



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Факультет природообустройства и водопользования  
Кафедра Гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока,  
Кафедра Комплексного использования водных ресурсов и гидравлики

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по науке  
и инновационному развитию  
С.Л. Белопухов  
«30» августа 2017 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Гидравлика и инженерная гидрология

для подготовки кадров высшей квалификации  
по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре  
05.23.16 - Гидравлика и инженерная гидрология

ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации)

Направление подготовки: 08.06.01 – Техника и технологии строительства

Год обучения 2

Семестр обучения 4

Язык преподавания русский

Москва, 2017

Авторы рабочей программы: проф., д.т.н. Исмайылов Г.Х.  
(ФГОС, учебная ставка, учебное задание)

  
«27» 08 2017 г.

проф., к.т.н. Раткович Л.Д.  
(ФГОС, учебная ставка, учебное задание)

  
«29» 08 2017 г.


Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины Блока I «Гидравлика и инженерная гидрология» аспирантам очной формы обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 873 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 № 33710.

Программа обсуждена на совместном заседании кафедр «Комплексного использования водных ресурсов и гидравлики» и «Гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока»

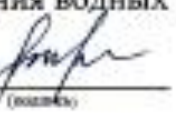
Зав. кафедрой гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока

проф., д.т.н. Исмайылов Г.Х.  
(ФГОС, учебная ставка, учебное задание)

  
«27» 08 2017 г.

Зав. кафедрой комплексного использования водных ресурсов и гидравлики

проф., к.т.н. Раткович Л.Д.  
(ФГОС, учебная ставка, учебное задание)

  
«29» 08 2017 г.


Рецензент

д.т.н., проф. Н.В. Ханов  
(ФГОС, учебная ставка, учебное задание)

  
(подпись)

**Проверено:**

Начальник учебно-методического отдела  
Управления подготовки кадров  
высшей квалификации

  
(подпись) С.А. Дикарева

Согласовано:

Декан факультета

Шуравава Л.М.Н. доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Шуравава  
(подпись)

«05» 06 2017 г.

Зам. декана по практике и научной работе факультета

ТАТС

Вероника ИС  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

ИС  
(подпись)

«05» 06 2017 г.

Программа обсуждена на заседании Ученого совета факультета, протокол 07.05.06.15 № 8

ТАТС

Секретарь ученого совета факультета

Марева О.В., к.т.н  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Марева  
(подпись)

«05» 06 2017 г.

Программа принята комиссией по НИР Ученого совета факультета ТАТС

протокол № 6 от «05» 06 2017 г.

Руководитель программы аспирантуры

д.т.н проф. Светло В.Л.

Светло  
(подпись)

«05» 06 2017 г.

Начальник УИТ

М.Ю. Годов  
(подпись)

М.Ю. Годов

Отдел комплектования ЦНБ

Е.А. Комарова  
(подпись)

Е.А. Комарова

Копия электронного варианта получена:

Начальник отдела поддержки дистанционного обучения УИТ

К.И. Ханжиян  
(подпись)

К.И. Ханжиян

## Содержание

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>5</b>
<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>7</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП</b> .....	<b>7</b>
<b>3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>8</b>
<b>4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>8</b>
<b>5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ). ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ</b> .....	<b>13</b>
<b>6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ</b> .....	<b>13</b>
<b>7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ</b> .....	<b>13</b>
7.1. <i>Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ</i> .....	13
7.2. <i>Содержание дисциплины</i> .....	14
7.3. <i>Образовательные технологии</i> .....	18
7.4. <i>Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) Гидравлика и инженерная гидрология</i> .....	19
7.5. <i>Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля</i> .....	21
<b>8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ</b> .....	<b>22</b>
<b>ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ:</b> .....	<b>22</b>
<b>9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> .....	<b>30</b>
9.1 <i>Перечень основной литературы</i> .....	30
9.2 <i>Перечень дополнительной литературы</i> .....	30
9.3 <i>Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</i> .....	30
9.4 <i>Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса</i> .....	31
9.5 <i>Описание материально-технической базы</i> .....	31
<b>9.5.1 ТРЕБОВАНИЯ К АУДИТОРИЯМ</b> .....	31
<b>9.5.2 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМУ ОБОРУДОВАНИЮ</b> .....	31
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЮ)</b> .....	<b>31</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	<b>32</b>

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина «Гидравлика и инженерная гидрология» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства программе аспирантуры «Гидравлика и инженерная гидрология».

Основная задача учебной дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрология» (далее ГИГ)– подготовка аспирантов к серьезным научным исследованиям, освоение ими дополнительных по сравнению с бакалавриатом и магистратурой теоретических и практических навыков, умений и знаний в области гидравлических исследований, водных ресурсов, их мониторинга, методики гидрологических прогнозов, моделирования гидрологических процессов, управления речным стоком, анализа влияния антропогенных факторов на водные ресурсы, климатических и гидрологических рисков, обусловленные опасными природными и техногенными процессами.

Дисциплина «Гидравлика и инженерная гидрология» в системе *инженерное дело, технологии и технические науки* изучает методику и технологию инженерно-гидрологической тематики наряду с комплексным водопользованием и связанных с этим многофакторных задач управления водными ресурсами. Излагаются вопросы анализа и оценки располагаемых водных ресурсов, их статистического анализа вместе с теорией и практикой стохастического моделирования; углубленного изучения физики гидрологических процессов, опираясь на научные гидравлические исследования и использование разного рода математических моделей; долгосрочного и краткосрочного прогнозирования естественных и техногенных процессов и явлений, формирующих социально-экономические риски; моделирования половодий и паводков. Аспиранты получают представление о методологии научной деятельности в области проблем, стоящих перед водохозяйственным комплексом РФ, включая научную поддержку Государственной водной стратегии и Национальной программы развития отечественного водохозяйственного комплекса.

Рассматриваются современные технологии и инструментарий гидравлических и гидрологических измерений и исследований водных ресурсов и характеристик водного потока.

Общая трудоемкость учебной дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрология» составляет \_\_6\_\_ зачетных ед., в объеме \_216\_ часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью выполнения индивидуальных творческих заданий, связанных с темой диссертации, устных дискуссий на семинарах по различным темам курса, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

**Ведущие преподаватели:** проф. Исмайылов Г.Х, проф. Раткович Л.Д.,

## 1. Цели и задачи дисциплины (модуля)

### 05.23.16 «Гидравлика и инженерная гидрология»

Целью изучения дисциплины «05.23.16

«Гидравлика и инженерная гидрология» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области гидравлических исследований, водных ресурсов, их мониторинга, методики гидрологических прогнозов, моделирования гидрологических процессов, управления речным стоком, анализа влияния антропогенных факторов на водные ресурсы, климатических и гидрологических рисков, обусловленные опасными природными и техногенными процессами, познания закономерностей, связанных с функционированием водохозяйственных систем в условиях высокой степени антропогенного воздействия.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится по характеру освоения к обязательным дисциплинам вариативной части ООП согласно учебному плану.

Дисциплина «Гидравлика и инженерная гидрология» включена в перечень ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 1 «Дисциплины базовой части». Реализация в дисциплине «Гидравлика и инженерная гидрология» требований ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки «Гидравлика и инженерная гидрология».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина являются: «Организация и планирование научных исследований», «Обработка экспериментальных данных».

Дисциплина является основополагающей в учебном плане подготовки аспирантов по направлению подготовки 05.23.16, программе аспирантуры Гидравлика и инженерная гидрология.

Особенностью учебной дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрология» является широкий охват тем, связанных с водным фактором, доминирующая в данном направлении подготовки. Аспирантам в области Гидравлика и инженерная гидрология необходимо обладать фундаментальным базовым образованием, главным образом в части таких научных дисциплин, как гидравлика, гидрология, регулирование стока, водохозяйственные системы и водопользование. Это предполагает знания принципов и методов комплексного водопользования, детального анализа состояния водных ресурсов, современных методов гидравлических исследований.

### 3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов, из которых 56 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем 124 часа составляет самостоятельная работа аспиранта, 36 часов подготовки к кандидатскому экзамену.

### 4. Планируемые результаты обучения по дисциплине.

Дисциплина должна формировать следующие компетенции:

- **универсальными компетенции:**
  - способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1) (*карта компетенции прилагается*);
  - способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2) (*карта компетенции прилагается*);
  - готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3) (*карта компетенции прилагается*);
- **общепрофессиональные компетенции:**
  - владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства (ОПК-1) (*карта компетенции прилагается*);
  - способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства (ОПК-6) (*карта компетенции прилагается*);
  - готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования (ОПК-8)
- **профессиональные компетенции**
  - способностью выявлять научные и технические проблемы гидрологического и гидравлического обеспечения водного хозяйства и гидротехнического строительства (ПК-1) (*карта компетенции прилагается*);
  - способностью разрабатывать методы применения законов равновесия и движения жидкостей (в том числе многофазных), а также закономерностей формирования гидрологического, руслового и



ледотермического режимов водных объектов для решения прикладных задач (ПК-2) *(карта компетенции прилагается)*

Освоение учебной дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрологи» направлено на формирование у аспирантов вышеназванных компетенций, представленных в таблице 1 в соответствии с перечнем знаний, умений и навыков, приобретаемых аспирантом в процессе изучения курса.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью регулярного контроля знаний путем тестирования, коллоквиумов и дискуссий по тематике диссертаций аспирантов, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

Таблица 1

Планируемые результаты обучения по дисциплине Гидравлика и инженерная гидрология, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

№ п/п	Код компетенции	Содержание формируемых компетенций	В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	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	принципы управления и рационального использования водных ресурсов; цели и задачи водного хозяйства	формулировать водохозяйственные проблемы речных бассейнов	Достаточной технической эрудицией для понимания роли научных исследований в решении задач государственной водной политики
2	УК-2	способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Принципы планирования научной деятельности, в частности научных экспериментов и комплексных исследований в области водного хозяйства	Планировать научную деятельность, в частности целевые (гидравлические ) научные эксперименты и гидролого-водохозяйственные исследования по комплексной водно-ресурсной теме	Навыками планирования научно-исследовательской работы близкой к теме диссертации
3	УК-3	готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	Существующую обстановку в области гидравлических и гидрологических исследований в развитых странах Европы и других континентов	Уметь поддерживать профессиональную дискуссию с иностранцами при наличии переводчика (языковые знания обеспечиваются соответствующей дисциплиной)	Навыками анализа зарубежной литературы и сравнения методов исследований
4	ОПК-1	Владеть методологией теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	современные достижения в области теоретических и экспериментальных исследований в области строительства	планировать, проводить и обрабатывать результаты экспериментальных исследований	методикой обработки результатов экспериментальных гидравлических исследований и гидрологических экспериментов

5	ОПК-6	Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства	современные методы исследований в области постановки гидравлических экспериментов, функционирования и создания водохозяйственных систем	применять разработанные методы исследования в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области анализа водных проблем и водохозяйственного строительства	способностью конструктивного анализа результатов экспериментов, измерений гидрологических величин
6	ОПК-8	готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования	Знать набор компетенций бакалавриата и магистратуры по направлениям образования 280100.62 и 280100.68	Уметь проводить практические занятия и отдельные лекции по усмотрению научного руководителя по дисциплинам : -гидравлика -регулирование стока -водохозяйственные системы и водопользование	-опытом проведения занятий с группами студентов -способностью вести коллективную профессиональную дискуссию, оценивать знания студентов
7	ПК-1	Способность выявлять научные и технические проблемы гидрологического и гидравлического обеспечения водного хозяйства и гидротехнического строительства	- закономерности распределения запасов поверхностных и подземных вод по территории и во времени - показатели водообеспеченности территорий - природные и антропогенные факторы воздействия на водные ресурсы и влияния водохозяйственных объектов на природно-экологическую среду - принципы управления и рационального использования водных ресурсов	-использовать методы краткосрочных прогнозов расходов и уровней воды, основанных на закономерностях движения воды в русле реки - осуществлять прогноз элементов весеннего половодья и паводков, используя современные методы оценки опасных гидрологических явлений	- методикой долгосрочного прогноза стока рек и притока воды в водохранилище - методикой прогнозирования наводнений, вызванных различными причинами - методикой прогноза водообеспеченности по перспективному водохозяйственному балансу
8	ПК-2	Разрабатывать методы примене-	- Основные законы гидро-	-технологии физического и	- технологией построения и

		<p>ния законов равновесия и движения жидкостей (в том числе многофазных), а также закономерностей формирования гидрологического, руслового и ледотермического режимов водных объектов для решения прикладных задач</p>	<p>динамики, специфику формирования гидрологического, руслового и ледотермического режимов водных объектов и режимов функционирования водохозяйственных систем</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формализацию гидрологических процессов и их математическое описание</li> <li>- методы формализации задач формирования речного стока</li> <li>- виды математических моделей, используемых в гидравлике, гидрологии и управлении водными ресурсами</li> </ul>	<p>математического моделирования гидравлических экспериментов</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и оценивать достоверность исходной информации, необходимой для гидрологического прогноза, гидрологических и водохозяйственных расчетов</li> <li>- решать практические задачи, связанные с использованием математического моделирования при оценке параметров гидрологических систем как в условно-естественных, так и в антропогенно-измененных условиях</li> </ul>	<p>проведения серий гидравлических экспериментов с последующим этапом анализа и обработки данных</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами моделирования речного стока с использованием известных законов распределения вероятностей и заданной структуры авторреляционных функций</li> <li>- навыками составления водного и водохозяйственного балансов нестандартной структуры при управлении речным стоком</li> <li>- владеть методикой построения диспетчерских правил управления водохранилищами для разных схем и типов регулирования стока</li> <li>- методами краткосрочных, среднесрочных и долгосрочных прогнозов притока воды к водохранилищам и использования этих прогнозов при разработке правил управления количеством и качеством речных вод.</li> </ul>
--	--	--	---	--	--

## 5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля). предварительные условия.

Дисциплине предшествуют курсы «Организация и планирование научных исследований», «Обработка экспериментальных данных». В параллели даются «Современные достижения в области техники и технологии водохозяйственного и гидротехнического строительства», «Проблемы обеспечения технической и экологической безопасности ГТС речных гидроузлов».

## 6. Формат обучения

В формате электронного (дистанционного) обучения программа не реализуется.

## 7. Содержание дисциплины (модуля), виды учебных занятий и формы их проведения.

### 7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 зач.ед. ( 216 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>6</b>	<b>216</b>
<b>Аудиторные занятия</b>		<b>56</b>
Лекции (Л)		<b>28</b>
Практические занятия (ПЗ)		<b>28</b>
Семинары (С)		
<b>Самостоятельная работа (СРА)<sup>1</sup></b>		<b>160</b>
в том числе:		
реферат		
самоподготовка к текущему контролю знаний		<b>124</b>
др. виды		
Вид контроля:		
Кандидатский экзамен		<b>36</b>

<sup>1</sup> Оставить только те виды учебной работы, которые включены в СРА по дисциплине

## 7.2. Содержание дисциплины.

Таблица 3

### Содержание дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего, час.	Контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практич.занятие	
<b>Раздел I. Гидравлика потоков и сооружений</b>	<b>64</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>42</b>
Тема 1. Движение жидкости и его дифференциальные уравнения	34	6	6	22
Тема 2. Сопряжение бьефов за водосбросными сооружениями и расчеты каналов	30	4	6	20
<b>Раздел II. Водные ресурсы, опасные природные и техногенные процессы</b>	<b>58</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>42</b>
Тема 3. Мониторинг, комплексное использование и загрязнение водных ресурсов	30	4	4	22
Тема 4. Опасные природные и техногенные процессы, анализ рисков и ущербов	28	4	4	20
<b>Раздел III. Гидрологические прогнозы, моделирование гидрологических процессов и управление речным стоком</b>	<b>58</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>40</b>
Тема 5. Теория и методика гидрологических прогнозов	30	6	4	20
Тема 6. Гидрологические основы управления речным стоком и математические модели	28	4	4	20
Подготовка к кандидатскому экзамену	36			36
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>160</b>

#### Раздел I. Гидравлика потоков и сооружений

##### Тема 1. Движение жидкости и его дифференциальные уравнения

Установившееся и неустановившееся движение жидкости. Суть понятий, характеристика режимов. Общая классификация видов движения. Бурное и спокойное состояние потока. Принципиальные схемы расчета параметров движения. Число Фруда, его роль в моделировании гидравлических процессов.

Неустановившееся движение в реках и каналах. Цель и задачи расчета, общая методика расчета, практические примеры. Теория гидравлического удара.

Движение жидкости в пористой среде. Градиент напора. Зависимость параметров жидкости и пористой среды от давления.

Основные дифференциальные уравнения движения жидкостей и технология интегрирования. Уравнение Сен-Венана, движения идеальной жидкости Громеки-Лэмба, неустановившегося движения в реках и каналах, движения невязкой (Эйлера) и вязкой жидкости (Навье

– Стокса), движения грунтовых вод – решение плоской задачи фильтрации, неразрывности в обобщенно интегральной и дифференциальной форме.

Гидравлика сооружений. Актуальные задачи, методика их решения, направление научных исследований.

Тема 2. Сопряжение бьефов за водосбросными сооружениями и расчеты каналов

Схемы сопряжения бьефов. Расчет гидравлического прыжка. Типовые задачи проектной практики и научных исследований.

Теория водосливов, гидравлическое обоснование водосбросных сооружений.

Анализируется применение различных типов водосливов, применяемых в составе водосбросных сооружений. Рассматриваются современные методы расчета и выполняются конкретные расчетные примеры.

Гидравлические расчеты малых и больших каналов. Классификация каналов, оценка методик. Особенности расчета больших каналов с учетом фильтрации по трассе.

Физическое и математическое моделирование процессов в нижнем бьефе гидросооружений и по длине реки. Моделирование процессов в нижнем бьефе с целью обоснования параметров гашения энергии. Трансформация речного стока по длине реки.

Методология современных гидравлических исследований. Современный инструментарий для измерения физических характеристик движения жидкости, компьютерные пакеты для обработки данных измерений. Понятие об использовании робототехники в моделировании.

## **Раздел II. Водные ресурсы, опасные природные и техногенные процессы**

Тема 3. Мониторинг, комплексное использование и загрязнение водных ресурсов

Гидросфера и мониторинг водных объектов. Государственный водный фонд. Водные ресурсы: местные, региональные, глобальные; национальные, межгосударственные. Неравномерность распределения водных ресурсов по территории и во времени. Водообеспеченность отдельных регионов России и зарубежных стран. Системы мониторинга водных объектов. Состав режимных наблюдений и методика их проведения. Структура и общий порядок ведения водного кадастра. Классификация водных объектов и водопользователей. Организация первичного учета вод, их использования и качества. Территориальное деление, пункты наблюдения и потоки информации. Первичная кадастровая документация. Методы обработки и анализа информации. Ежегодные и многолетние данные по водным ресурсам, их использования и качества. Отчетные водохозяйственные балансы. Автоматизированная информационная система ведения кадастра. Основные показатели и критерии, используемые при анализе и оценке состояния водных объектов. Методы оценки изменения состояния водных объектов под влиянием естественных и антропогенных факторов. Системы математических моделей и машинных программ, имитирующих изменения состояния водных объектов. Использование ГИС – технологий в мониторинге водных объектов и их водосборов. Комплексное водопользование. Функционирование водохозяйственных систем. Факторы водообеспеченности, располагаемые водные ресурсы с учетом регулирования стока и его территориального перераспределения.

Факторы загрязнения природных вод. Современное состояние качества вод России и тенденции его изменения. Основные принципы и задачи охраны водных ресурсов. Водное законодательство. Требования к охране водных объектов от загрязнения, засорения и истощения, поступления ядохимикатов, радиоактивных, токсических и других вредных веществ, к размещению, проектированию, строительству, реконструкции и эксплуатации хозяйственных и других объектов, влияющих на состояние водных объектов. Нормативные показатели качества воды и предельно допустимые безвозвратные изъятия воды из источников. Методы и средства охраны природных вод от загрязнения и истощения. Водоохранные мероприятия. Негативные воздействия вод, их предупреждение и борьба с ними. Бассейновые соглашения о восстановлении и охране водных ресурсов.

Влияние антропогенных факторов на водные ресурсы. Факторы, хозяйственной деятельности, оказывающие влияние на водные ресурсы: условия формирования стока и элементы водного баланса; изъятие воды из водных объектов; региональные и глобальные изменения климата.

Тема 4. Опасные природные и техногенные процессы, анализ рисков и ущербов

Опасные природные и техногенные процессы. Климатические и гидрологические риски. Классификация опасных природных и техногенных процессов. Анализ классификационной схемы опасных процессов и явлений. Процессы, связанные с водным фактором, их роль в общей картине естественных и техногенных процессов.

Атмосферные опасные природные процессы. Проблемы прогнозирования, цикличность и возможность сокращения ущербов.

Гидрологические и гидрогеологические опасные природные процессы. Гидравлическая связь поверхностных и подземных вод. Генезис опасных проявлений поверхностных и подземных вод.

Наводнения, причины и условия формирования, способы предотвращения ущербов. Типы наводнений, условия наступления естественных наводнений. Особенности и риски техногенных наводнений. Совершенствование технологии прогнозирования опасных затоплений и подтоплений. Зимние наводнения. Превентивные и инженерные мероприятия для сокращения социально-экономических ущербов и предотвращения гибели людей и инфраструктурных катастроф. Прогнозы опасных явлений (сели и лавины). Общие сведения, прогноз селей и лавин.

Механизмы государственного регулирования природной и техногенной безопасности. Составляющие природной и техногенной безопасности. Фискальная и водная политика РФ. Критерии и факторы безопасности сооружений водохозяйственных систем. Современная нормативно-правовая база по обеспечению безопасности ГТС и организация их безопасной эксплуатации. Масштабы реконструкции гидротехнических сооружений. Оценка рисков возникновения очагов техногенной опасности.

Анализ ущерба от опасных природно-техногенных процессов. Методы оценки ущербов по прямым разрушениям и повреждениям систем, по факту утраты доходности и другие.

### **Раздел III. Гидрологические прогнозы, моделирование гидрологических процессов и управление речным стоком**

Тема 5. Теория и методика гидрологических прогнозов

Методы гидрологического прогнозирования и требования к гидрологической информации. Краткая историческая справка о развитии прогнозирования гидрологических процессов. Организация службы гидропрогнозов. Научно-методические основы гидрологических прогнозов. Оценка методов гидрологических прогнозов и требования к гидрологическим информации.

Прогнозы расходов воды и уровней рек на основе движения речного потока. Физические основы прогнозов. Теория движения паводочных волн. Прогнозы по методу соответственных уровней.

Теория прогноза половодий и паводков. Прогнозы элементов весеннего половодья. Общие закономерности и факторы формирования весеннего стока. Общая характеристика методов весеннего стока. Долгосрочный прогноз максимальных расходов (уровней) весеннего половодья. Модель формирования талого и дождевого стока.

Приближенная теория движения паводков учитывающая их «распластываемость». Прогноз расходов и уровней на основе линейных модели трансформации паводочных волн. Модель Калинина-Милюкова. Способ Маскингам.

Прогнозы стока по данным о запасах воды в русловой сети. Методы тенденции. Прогноз по кривым спада паводков и половодий.

Долгосрочный прогноз стока рек и притока воды к водохранилищам. Источники питания и режим стока рек в период половодья и межени. Основные составляющие межени стока



равнинных рек. Прогноз меженного стока на основе учета закономерностей естественного и антропогенного истощения запасов воды в речных бассейнах.

Прогнозы ледовых явлений на реках, озерах и водохранилищах. Прогноз сроков появления плавающего льда. Прогноз густоты шугохода, ледохода. Прогноз начала ледостава на реках. Расчет и прогноз толщины ледяного покрова. Прогноз вскрытия рек, озер и водохранилищ. Условия образования заторов и зажоров в верхних и нижних бьефах. Моделирование ледовых процессов.

Тема 6. Гидрологические основы управления речным стоком и математические модели

Гидрологические основы управления речным стоком. Значение, общая постановка и задачи управления речным стоком. Водноресурсные системы как иерархические системы согласования стратегий водопользования в речном бассейне. Водопользователи и водопотребители. Требования участников водохозяйственного комплекса к водным ресурсам. Водообеспеченность и состояние окружающей среды. Качество природных вод. Закономерности колебания речного стока, как основа управления водноресурсными системами. Основные функции распределения, используемые при оценке гидрологических характеристик речного стока в створах, в которых осуществляется забор воды для нужд населения и отраслей экономики. Проверка стационарности временных рядов речного стока в условиях антропогенной нагрузки на речные системы.

Методы управления поверхностными водными ресурсами. Расчет по календарным гидрологическим рядам на жесткие и переменные графики водопотребления. Диспетчерские правила управления работой изолированных водохранилищ и их каскадов, расположенных на главной реке и ее основных притоках. Расчетная обеспеченность водоотдачи. Зависимость объем-водоотдача-обеспеченность. Управление водноресурсной системой в пределах расчетной обеспеченности и за ее пределами. Управление водноресурсной системой в пределах одного года и в многолетнем периоде. Совместное использование поверхностных и подземных вод.

Математические методы оптимального использования поверхностных вод. Имитационные и оптимизационные методы, используемые при управлении речным стоком. Имитационная модель управления изолированного водохранилища. Имитационная модель управления каскадом водохранилищ. Оптимизационные методы определения режимных характеристик водохранилищ.

Применение многокритериальной векторной оптимизации к управлению поверхностными водами. Постановка задачи многокритериальной оптимизации и ее использование для управления поверхностными водами. Системы критериев используемые при управлении поверхностными водами. Методы многокритериальной оптимизации и возможность их использования при управлении поверхностными водными ресурсами.

Регулирование качеством поверхностных вод. Общая постановка задачи регулирования качества вод. Водоохранные комплексы как основы управления качеством поверхностных вод. Водоохранная деятельность, проводимая в водосборной части бассейна. Математические методы выбора оптимальных вариантов водоохранных мероприятий. Модель управления сосредоточенными и рассредоточенными сбросами в водоток.

Оценка воздействия водноресурсных систем на окружающую среду. Влияние водноресурсных систем на качество воды в русловой части речного бассейна. Воздействие водноресурсных систем на окружающую природную среду: климат, фауну, флору, гидрологический и гидрохимический режим поверхностных и подземных вод, на русловые процессы и формирование берегов. Влияние водохранилищ на затопление и подтопление земель. Влияние водохранилищ на трансформацию максимального и минимального стока. Влияние водохранилищ на продуктивность агроэкосистем.

**Содержание практических занятий по дисциплине и контрольных мероприятий**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ и название практических/семинарских занятий	Вид контрольного мероприятия	Кол-во академических часов
<b>Раздел I. Гидравлика потоков и сооружений</b>				
1	Тема 1. Движение жидкости и его дифференциальные уравнения	Уравнения движения жидкости	Устный опрос Дискуссия	6
2	Тема 2. Сопряжение бьефов за водосбросными сооружениями и расчеты каналов	Гидравлика открытых потоков бьефов	Устный опрос Решение типовых задач	6
<b>Раздел II. Водные ресурсы, опасные природные и техногенные процессы</b>				
4	Тема 3. Мониторинг, комплексное использование и загрязнение водных ресурсов	Водные ресурсы суши	Устный опрос Дискуссия	4
5	Тема 4. Опасные природные и техногенные процессы, анализ рисков и ущербов	Анализ природных и техногенных рисков	Устный опрос Дискуссия	4
<b>Раздел III. Гидрологические прогнозы, моделирование гидрологических процессов и управление речным стоком</b>				
	Тема 5. Теория и методика гидрологических прогнозов	Гидрологические прогнозы	Устный опрос. Решение типовых задач	4
	Тема 6. Гидрологические основы управления речным стоком и математические модели	Управление водными ресурсами	Устный опрос. Решение типовых задач	4
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>28</b>

### 7.3. Образовательные технологии

Интерактивное обучение способствует лучшему усвоению материала, создавая атмосферу профессионального взаимодействия преподавателя и аспирантов, приобщения их к самостоятельной творческой деятельности и выработке коллегиальных решений.

Таблица 5

## Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Количество часов
1	Тема 1. Движение жидкости и его дифференциальные уравнения	Л	Презентация	2
		ПЗ	Демонстрация в лаборатории. Дискуссия	2
2	Тема 2. Сопряжение бьефов за водосбросными сооружениями и расчеты каналов	Л	Презентация	2
		ПЗ	Коллективный выбор схемы расчет, анализ ошибок. Дискуссия	2
3	Тема 3. Мониторинг, комплексное использование и загрязнение водных ресурсов	Л	Презентация	2
		ПЗ	Дискуссия	2
4	Тема 4. Опасные природные и техногенные процессы, анализ рисков и ущербов	Л	Презентация	1
		ПЗ	Дискуссия	2
5	Тема 5. Теория и методика гидрологических прогнозов	Л	Презентация	2
		ПЗ	Презентация	2
6	Тема 6. Гидрологические основы управления речным стоком и математические модели	Л	Презентация	1
		ПЗ	Экспертная оценка параметров мероприятий	2
<b>ВСЕГО</b>				<b>22</b>

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 22 часа

#### 7.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) Гидравлика и инженерная гидрология

Таблица 6

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во Часов
<b>Раздел I. Гидравлика потоков и сооружений</b>			<b>42</b>
1	Тема 1. Движение жидкости и его дифференциальные уравнения	Общая классификация видов движения. Бурное и спокойное состояние потока. Число Фруда, его роль в моделировании гидравлических процессов. Зависимость параметров жидкости и пористой	22

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во Часов
		среды от давления. Движения грунтовых вод – решение плоской задачи фильтрации, неразрывности в обобщенно интегральной и дифференциальной форме.	
5	Тема 2. Сопряжение бьефов за водосбросными сооружениями и расчеты каналов	Специфика расчета больших каналов Классификация задач, решаемых с помощью физических моделей и математического моделирования Робототехника в моделировании гидрофизических процессов	20
<b>Раздел II. Водные ресурсы, опасные природные и техногенные процессы</b>			<b>42</b>
11	Тема 10. Гидросфера и мониторинг водных объектов.	Водообеспеченность отдельных регионов России и зарубежных стран. Отчетные водохозяйственные балансы. Основные показатели и критерии, используемые при анализе и оценке состояния водных объектов. Методы оценки изменения состояния водных объектов под влиянием естественных и антропогенных факторов. Функционирование водохозяйственных систем. Факторы водообеспеченности, располагаемые водные ресурсы. Современное состояние качества вод России и тенденции его изменения. Основные принципы и задачи охраны водных ресурсов. Водное законодательство. Нормативные показатели качества воды и предельно допустимые безвозвратные изъятия воды из источников. Методы и средства охраны природных вод от загрязнения и истощения. Водоохранные мероприятия. Негативные воздействия вод, их предупреждение и борьба с ними. Факторы, хозяйственной деятельности, оказывающие влияние на водные ресурсы: условия формирования стока и элементы водного баланса; изъятие воды из водных объектов	22
12	Тема 4. Опасные природные и техногенные процессы, анализ рисков и ущербов	. Генезис опасных проявлений поверхностных и подземных вод. Зимние наводнения. Превентивные и инженерные мероприятия для сокращения социально-экономических ущербов и предотвращения гибели людей и инфраструктурных катастроф. Составляющие природной и техногенной безопасности. Фискальная и водная политика РФ. Критерии и факторы безопасности сооружений водохозяйственных систем. Современная нормативно-правовая база по обеспечению безопасности ГТС и организация их безопасной эксплуатации. Ущерб от наводнений. Прямые и косвенные ущербы. Методика оценки. Системы инженерной защиты.	20
<b>Раздел III. Гидрологические прогнозы, моделирование гидрологических процессов и управление речным стоком</b>			<b>40</b>
21	Тема 5. Теория и ме-	Краткая историческая справка о развитии прогно-	20

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во Часов
	тодика гидрологических прогнозов	зирования гидрологических процессов. Организация службы гидропрогнозов. Физические основы прогнозов. Источники питания и режим стока рек в период половодья и межени. Основные составляющие меженного стока равнинных рек. Прогноз меженного стока на основе учета закономерностей истощения запасов воды в речных бассейнах. Общие закономерности и факторы формирования весеннего стока. Общая характеристика методов весеннего стока. Долгосрочный прогноз максимальных расходов (уровней) весеннего половодья. Запасы воды в русловой сети, регулирующая способность водосбора. Источники питания и режим стока рек в период половодья и межени. Основные составляющие меженного стока равнинных рек.	
26	Тема 6. Гидрологические основы управления речным стоком и математические модели	Требования участников водохозяйственного комплекса к водным ресурсам. Водообеспеченность и состояние окружающей среды. Качество природных вод. Закономерности колебания речного стока, как основа управления водноресурсными системами. Расчет по календарным гидрологическим рядам на жесткие и переменные графики водопотребления. Расчетная обеспеченность водоотдачи. Зависимость объем-водоотдача-обеспеченность. Управление водноресурсной системой в пределах расчетной обеспеченности и за ее пределами. Управление водноресурсной системой в пределах одного года и в многолетнем периоде. Имитационные и оптимизационные методы, используемые при управлении речным стоком. Системы критериев используемые при управлении поверхностными водами. Водоохранные комплексы как основы управления качеством поверхностных вод. Водоохранная деятельность, проводимая в водосборной части бассейна.	20
<b>ВСЕГО</b>			<b>124</b>

### 7.5 Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля.

1. Записать формулу числа Рейнольдса, пояснить смысл входящих величин, способ нахождения
2. Записать формулу числа Фруда, объяснить физический смысл, способ определения
3. Записать уравнение гидравлического удара, указать методы решения
4. Записать уравнение свободного движения воды в открытом русле
5. Назвать расчетные величины гидравлического прыжка
6. Водосливы практического профиля, формы сопряжения в нижнем бьефе

7. Водосливы с широким порогом, формулы расчета
8. Виды мониторинга .
9. Системы мониторинга водных объектов.
10. Оценка состояния водных объектов.
11. Факторы антропогенного влияния.
12. ГИС – технологии в мониторинге водных объектов.
13. Преимущества и последствия регулирования стока.
14. Интегральная оценка качества водных ресурсов, нормативы качества вод.
15. Мероприятия по охране природных вод от загрязнения и истощения.
16. Опасные природные и техногенные процессы.
17. Гидрологические и гидрогеологические опасные природные процессы.
18. Мероприятия по защите территорий от затопления и подтопления.
19. Методы гидрологического прогнозирования.
20. Долгосрочный прогноз речного стока и максимальных расходов.
21. Модель Калинина-Милюкова прогноза расходов и уровней.
22. Прогноз притока воды к водохранилищам.
23. Прогнозирование ледовых явлений.
24. Взаимосвязь регулирования стока, водообеспеченности и качества воды.
25. Вопросы разработки ПИВР (правил использования водных ресурсов).
26. Сосредоточенные и диффузные источники загрязнения водных объектов.

#### **8. Форма промежуточной аттестации и фонд оценочных средств**

Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина, приведен в картах компетенций (см. карты компетенций).

#### **ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К КАНДИДАТСКОМУ ЭКЗАМЕНУ:**

1. Понятия установившегося и неустановившегося движения жидкости. Параметры и критерии.
2. Бурное и спокойное состояние потока. Число Фруда и его роль в моделировании гидравлических процессов.
3. Число Рейнольдса, физический смысл, область применения
4. Неустановившееся движение в реках и каналах. Цель и задачи расчета.
5. Гидравлический удар и его значение для проектирования сооружений
6. Уравнение гидравлического удара
7. Движение жидкости в пористой среде. Уравнение движения грунтовых вод.
8. Основные дифференциальные уравнения движения жидкостей.
9. Уравнение Сен-Венана, интерпретация, методы решения.

10. Уравнение движения идеальной жидкости Громеки-Лэмба
11. Уравнение движения невязкой жидкости (Эйлера), метод решения
12. Уравнение вязкой жидкости (Навье – Стокса), метод решения движения
13. Движение грунтовых вод – решение плоской задачи фильтрации.
14. Схемы сопряжения бьефов и методика расчет гидравлического прыжка. Типовые задачи проектной практики и научных исследований.
15. Теория водосливов, общие аспекты, направление научных исследований
16. Гидравлическое обоснование водосбросных сооружений гидроузлов
17. Гидравлический расчет каналов. Классификация каналов, оценка методик. Особенности расчета больших каналов с учетом фильтрации по трассе.
18. Моделирование процессов в нижнем бьефе гидроузлов с целью обоснования параметров гашения энергии.
19. Методология современных гидравлических исследований.
20. Современный инструментарий для измерения физических характеристик движения жидкости, компьютерные пакеты для обработки данных измерений.
21. Мониторинг водных объектов и его значение для водного хозяйства.
22. Водообеспеченность регионов России, проблемы и пути решения.
23. Системы мониторинга водных объектов. Состав режимных наблюдений и методика их проведения.
24. Структура и общий порядок ведения водного кадастра.
25. Классификация водных объектов и водопользователей.
26. Современные методы обработки и анализа кадастровой информации.
27. Автоматизированная информационная система ведения кадастра.
28. Основные показатели и критерии, используемые при анализе и оценке состояния водных объектов.
29. Методы оценки изменения состояния водных объектов под влиянием естественных и антропогенных факторов.
30. Использование ГИС – технологий в мониторинге водных объектов и их водосборов.
31. Функционирование водохозяйственных систем. Факторы водообеспеченности.
32. Регулирование речного стока, факторы влияния, проблемы водохранилищ.
33. Территориальное перераспределение стока, положительный эффект и последствия.
34. Факторы загрязнения природных вод, долевое участие источников загрязнения.
35. Современное состояние качества вод России и тенденции его изменения.
36. Основные принципы и задачи охраны водных ресурсов в свете государственной водной политики.
37. Водное законодательство. Требования к охране водных объектов от загрязнения, засорения и истощения. Нормативные показатели качества воды и предельно допустимые безвозвратные изъятия воды из источников.
38. Мероприятия по охране природных вод от загрязнения и истощения.

39. Негативное воздействие вод, факторы влияния, средства предотвращения.
40. Бассейновые соглашения о восстановлении и охране водных ресурсов.
41. Влияние антропогенных факторов на водные ресурсы. Факторы, хозяйственной деятельности, оказывающие влияние на водные ресурсы.
42. Региональные и глобальные изменения климата. Суть вероятных изменений и возможность их учета в проектной деятельности.
43. Опасные природные и техногенные процессы. Климатические и гидрологические риски.
44. Классификация опасных природных и техногенных процессов. Опасные процессы, характерные для России в настоящее время и в перспективе.
45. Опасные процессы, связанные с водным фактором, их роль в общей картине естественных и техногенных аварий и катастроф.
46. Атмосферные опасные природные процессы. Проблемы прогнозирования, цикличность и возможность сокращения ущербов.
47. Гидрологические и гидрогеологические опасные природные процессы.
48. Гидравлическая связь поверхностных и подземных вод.
49. Наводнения, причины и условия формирования, способы предотвращения ущербов.
50. Причины антропогенных наводнений и пути их предотвращения.
51. Методика обоснования мероприятий по защите территорий от затопления и подтопления.
52. Предупредительные и инженерные мероприятия для сокращения социально-экономических ущербов и предотвращения гибели людей и инфраструктурных катастроф.
53. Прогнозы опасных явлений (сели и лавины). Научная достоверность и эффективность прогнозов.
54. Механизмы государственного регулирования природной и техногенной безопасности.
55. Водная политика РФ. Критерии и факторы безопасности сооружений водохозяйственных систем.
56. Гидрологические прогнозы. Основные виды прогнозов и их научная классификация.
57. Методы гидрологического прогнозирования и требования к гидрологической информации.
58. Организация службы гидропрогнозов. Научно-методические основы гидрологических прогнозов.
59. Прогнозы расходов воды и уровней рек на основе движения речного потока. Физические основы прогнозов.
60. Теория движения паводочных волн. Прогнозы по методу соответственных уровней.
61. Теория прогноза половодий и паводков. Прогнозы элементов весеннего половодья.
62. Общие закономерности и факторы формирования весеннего стока в естественных условиях и в условиях регулирования.



63. Долгосрочный прогноз максимальных расходов (уровней) весеннего половодья. Модель формирования талого и дождевого стока.
64. Приближенная теория движения паводков на основе понятия «распластываемости».
65. Прогноз расходов и уровней на основе линейных модели трансформации паводочных волн. Модель Калинина-Милюкова. Способ Маскингам.
66. Прогнозы стока по данным о запасах воды в русловой сети. Методы тенденции. Прогноз по кривым спада паводков и половодий.
67. Долгосрочный прогноз речного стока и притока воды к водохранилищам. Цель данного прогноза.
68. Прогнозы ледовых явлений на реках, озерах и водохранилищах. Технология прогноза и его достоверность. Прогноз сроков появления плавучего льда, шугохода, ледохода, начала ледостава на реках.
69. Расчет и прогноз толщины ледяного покрова. Прогноз вскрытия рек, озер и водохранилищ. Условия образования заторов и зажоров в верхних и нижних бьефах.
70. Моделирование ледовых процессов.
71. Управление речным стоком, отечественная история вопроса, проблемы пути решения.
72. Общая постановка целей и задач управления речным стоком. Водноресурсные системы как иерархические системы согласования стратегий водопользования в речном бассейне.
73. Особенности водопользователей с точки зрения требований к водным ресурсам.
74. Водообеспеченность и состояние окружающей среды.
75. Закономерности колебания речного стока, основные гидрологические характеристики. Проверка стационарности временных рядов речного стока в условиях антропогенной нагрузки на речные системы.
76. Правила использования водных ресурсов водохранилищ и их гидрологическое обоснование
77. Диспетчерские правила управления работой изолированных водохранилищ и их каскадов, расположенных на главной реке и ее основных притоках.
78. Совместное использование поверхностных и подземных вод.
79. Математические методы оптимального использования поверхностных вод. Имитационные и оптимизационные методы, используемые при управлении речным стоком.
80. Применение многокритериальной векторной оптимизации к управлению поверхностными водами.
81. Регулирование качеством поверхностных вод. Водоохраные комплексы как основы управления качеством поверхностных вод.
82. Модель управления сосредоточенными и рассредоточенными сбросами в водоток.
83. Оценка воздействия водноресурсных систем на окружающую среду.
84. Влияние водохранилищ на затопление и подтопление земель, трансформацию максимального и минимального стока.

## Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

Критерии оценки принимаются следующие:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Для текущего контроля усвоения учебного материала данной учебной дисциплины предусмотрены:

- текущий контроль знаний на практических занятиях (оценивается в четырехбальной шкале – 5, 4, 3, 2, отражающей глубину, качество и полноту освоения учебного материала, умение применять знания к анализу данных);

Текущий контроль осуществляется преподавателем, ведущим занятия в учебных группах, возможно присутствие внешних экспертов, научных руководителей, преподавателей смежных дисциплин и др.

Все виды средств контроля знаний, умений и навыков по дисциплине «Гидравлика и инженерная гидрология» оцениваются следующим образом: в процентном отношении качества усвоения программы, в уровневом отношении, в виде отметки. Шкалы оценки результатов текущего контроля приведены в Таблице 7.

Таблица 7

Шкалы оценки результатов текущего контроля

Форма участия аспиранта в учебном процессе	Краткая характеристика средств оценки освоения материалов курса	Представление оценочного средства	Шкала оценки
Вопросы и задания для проведения текущего контроля	Средство для ответа на вопросы и решение задания по теме или по разделу	Вопросы	Уровневая шкала
Дискуссия	Привлечение аспирантов к процессу обсуждения спорного вопроса, проблемы с одновременной оценкой их умения аргументировать собственную точку зрения	Перечень дискуссионных тем	Процентная шкала
Коллективное	Проверки способности аспирантов к	Проблемная	Про-

решение проблемы	творческой деятельности в коллективе профессионалов, свободного обмена мнениями и идеями по мере их возникновения.	постановка вопроса (варианты)	центная шкала
Презентации	Средство проверки умения аспирантом выполнять поиск и анализ информации по современным методам исследований в соответствии с набором разделов и тем настоящей программы	Тема реферата	Отметка в системе «зачтено-не зачтено»

Перевод в балльную шкалу осуществляется по соответствующей схеме, приведенной в Таблице 8.

Таблица 8

Перевод шкалы оценки результатов

Качество освоения дисциплины	Уровневая шкала	Отметка по 5-балльной шкале	Процентная шкала	Средняя итоговая оценка
100 - 90%	высокий	«отлично» / «5»	81-100 %	4,6-5
89 - 66%	повышенный	«хорошо» / «4»	61-80 %	3,6-4,5
65 - 50%	средний	«удовлетворительно» / «3»	41-60 %	2,6-3,5
меньше 50%	ниже среднего	«неудовлетворительно» / «2»	0-40 %	2-2,5

Промежуточная аттестация по дисциплине « Гидравлика и инженерная гидрология» проводится в соответствии с Учебным планом во втором семестре в форме экзамена. Аспиранты допускаются к экзамену по дисциплине в случае выполнения ими учебного плана по дисциплине, выполнения всех заданий и мероприятий, предусмотренных программой дисциплины. В случае наличия учебной задолженности по текущей успеваемости аспирант самостоятельно отрабатывает образовавшуюся задолженность и дополнительно отчитывается перед преподавателем в установленной им форме. Вопрос о допуске к экзамену в данном случае определяется исходя из итогов дополнительной отчетности.

Экзамен проводится в письменно-устной форме. Комиссия предоставляется право задавать аспирантам дополнительные вопросы в объеме содержания дисциплины, в том числе вопросы по теме исследований. Оценка знаний аспиранта на экзамене носит комплексный характер и выставляется по результатам текущей успеваемости и знаний, показанных на экзамене.

Успешность усвоения дисциплины характеризуется качественной оценкой на основе сформированности компетенций, включающей совокупность критериев их освоения (таблица 9).

Качественная оценка может быть выражена: в процентном отношении качества усвоения программы, в уровневом отношении, оценкой «зачтено», «незачтено» и т.д. Преподаватель ведёт письменный учёт образовательных достижений аспиранта в соответствии оценкой компетенций по дисциплине учебного плана.

Знания, умения, навыки аспирантов на кандидатском экзамене оцениваются: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «не удовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется аспиранту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает его на экзамене, свободно ориентируясь в материале и рекомендуемой литературе.

Оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если он достаточно хорошо знает материал, но в ответах проявляет некоторую неуверенность, либо имеет не очень хорошо проходил промежуточные этапы аттестации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при наличии у аспиранта достаточных базовых знаний по дисциплине, без глубокого понимания материалов курса. Это проявляется в слабом изложении знаний, но в принципе эти знания имеются, кроме того есть свидетельство его занятий в семестре и оценочный лист.

Таблица 9

Оценка сформированности компетенций

№ п/п	Компетенции	Показатели оценивания компетенций Эксперт оценивания сформированности компетенций	Показатели оценивания компетенций			
			Понимание смысла компетенции	Освоение компетенции в рамках изучения дисциплины	Применение компетенции в профессиональной деятельности	Средний бал освоения компетенции
1	УК-1	Преподаватель	4	4	4	4
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,3
		Группа аспирантов	4	5	4	4,3
		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4	4,3	4,3	<b>4,2</b>
2	УК-2	Преподаватель	4	5	5	4,6
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,5
		Группа аспирантов	5	5	4	4,6
		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4,5	4,6	4,6	<b>4,5</b>
3	УК-3	Преподаватель	4	5	5	4,6
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,5
		Группа аспирантов	5	5	4	4,6

		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4,5	4,6	4,6	<b>4,5</b>
4	ОПК-1	Преподаватель	4	5	5	4,6
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,5
		Группа аспирантов	5	5	4	4,6
		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4,5	4,6	4,6	<b>4,5</b>
5	ОПК-6	Преподаватель	4	5	5	4,6
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,5
		Группа аспирантов	5	5	4	4,6
		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4,5	4,6	4,6	<b>4,5</b>
6	ОПК-8	Преподаватель	4	5	5	4,6
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,5
		Группа аспирантов	5	5	4	4,6
		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4,5	4,6	4,6	<b>4,5</b>
7	ПК-1	Преподаватель	4	4	4	4
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,3
		Группа аспирантов	4	5	4	4,3
		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4	4,3	4,3	<b>4,2</b>
8	ПК-2	Преподаватель	4	4	4	4
		Приглашенный специалист	4	4	5	4,3
		Группа аспирантов	4	5	4	4,3
		<b>Совокупная оценка освоения компетенции</b>	4	4,3	4,3	<b>4,2</b>
<b>Итоговая оценка освоения дисциплины</b>			<b>4,3</b>			
<b>Заключение</b>		<i>Исходя из шкалы оценки результатов, студент имеет повышенный уровень освоения дисциплины, что соответствует оценке «хорошо» или «зачтено»</i>				

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если аспирант испытывает пробелы в изложении методов исследований, не умеет производить поиск источников и оценку необходимой для этого информации, недостаточно владеет современной методологией предмета, не в состоянии интерпретировать те или иные результаты исследований. При этом оценочный лист успеваемости не содержит достаточного числа тем. Формальным критерием можно считать уровень сформированности компетенций ниже среднего значения по уровневой шкале и ниже 41% по процентной шкале оценки овладения совокупностью компетенций по дисциплине.

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине: кандидатский экзамен**

9. Ресурсное обеспечение:

Каждая из кафедр имеет лаборатории:

Кафедра КИВР и гидравлики – лаборатория гидросиловых установок, лаборатория гидравлики

Кафедра гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока - лаборатория метеорологии и гидрометрии кафедры оснащенная гидрометеорологическими и гидрометрическими приборами, демонстрационные модели, стенды и др. оборудование, специализированный компьютерный класс, оснащенный оргтехникой и ПЭВМ.

Имеется ряд программных комплексов.

## **9. Ресурсное обеспечение**

### **9.1 Перечень основной литературы**

1. Водные ресурсы и качество вод: состояние и проблемы управления./ Под ред. Данилов-Данильяна В.И., Пряжинской В.Г. - М.: РАСХН, 2010. - 415 с.
2. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Учебник. – СПб., изд. РГГМУ, 2007. – 436 с.
3. Мазур И.И., Иванов О.П. Опасные природные процессы. М.: Изд-во Экономика, 2004. – 702 с.
4. Исмайлов Г.Х. Мировой водный баланс и водные ресурсы земли, водный кадастр и мониторинг водных объектов: учебник / Г.Х.Исмайлов, А.В.Перминов; М-во сел. хоз-ва Рос. Федерации, Моск. гос. ун-т природообустройства. - Москва: МГУП, 2013. - 324 с.: ил., карты. - Библиогр.: с.321.с.
5. Раткович Л.Д., Маркин В.Н., Глазунова И.В. Вопросы рационального использования водных ресурсов и проектного обоснования водохозяйственных систем. ФГБОУ ВПО МГУП, 2013, 258 с.

### **9.2 Перечень дополнительной литературы**

1. Воропаев Г.В., Исмайлов Г.Х., Федоров В.М. Проблемы управления водными ресурсами Арало-Каспийского региона, - М.:Наука, 2003. – 427 с.
2. Плешков Я.Ф. Регулирование стока. –Л.: Гидрометеиздат, 1975– 560 с.
3. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления водохозяйственными системами. – М: Наука, 1982 – 271 с.
4. О.Г. Савичев, О.Г. Токаренко Управление водными ресурсами . Изд. ПТУ. 2014 год

### **9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

<http://www.ngma.su/oi/KAFEDRA/NIMI/Gidravlika.php>

[http://engstroy.spb.ru/index\\_2011\\_01/hydraulics.html](http://engstroy.spb.ru/index_2011_01/hydraulics.html)

[http://www.aspirantura.spb.ru/pasp/5\\_23\\_16.html](http://www.aspirantura.spb.ru/pasp/5_23_16.html)

<http://tekhnosfera.com/vak/gidravlika-i-inzhenernaya-gidrologiya>

<http://old.skgmi->

[gtu.ru/pk/PriemKomis2014/Aspirantura/Vstupitelnie\\_Ispytaniya/Group\\_08.06.01/0](http://gtu.ru/pk/PriemKomis2014/Aspirantura/Vstupitelnie_Ispytaniya/Group_08.06.01/0)

#### **9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

1. Программа MS Excel в профессиональной версии
2. Программа MS Word.
3. Программа MS Power Point
4. Программный комплекс MIKE SHI
5. Программный пакет для обработки гидрологической информации

#### **9.5 Описание материально-технической базы.**

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Гидравлика и инженерная гидрология» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. Лаборатория ГСУ
2. Лаборатория гидравлики
3. Лаборатория гидрологии

Кафедры располагают следующими учебными и лабораторными приборами, инструментами, действующими макетами турбин плакатами для наглядного изучения, а также имеет переносную метеостанцию.

##### **9.5.1 Требования к аудиториям**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «Гидравлика и инженерная гидрология» необходимы: помещения для проведения лекций, а также помещения для групповых, индивидуальных консультаций и промежуточного контроля.

##### **9.5.2 Требования к специализированному оборудованию**

Проведение занятий осуществляется в аудиториях либо лабораториях, оборудованных персональными компьютерами с обязательным наличием проектора и экрана для показа презентаций.

#### **10. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модулю)**

Обучение по дисциплине «Гидравлика и инженерная гидрология» дает знания, умения и навыки в широком диапазоне проблем водной сферы. Главное внимание уделяется вопросам гидравлики, гидрологии, комплексного водопользования, приобщает к работе с литературой, оценке необходимой для этого информации, современным методикам прикладных исследований, анализу, интерпретации и оценке полученных результатов.

Обучение предполагает изучение содержания учебной дисциплины на аудиторных занятиях (лекциях, и практических занятиях), активно-творческую

самостоятельную работу аспирантов в часы, отведенные на самостоятельную работу в период изучения курса.

Активная работа аспиранта на лекции обусловлена его способностью и готовностью к согласованной работе с лектором, заключающуюся в внимательном прослушивании материалов лекции, их конспектировании, отражении в конспектах лекций представляемый лектором наглядный материала и рекомендации по самостоятельной доработке вопросов лекции в период самостоятельной работы. Как показывает практика, новый материал лекции лучше усваивается, если он увязан с пониманием предыдущего материала, а также, если перед лекцией осуществлена предварительная работа по первичному ознакомлению с материалами предстоящей лекции. Это можно сделать с помощью рекомендованной литературы.

Активно-творческий подход к работе с учебным материалом на практических занятиях обусловлен качеством подготовки аспиранта к этим формам занятий в период самостоятельной работы, активным участием в обсуждении вопросов и решении практических задач на занятиях. В этих целях задачи, выносимые для решения на практических занятиях, должны быть глубоко изучены, продуманы, проанализированы и представлены в конспектах в виде формул и моделей в период самостоятельной работы.

Самостоятельная работа аспиранта является важным видом учебной работы в Университете. Основными видами самостоятельной внеаудиторной работы аспиранта по учебной дисциплине «Гидравлика и инженерная гидрология» являются: самостоятельное углубленное изучение разделов учебной дисциплины с помощью рекомендованной литературы, интернет-ресурсов, повторения и доработки лекционного материала, самостоятельную работу с программным обеспечением (пакетами статистического анализа) и подготовку к экзамену.

## **11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)**

Лекционный материал должен содержать постановку задачи рассматриваемых проблем, примерную технологию их решения, возможное содержание научных исследований. Необходимым условием является соответствие материала лекции учебному плану и позициям рабочей программы, а также рекомендованным литературным источникам, перечню вопросов для тестирования и экзаменационным вопросам.

### **Используемые методы обучения**

Лекция должна включать конспективную часть, необходимую для понимания и усвоения дальнейших знаний в процессе практических и самостоятельных занятий. Основные вопросы стоит показывать на конкретных примерах, обозначая их инженерно-гидрологические и экологические проблемы и, по возможности, делая обобщения для других вероятных ситуаций.



**Используемые средства обучения** включают печатные и электронные ресурсы, которые дополняются дидактическим и раздаточным материалом: плакаты со схемами; лекции презентации по тематике; лабораторные макеты.

Необходимы раздаточные материалы, контрольные вопросы и тесты, задания для самостоятельной работы.

проф., д.т.н. Исмаилов Г.Х.,  
(ученая степень, ученое звание, ФИО)

проф., к.т.н. Раткович Л.Д.  
(ученая степень, ученое звание, ФИО)

  
(подпись)

  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине «Гидравлика и инженерная гидрология» ОПОП ВО по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства по программе аспирантуры 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология (уровень подготовка кадров высшей квалификации).

Программа разработана в ФГБОУ ВО «Российский аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» совместно на кафедрах «Комплексного использования водных ресурсов и гидравлики» и «Гидрологии, гидрогеологии и регулирования стока» (разработчики – Исмаилов Габил Худушевич и Раткович Лев Данилович).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрология» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 873 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 № 33710.

2. Рабочая программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам, предъявляемых к рабочей программе дисциплины/практики в соответствии с Письмом Рособнадзора от 17.04.2006 № 02-55-77ин/ак.

3. Представленная в Рабочей программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) не подлежит сомнению – дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)»

4. Представленные в Рабочей программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства с учётом профессиональных стандартов: «Преподаватель», «Научный работник», рекомендуемых для всех направлений подготовки.

5. В соответствии с Рабочей программой за дисциплиной «Гидравлика и инженерная гидрология» закреплено 3 универсальных, 3 общепрофессиональных и 2 профессиональных компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

6. Результаты обучения, представленные в Рабочей программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

7. Содержание учебной дисциплины, представленной Рабочей программы, соответствует рекомендациям примерной рабочей программы дисциплины, рекомендуемой при реализации ФГОС ВО по направлениям подготовки в аспирантуре.

8. Общая трудоёмкость дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрология» составляет 6 зачётным единицам (216 часов), что соответствует ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) для направления подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства.

9. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина «Гидравлика и инженерная гидрология» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) и Учебного плана по на-

правлению подготовки «Гидравлика и инженерная гидрология» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

10. Представленная Рабочая программа предполагает использование современных образовательных технологий, применяемых при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

11. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы аспирантов, представленные в Рабочей программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства.

12. Представленные и описанные в Рабочей программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний аспирантов, предусмотренная Рабочей программой, осуществляется в форме *кандидатского экзамена*, что соответствует примерной рабочей программе дисциплины, рекомендуемой для всех направлений подготовки, а также статусу дисциплины, как **обязательной** дисциплины **вариативной части** учебного цикла Блока 1 «Дисциплины» ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства.

13. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источников, дополнительной литературой – 4 наименования, Интернет-ресурсы – 5 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 08.06.01 Техника и технологии строительства.

15. Материально-техническое обеспечение соответствует специфике дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрология» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации аспирантам и методические рекомендации преподавателям дают представление о специфике обучения по дисциплине «Гидравлика и инженерная гидрология» и соответствуют требованиям Письма Рособнадзора от 17.04.2006 N 02-55-77ин/ак.

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Гидравлика и инженерная гидрология» ОПОП ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) по направлению 08.06.01 Техника и технологии строительства, по программе аспирантуры 05.23.16 Гидравлика и инженерная гидрология, разработанная Исмайловым Габил Худушевичем и Ратковичем Львом Даниловичем соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации), современным требованиям экономики, рынка труда, профессиональных стандартов «Преподаватель» и «Научный работник», позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент:

Ханов Н.В., д.т.н., зав. кафедрой "Гидротехнические сооружения"

  
(подпись)

«28» 08 2017г.