 \text{ м}^3]$$

### **Задание В.1.2. Анализ влияния параметров на результат математической модели водопользования**

#### **Условие:**

На основе модели водного баланса оценить влияние увеличения расхода воды на орошение на устойчивость водохозяйственной системы.

#### **Исходные данные:**

Используются данные задания В.1.1, при этом расход воды на орошение увеличивается на 15%.

#### **Требуется:**

1. Пересчитать водный баланс при изменённом расходе на орошение.
2. Определить новый конечный объём воды.
3. Сделать вывод о допустимости увеличения водопотребления.

#### **Методика решения:**

1. Определить новый расход на орошение:

$$[Q_{\text{ор}}^{\text{'}} = 310,000 \cdot 1,15 = 356,500 \text{ м}^3]$$

2. Записать уравнение водного баланса:

$$[V_{\text{к}}^{\text{'}} = V_0 + Q_{\text{пр}} - (Q_{\text{ор}}^{\text{'}} + Q_{\text{хб}} + Q_{\text{п}})]$$

3. Подставить значения:

$$[V_{\text{к}}^{\text{'}} = 2,500,000 + 420,000 - (356,500 + 95,000 + 60,000)]$$

$$[V_{\text{к}}^{\text{'}} = 2,408,500 \text{ м}^3]$$

#### **Вывод:**

Увеличение водопотребления на орошение приводит к дополнительному снижению объёма воды в водоёме, что может вызвать нарушение устойчивости водохозяйственной системы. Для компенсации необходимо внедрение водосберегающих технологий или пересмотр режимов водопользования.

## **БЛОК С. Задания практико-ориентированного уровня («владеть»)**

### **С.1. Кейс-задачи**

#### **Кейс №1. Оценка устойчивости водохозяйственной системы в маловодный период**

##### **Ситуация:**

В бассейне малой реки, используемой для орошения сельскохозяйственных угодий и хозяйственно-бытового водоснабжения населённого пункта, в последние годы наблюдается снижение годового стока. По данным наблюдений ожидается маловодный период продолжительностью 4 месяца. Органы водного хозяйства должны оценить возможность сохранения действующих режимов водопользования.

##### **Задание:**

1. Сформулировать математическую модель водного баланса водохозяйственной системы на маловодный период.
2. Определить основные переменные и параметры модели (приток, водоотбор, потери).
3. Выполнить расчёт прогнозного изменения объёма воды при заданных условиях.
4. Оценить устойчивость системы и предложить управленческие решения по снижению дефицита воды.
5. Сделать вывод о допустимости сохранения существующих объёмов водопотребления.

## **Кейс №2. Выбор оптимального режима распределения водных ресурсов между водопользователями**

### **Ситуация:**

Водохранилище обеспечивает водой три основных водопользователя:

- орошение сельскохозяйственных земель;
- промышленное предприятие;
- коммунальное хозяйство.

В условиях ограниченного притока требуется определить рациональное распределение воды с учётом приоритетов и ограничений.

### **Задание:**

1. Сформулировать оптимизационную математическую модель распределения водных ресурсов.
2. Определить целевую функцию (минимизация дефицита / максимизация полезного водоотбора).
3. Записать систему ограничений модели.
4. Проанализировать возможные сценарии распределения ресурсов.
5. Обосновать выбор оптимального варианта с точки зрения комплексного использования водных ресурсов.

## **Кейс №3. Анализ чувствительности математической модели водопользования**

### **Ситуация:**

При моделировании водного баланса водохозяйственной системы выявлено, что результаты существенно зависят от величины потерь на испарение и фильтрацию, значения которых изменяются в зависимости от климатических условий.

### **Задание:**

1. Выполнить анализ чувствительности математической модели к изменению параметров потерь воды.
2. Оценить влияние увеличения потерь на 10–20% на итоговый водный баланс.
3. Определить наиболее критичные параметры модели.
4. Предложить мероприятия по снижению неопределённости исходных данных.
5. Сделать вывод о надёжности модели при принятии водохозяйственных решений.

## **Кейс №4. Использование математического моделирования для прогнозирования водообеспеченности.**

### **Ситуация:**

Проектная организация разрабатывает схему комплексного использования водных ресурсов на перспективу 10 лет. Необходимо оценить возможные изменения водообеспеченности при росте водопотребления и изменении гидрологических условий.

### **Задание:**

1. Предложить тип математической модели для долгосрочного прогноза водообеспеченности.
2. Определить входные данные и допущения модели.
3. Выполнить качественный анализ прогнозных сценариев.
4. Оценить риски возникновения дефицита водных ресурсов.
5. Подготовить рекомендации для стратегического управления водопользованием.

## **Блок D. Задания для промежуточной аттестации (экзамен)**

### **Структура экзаменационного билета:**

- Вопрос 1 - теоретический (проверка уровня «знать»)
- Вопрос 2 - практический расчёт (проверка уровня «уметь»)
- Вопрос 3 - ситуационная задача/анализ (проверка уровня «владеть»)

Полный комплект из 20 экзаменационных билетов утверждён заведующим кафедрой Инженерных дисциплин и водных ресурсов (протокол № 10 от 22.06.2025) и хранится в архиве кафедры.

#### Пример экзаменационного билета №1.

**Вопрос 1 («знать»):** Этапы математического моделирования: постановка задачи, формализация, решение модели, верификация и интерпретация результатов.

**Вопрос 2 («уметь»):** Уровень воды в водоёме изменяется по закону:

$$[H(t) = H_0 + at - bt^2,]$$

где ( $H_0 = 120$ ) м, ( $a = 0{,}6$ ) м/сут, ( $b = 0{,}02$ ) м/сут<sup>2</sup>.

Определить:

- момент времени достижения максимального уровня воды;
- максимальное значение уровня воды.

**Вопрос 3 («владеть»):** В паводковый период необходимо спрогнозировать изменение уровня воды в водохранилище для предотвращения подтопления прилегающих территорий. Опишите, как на основе предложенной модели можно использовать результаты расчётов для принятия управленческих решений.

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ

### 4.1. Критерии оценивания текущего контроля

Вид деятельности	Критерии оценивания	Максимальный балл
Посещаемость лекций и практических занятий	100% посещаемость — 3 балла; 80–99% — 2 балла; 60–79% — 1 балл; <60% — 0 баллов	3 за модуль
Активность на практических занятиях	Глубокое понимание материала, оригинальные предложения - 2 балла за занятие (макс. 6 за модуль)	6 за модуль
Выполнение домашних заданий и СРС	Полное и качественное выполнение — 2 балла; частичное - 1 балл; не выполнено — 0	2 - 4 за модуль
Тестирование	90–100% правильных ответов - 5 баллов; 70–89% - 4 балла; 50–69% -3 балла; <50% — 0	5 за модуль

### 4.2. Шкала оценивания экзамена

Экзаменационный билет оценивается по следующей шкале:

Критерий оценки	Баллы
Полностью даны ответы на все три вопроса билета и представлены соответствующие схемы, расчёты, обоснования	30 - 21 балл
Полностью даны ответы на вопросы, но схемы/расчёты приведены не полностью или с незначительными ошибками	20 - 11 баллов
Не полностью даны ответы на вопросы (раскрыта только часть содержания), но схемы/расчёты есть	10 - 5 баллов

Критерий оценки	Баллы
Нет полного ответа на вопросы билета, но была попытка ответа (фрагментарные знания)	4 - 1 балл
Отсутствие ответа	0 баллов

#### 4.3. Перевод рейтинговых баллов в традиционную оценку

Суммарный рейтинг (баллы)	Традиционная оценка	Зачтено/Не зачтено
85–100	«отлично» (5)	Зачтено
70–84	«хорошо» (4)	Зачтено
60–69	«удовлетворительно» (3)	Зачтено
менее 60	«неудовлетворительно» (2)	Не зачтено

*Примечание:* Студенты, набравшие менее 60 баллов по итогам семестра (текущий + рубежный контроль), к экзамену **не допускаются** и направляются на отработку заданий. Студенты, допущенные к экзамену, но набравшие по нему менее 23 баллов, получают неудовлетворительную оценку и направляются на пересдачу.

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### 5.1. Рекомендации по подготовке к текущему контролю

#### 1. Подготовка к тестированию:

- Изучите конспекты лекций по соответствующему модулю.
- Проработайте основную литературу (Астахов В.Т. «Математическое моделирование»).
- Обратите особое внимание на термины, классификации, нормативные требования (Государственные стандарты и профильные рекомендации по водному хозяйству — для понимания прикладных требований).
- Для самопроверки используйте 120 контрольных вопросов из п. 5.1 РПД.

#### 2. Выполнение расчётно-графических заданий:

- Внимательно изучите методические указания к заданию.
- Подберите необходимые формулы из рекомендованной литературы (Л1.1, Л1.2).
- Выполните расчёт в черновике, проверьте размерности величин.
- Оформите решение в соответствии с требованиями:
  - титульный лист по форме КРСУ;
  - исходные данные;
  - расчётная схема;
  - последовательность расчёта с пояснениями;
  - выводы и рекомендации.
- Сдайте работу не позднее установленного срока.

### 5.2. Рекомендации по подготовке к зачету с оценкой.

1. Систематизируйте материал по трем разделам дисциплины (согласно структуре РПД).
2. Для каждого раздела подготовьте:
  - Конспект теоретических положений (для ответа на вопрос «знать»).
  - Алгоритмы решения типовых задач (пп. 2.7–2.11, 3.1–3.2 РПД).
  - Схемы принятия решений в аварийных ситуациях (для вопроса «владеть»).
3. Проработайте все 120 вопросов из п. 5.1 РПД.
4. Решите не менее 10 расчётных задач из блока В.
5. Изучите 4 кейс-задач из блока С, подготовьте шаблоны ответов.
6. Повторите нормативные документы.

### **5.3. Порядок отработки пропущенных занятий**

- Пропущенные лекции отрабатываются путём подготовки конспекта по материалам учебника (Л1.2) и сдачи устного опроса преподавателю в течение 14 дней.
- Пропущенные практические занятия отрабатываются выполнением индивидуального задания по соответствующей теме (расчётная задача или анализ конкретной ситуации).
- Пропуск более 30% аудиторных занятий влечёт недопуск к экзамену без дополнительного решения кафедры.

### **Фонд оценочных средств рассмотрен и утверждён**

на заседании кафедры Инженерных дисциплин и водных ресурсов  
протокол № 10 от «22» июня 2025 г.

#### **Заведующий кафедрой**

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ / Логинов Г.И.

#### **Руководитель образовательной программы**

\_\_\_\_\_ / ФИО

#### **Исполнители:**

к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ / Султаналиева Т.С.